

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Kacang tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah tanaman polong-polongan atau leguminosa yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Kacang tanah merupakan jenis tanaman tropika. Tanaman ini tumbuh secara perdu setinggi 30 cm sampai 50 cm dengan daun-daun kecil tersusun majemuk. Sebagai tanaman pangan, kacang tanah berada diperingkat ke empat setelah padi, jagung dan kedelai. Dalam komoditas kacang-kacangan, kacang tanah menduduki peringkat kedua setelah kedelai (Kasno dan Harnowo, 2014).

2.1.2 Klasifikasi kacang tanah

Menurut Simpson (2006), kedudukan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) dalam sistematika tumbuhan adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Viridiplantae
Infra kingdom	: Streptophyta
Super divisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliophyta
Ordo	: Leguminales
Famili	: Fabaceae
Sub famili	: Faboideae
Genus	: <i>Arachis</i>
Spesies	: <i>Arachis hypogaea</i> L.

2.1.3 Morfologi kacang tanah

Secara morfologi, bagian atau organ-organ penting tanaman kacang tanah sebagai berikut:

a. Akar

Tanaman kacang tanah memiliki akar tunggang dan akar lateral. Akar tunggang masuk ke dalam tanah dengan kedalaman mencapai 50 cm sampai 55 cm, sistem perakarannya terpusat pada kedalaman 5 cm sampai 25 cm dengan radius 12 cm sampai 14 cm, tergantung tipe varietasnya. Sedangkan akar-akar lateral panjangnya sekitar 15 sampai 20 cm, dan terletak tegak lurus pada akar tunggangnya (Rao dan Murthy, 1994 dalam Trustinah, 2015). Akar kacang tanah memiliki hubungan simbiosis mutualisme dengan bakteri penambat N yaitu *Rhizobium radicola*. Bakteri tersebut hidup pada nodul (bintil) akar tanaman kacang tanah dan membentuk simbiosis yang saling menguntungkan.

b. Batang

Batang tanaman kacang tanah tidak berkayu dan berbulu halus, ada yang tumbuh menjalar dan ada yang tegak (Pitojo 2005). Tinggi batang kira-kira 30 cm sampai 50 cm atau bisa juga lebih tergantung varietas kacang tanahnya. Pola percabangan pada kacang tanah ada empat, yaitu berseling, berurutan, tidak beraturan dengan bunga pada batang utama, dan tidak beraturan tanpa bunga pada batang utama. Batang kacang tanah mengandung antosianin yang menyebabkan warna merah atau ungu pada tanaman. Batang utama ada yang memiliki sedikit bulu dan ada yang berbulu banyak (Trustinah, 2015).

c. Daun

Daun kacang tanah termasuk daun majemuk yang bersirip genap, yang terdiri dari empat helai anak daun yang berbentuk oval atau agak lonjong dan tekstur daunnya berbulu. Menurut Suprpto (2004), helaian anak daun ini bertugas mendapatkan cahaya matahari sebanyak-banyaknya. Daun kacang tanah memiliki daun penumpu (stipula) yang panjangnya 2,5 cm sampai 3,5 cm, dan tangkai daun (petiola) yang panjangnya 3 cm sampai 7 cm. Menurut Trustinah (2015), daun muda berwarna hijau muda dan agak kekuningan, namun seiring perkembangannya warnanya akan semakin gelap jika daun sudah tua. Setelah daun menjadi tua dan kering, daun akan mulai berguguran di akhir masa pertumbuhan tanaman.

d. Bunga

Bunga kacang tanah berwarna kuning yang terdiri dari kelopak (calyx), mahkota bunga, benang sari (antheridium), dan kepala putik (stigma). Bunga kacang tanah termasuk bunga yang sempurna karena memiliki alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga. Bunganya tersusun dalam bentuk bulir yang terdapat di ketiak daun. Bunga kacang tanah melakukan penyerbukan sendiri pada malam hari karena memiliki sifat geotropis positif. Oleh sebab itu, jarang terjadi penyerbukan silang. Fase berbunga 3 minggu sampai 6 minggu setelah masa tanam, bunga yang mekar bervariasi tergantung pada varietasnya. Umur bunga kacang tanah cukup singkat yaitu bunga mekar pada pagi hari dan akan layu pada sore hari (Cahyono, 2007).

e. Ginofor

Ginofor muncul pada hari ke-4 atau ke-5 setelah bunga mekar lalu akan tumbuh memanjang dan masuk ke dalam tanah untuk membentuk polong. Ginofor menembus tanah sedalam 2 cm sampai 7 cm, kemudian terbentuk bulu-bulu halus pada permukaan lentisel dengan arah horisontal dalam pertumbuhannya. Ketika ginofor masih berbentuk bakal buah warnanya hijau atau jika ada pigmen antosianin warnanya menjadi merah atau ungu, akan tetapi setelah menembus ke dalam tanah warnanya berubah menjadi putih. Perubahan warna ini disebabkan karena ginofor mengandung klorofil yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan fotosintesis selama berada di atas permukaan tanah, dan setelah menembus tanah fungsinya akan bersifat seperti akar (Cahyono, 2007).

f. Polong

Pembentukan polong terjadi setelah bunga selesai melakukan proses pembuahan menjadi ginofor. Jika polong terbentuk maka proses pertumbuhan ginofor akan terhenti di dalam tanah. Menurut Suprpto (2004), ginofor yang terbentuk di cabang bagian atas tidak menembus ke dalam tanah sehingga tidak akan membentuk polong. Polong berwarna putih kecoklatan dan memiliki cangkang yang keras, biasanya setiap polong berisi 1 sampai 4 biji.

g. Biji

Biji kacang tanah terdapat di dalam polong terbungkus dengan lapisan tipis berwarna putih dan merah. Biji berbentuk bulat agak lonjong atau bulat dengan ujung akar agak datar karena berhimpitan dengan butir biji yang lain selagi di dalam polong (Pitojo, 2005). Bentuk, ukuran dan warna biji kacang tanah bervariasi, tergantung dari varietasnya. Warna yang melapisi biji kacang tanah itu bukan warna biji yang sebenarnya melainkan warna dari kulit arinya, sedangkan warna biji yang sebenarnya adalah putih (Cahyono, 2007).

2.1.4 Syarat tumbuh kacang tanah

a. Keadaan iklim

Curah hujan yang optimal untuk budidaya kacang tanah rata-rata berkisar 800 sampai 1.300 mm/ tahun dengan musim kering 4 bulan/ tahun. Apabila curah hujan terlalu tinggi, tanaman akan mudah terserang penyakit busuk akar dan bercak daun akibat penyakit *Cercospora* sp. sehingga akan menyebabkan gagal panen. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Cahyono (2007) bahwa kacang tanah yang ditanam di daerah yang curah hujan tinggi produksinya sangat rendah yakni berkisar antara 0,5 sampai 0,8 ton polong kering/ hektar. Sedangkan di daerah yang kering atau curah hujannya rendah, jika tidak mendapatkan pengairan yang cukup pada fase perkecambahan maka benih gagal tumbuh. Demikian juga pada fase pembuahan maka akan gagal dalam membentuk polong.

Kacang tanah sangat cocok apabila ditanam di wilayah dataran rendah dengan suhu tinggi, tetapi sedikit lembap dengan suhu udara berkisar antara 28°C sampai 32°C dan kelembapan udara rata-rata 65 % sampai 75 %. Akan tetapi, tanaman kacang tanah masih toleran pada suhu udara sampai 20°C (Cahyono, 2007). Apabila ditanam pada suhu rendah akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil karena pertumbuhan bunga yang kurang sempurna.

Tanaman kacang tanah sangat memerlukan panjang penyinaran matahari (fotoperiodisitas) secara penuh sepanjang hari, karena cahaya matahari dapat dimanfaatkan dalam fotosintesis sebagai sumber energi. Untuk mendapatkan

cahaya matahari yang cukup, areal pertanaman kacang tanah tidak boleh terhalangi oleh pepohonan yang besar. Tanaman yang tumbuh di tempat yang teduh menyebabkan tanaman kerdil, layu, kurus dan tidak membentuk polong.

b. Keadaan tanah

Sifat fisik tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kacang tanah adalah tanah yang gembur yang memiliki kandungan bahan organik tinggi, solum tanah yang dalam, dan berdrainase baik. Kondisi tanah yang gembur akan memudahkan perkecambahan biji dan juga memudahkan ginofor dalam menembus tanah untuk membentuk polong dengan baik. Selain itu, dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan terhindar dari kehilangan hasil saat panen karena tidak akan ada polong yang tertinggal di dalam tanah.

Kondisi sifat kimia tanah yaitu derajat kemasaman (pH tanah) sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman kacang tanah akan tumbuh dengan baik dan produksinya tinggi jika ditanam pada tanah yang memiliki pH tanah berkisar antara 6 sampai 6,5 (Cahyono, 2007). Pada tanah yang terlalu asam ($\text{pH} < 6$) tanaman kacang tanah tidak dapat tumbuh dengan baik, tanaman akan kerdil, kurus dan polong yang terbentuk kecil-kecil dan lebih sedikit. Begitu juga, pada tanah basa ($\text{pH} > 7$) tanaman kacang tanah pertumbuhannya terhambat sehingga produksinya menurun.

Keadaan tanah dengan bahan organik yang cukup dapat mendukung pertumbuhan dan hasil kacang tanah. Bakteri *Rhizobium* yang terdapat dalam bintil akar dapat meningkatkan proses nitrifikasi dengan memproduksi nitrat, menekan pertumbuhan patogen, meningkatkan resapan air, dan melancarkan peredaran udara dalam tanah sehingga gas-gas beracun yang terkandung dapat dinetralkan. Struktur tanah yang mengandung bahan organik kurang dari 2% dapat memberikan polong kacang tanah yang bersih dan warna yang tidak pucat (Cahyono, 2007).

Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang sangat penting karena berkaitan erat dengan keadaan iklim. Ketinggian tempat yang ideal untuk membudidayakan kacang tanah yaitu pada ketinggian 50 sampai 500 m dpl (di atas permukaan laut). Di dataran tinggi kacang tanah dapat tumbuh pada

ketinggian maksimum 1.000 m dpl, akan tetapi pertumbuhannya lebih lambat dan tanaman mengalami kekurangan zat perangsang tumbuh. Semakin tinggi daerah penanaman dari permukaan laut, maka produksi kacang tanah akan semakin menurun.

Keadaan topografi tanah yang datar lebih baik bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah. Karena biaya pembukaan dan pengolahan tanahnya lebih murah sehingga efektif dalam pengerjaannya. Menurut Cahyono (2007) pembukaan lahan yang miring atau bergelombang sebagai lahan tanam memerlukan biaya yang lebih besar karena harus dilakukan dengan pembuatan teras-teras dan tanggul-tanggul untuk mempertahankan kesatuan tanah.

2.1.5 Bakteri *Rhizobium*

Bakteri *Rhizobium* merupakan kelompok bakteri yang dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman. Surtiningsih, Farida dan Nurhariyati (2009) menjelaskan karakteristik bakteri *Rhizobium* secara makroskopis adalah warna koloni putih susu, tidak transparan, bentuk koloni sirkuler, konveks, semitranslusen, diameter 2 mm sampai 4 mm dalam waktu 3 sampai 5 hari pada agar khamir-manitol-garam mineral. Secara mikroskopis sel bakteri *Rhizobium* berbentuk batang, aerobik, gram negatif dengan ukuran 0,5 - 0,9 x 1,2 - 3 μm , bersifat motil pada media cair, umumnya memiliki flagela polar atau subpolar. Sari dan Prayudyaningsih (2015) menyatakan bahwa suhu optimal untuk *Rhizobium* berkisar 18°C sampai 26°C, minimal 3°C dan maksimal 45°C.

Rhizobium bersifat kemoorganotropik, yaitu dapat menggunakan berbagai karbohidrat dan garam-garam asam organik sebagai sumber karbonnya (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Karakteristik bakteri *Rhizobium* sebagai simbiosis intra seluler yaitu dapat menyerang perakaran tanaman kacang-kacangan sehingga dapat membentuk bintil-bintil akar. Keberadaan bakteri pada bintil-bintil akar sebagai bentuk pleomorfik dimana termasuk dalam fiksasi nitrogen dalam bentuk penggabungan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman inang.

Spesies *Rhizobium* umumnya efektif dengan satu spesies tanaman legum atau kacang-kacangan. *Rhizobium* untuk kacang tanah berbeda dengan tanaman

yang lainnya. Ciri khas yang dimiliki bakteri *Rhizobium* dibandingkan dengan mikroorganisme tanah yang lain yaitu selain dapat hidup secara saprofit, tetapi juga harus berkompetisi dengan *Rhizobium* yang lain dalam memperoleh inang pada akar tanaman. Oleh karena itu, kemampuan fisiologisnya untuk bertahan dalam keadaan yang bagaimanapun merupakan syarat yang penting agar dapat beradaptasi pada lingkungan yang banyak persaingan dan lingkungan tanah yang kompleks (Purwaningsih dkk, 2012).

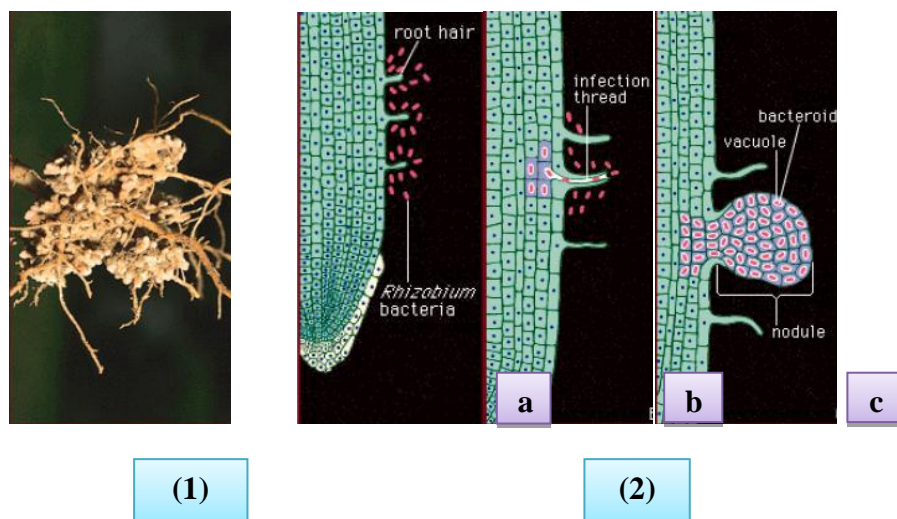
2.1.6 Mekanisme simbiosis *Rhizobium* dengan akar tanaman

Bakteri *Rhizobium* merupakan salah satu organisme golongan heterotrof, karena sumber energinya berasal dari senyawa-senyawa organik seperti sukrosa dan glukosa. Untuk mendapatkan senyawa organik tersebut diperlukan tanaman inang sebagai tempat tumbuh bakteri. Simbiosis yang terbentuk antara *Rhizobium* dengan tanaman leguminosa merupakan simbiosis yang saling menguntungkan. Bakteri *Rhizobium* mendapatkan sumber makanan berupa mineral dan karbohidrat dari tanaman inang, sedangkan tanaman memperoleh unsur hara berupa nitrogen dari atmosfer melalui pembentukan nodul akar pada tanaman legum. Dewi (2007) menyatakan terbentuknya nodula akar dimulai dengan masuknya infeksi benang dan berpenetrasi ke dalam akar dari sel ke sel. Mula-mula akar mengeluarkan tritofan dan senyawa lain yang menyebabkan populasi bakteri berkembang dengan cepat pada ujung akar. *Rhizobium* mengubah tritofan menjadi IAA (Indol Acetic Acid) yang menyebabkan akar melengkung sebelum bakteri menginfeksi bagian dalam akar.

Pada tahap awal infeksi, sel-sel *Rhizobium* menyelinap masuk melalui jaringan mikrofibril menuju sel akar rambut, lalu sitoplasma sel inang akan membentuk benang infeksi yang menyatu dengan dinding sel. Sel membentuk jaringan lalu membelah dan menggandakan diri, kemudian menembus masuk melalui antara sel korteks. Di dalam sel korteks, bakteri *Rhizobium* merangsang sel tetraploid untuk membelah. Pembelahan ini menyebabkan poliferasi jaringan, yaitu menghasilkan bintil akar yang mengandung *Rhizobium* dan ada beberapa sel tanpa bakteri. Setiap bakteri yang membesar dan tidak bergerak disebut dengan

bakteroid. Pengikatan nitrogen di bintil akar terjadi di dalam bakteroid. Tanaman inang menyediakan karbohidrat, kemudian dioksidasi oleh bakteroid sehingga menghasilkan energi. Beberapa elektron dan ATP yang diperoleh selama oksidasi di bakteroid diperoleh melalui fotosintesis, respirasi, atau fermentasi.

Perubahan biokimia dalam bakteroid menghasilkan sistem enzim yang diperlukan untuk penambatan nitrogen. Pada saat ini leghemoglobin dibentuk untuk melindungi enzim nitrogenase yang labil terhadap O_2 , dan pada waktu yang sama menyediakan O_2 untuk aktivitas respirasi bakteroid. Perkembangan bintil mulai terlihat pada umur 21 sampai 28 hari setelah tanam. Perkembangan bintil yang maksimum ditentukan oleh bobot dan volumenya, dan umumnya terjadi pada akhir fase pembungaan (Uheda, Daimon dan Yoshizako, 2001).



Gambar 1. Mekanisme Simbiosis *Rhizobium* dengan Akar Tanaman Leguminosa (Sumber: Dewi, 2007)

Keterangan : (1) Akar dengan nodula yang dibentuk oleh *Rhizobium*. (2) Nodula akar berkembang sebagai hasil dari simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dengan rambut akar tanaman. (a) Bakteri mengenal rambut akar dan mulai membelah, (b) Masuknya *Rhizobia* ke akar melalui infeksi sehingga bakteri masuk ke dalam sel akar, (c) Membelah menjadi bentuk nodula.

Aktivitas metabolisme akar dalam tanah menghasilkan senyawa metabolit yang disebut eksudat. Eksudat tersebut terdiri dari senyawa-senyawa gula, asam amino, asam organik, glikosida, senyawa nukleotida dan basanya, enzim, vitamin dan senyawa indole, sehingga dapat digunakan sebagai nutrisi untuk bakteri dalam

tanah untuk keberlangsungan hidupnya (Purwaningsih dkk, 2012). Tanaman inang pada asosiasi *Rhizobium* leguminosa memperoleh hasil fiksasi nitrogen berupa asam amino yang ditranslokasikan melalui xylem, sedangkan bakteri *Rhizobium* mendapatkan senyawa karbon hasil fotosintesis dari tanaman inang (Fuskhah dan Darmawati, 2014).

2.1.7 Inokulasi *Rhizobium*

Bakteri *Rhizobium* dapat menambat nitrogen dari udara dan diserap oleh tanaman sehingga dapat tumbuh subur. Salah satu usaha untuk meningkatkan penambatan nitrogen adalah dengan inokulasi menggunakan strain *Rhizobium* yang sesuai dan efektif (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Inokulasi diperlukan bila *Rhizobium* yang ada dalam tanah tidak kompatibel atau sesuai dengan jenis kacang-kacangan yang akan ditanam, tidak efektif atau jumlahnya tidak memadai (Brockwell *et al.*, 1995 dalam Catroux *et al.*, 2001).

Keberhasilan inokulasi sering disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kondisi lingkungan, jumlah sel infeksi yang diaplikasikan, kehadiran organisme tanah pesaing lainnya, kekeliruan penerapan dari inokulan komersial dan kualitas inokulan (Kyei-Boahen *et al.*, 2017). Kondisi lingkungan yang masam, sebagian besar bintil akar dari inokulasi tidak terdapat pada cabang akar, melainkan hanya terdapat pada akar utama. Hal tersebut menunjukkan bahwa pergerakan bakteri *Rhizobium* dalam tanah terbatas. Bila dalam tanah terdapat populasi *Rhizobium* yang tinggi dan benih diinokulasi dengan strain terseleksi, maka inokulasi sukses menghasilkan peningkatan bintil akar pada pangkal akar utama (Hungria dan Bohrer, 2000).

2.1.8 Vermikompos

Vermikompos adalah kompos yang diperoleh dari hasil perombakan bahan organik yang dilakukan oleh cacing tanah, dan merupakan campuran kotoran cacing tanah (*casting*) dengan sisa media atau pakan dalam budidaya cacing tanah. Penggunaan pupuk vermikompos lebih efisien dibandingkan pupuk organik lain karena mempunyai pengaruh lebih cepat dan dosis pemakaiannya lebih sedikit, sehingga pemakaian vermikompos dapat menghemat pemakaian pupuk

anorganik (Mulat, 2003). Vermikompos merupakan salah satu cara mengurangi jumlah sampah dengan cara memanfaatkan limbah organik menjadi kompos dengan bantuan cacing tanah. Cacing mencerna hampir seluruh sampah organik dan menyukai jenis sampah dapur, sampah kebun, sampah kertas, potongan tumbuhan, bubuk teh, bubuk kopi bekas, dan kotoran ternak (Simamora dan Salundik, 2006).

Bahan untuk pembuatan vermikompos berasal dari bahan organik seperti jerami padi, kotoran ternak (sapi, kerbau, kambing, domba, ayam, kuda, dan isi rumen), sampah pasar dan limbah rumah tangga. Sebelum digunakan sebagai media atau pakan cacing tanah, bahan organik tersebut difermentasi terlebih dahulu selama 2 minggu. Setelah bahan media difermentasi dan kondisinya telah sesuai dengan prasyarat hidup bagi cacing tanah maka cacing tanah dapat mulai dibudidayakan. Jenis cacing tanah yang dapat digunakan adalah *Eisenia foetida* atau *Lumbricus rubellus*. Budidaya dilakukan selama 40 hari, setelah itu dapat dilakukan panen cacing tanah vermikompos dan kokon atau telur (Mashur, 2001). Cacing tanah mampu mengubah nutrisi tak terlarut menjadi nutrisi terlarut dengan bantuan enzim-enzim yang terdapat dalam sistem pencernaannya. Vermikompos mengandung nutrisi yang lengkap dan sangat diperlukan oleh tanaman (Tabel 2).

Tabel 1. Kandungan Nutrisi yang Terdapat dalam Vermikompos

No.	Nutrisi	Persentase (%)
1.	Nitrogen (N)	0,63
2.	Fosfor (P)	0,35
3.	Kalium (K)	0,20
4.	Kalsium (Ca)	0,23
5.	Magnesium (Mg)	0,26
6.	Natrium (Na)	0,07
7.	Seng (Zn)	0,007
8.	Manganium (Mn)	0,003
9.	Besi (Fe)	0,79
10.	Boron (B)	0,21
11.	KTK	35,80
12.	Kapasitas menyimpan air	41,23
13.	Humus	13,88

Sumber: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (2011)

Vermikompos mempunyai kemampuan menyimpan air sebesar 40 – 60%. Hal ini karena struktur vermikompos yang memiliki ruang-ruang yang mampu

menyimpan air dan menahan kelembaban. Vermikompos berperan memperbaiki kemampuan menahan air, mampu memenuhi nutrisi bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah dan menetralkan pH tanah (Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup, 2011).

2.1.9 Serapan hara nitrogen

Serapan hara adalah jumlah hara yang masuk ke dalam tanaman. Menurut Lakitan (2010) penyerapan unsur hara bagi tanaman terjadi dengan dua cara yaitu secara aktif yang memerlukan energi metabolik dan secara pasif (difusi) tanpa memerlukan energi. Penyerapan unsur hara secara pasif terjadi dimana unsur hara masuk bersama-sama dengan air yang diserap oleh tanaman.

Nitrogen merupakan unsur hara yang mutlak dibutuhkan oleh tanaman. Bahan tanaman kering mengandung sekitar 2 sampai 4 % N jauh lebih rendah dari kandungan C yang berkisar 40 % (Mukhlis, 2003). Sumber N utama tanah adalah dari bahan organik melalui proses mineralisasi NH_4^+ dan NO_3^- . Selain itu N dapat juga bersumber dari atmosfer (78 % melalui curah hujan dan 8 - 10 % N tanah), penambatan (fiksasi) oleh mikroorganisme tanah baik secara simbiosis dengan tanaman maupun hidup bebas.

Nitrogen dapat dikatakan sebagai salah satu unsur hara yang bermuatan. Selain sangat mutlak di butuhkan, nitrogen dengan mudah dapat hilang atau menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Ketidaktersediaan N dalam tanah dapat melalui proses pencucian atau pelindian (*leaching*) NO_3^- , denitrifikasi NO_3^- menjadi N_2 , volatilisasi NH_4^+ menjadi NH_3 , terfiksasi oleh mineral liat atau dikonsumsi oleh mikroorganisme tanah (Ashari, 2006). Bentuk NO_3^- yang selalu terlindi dan mudah larut, maka dikaji pergerakannya ke permukaan akar agar tidak hilang sehingga merupakan suatu usaha ke arah efisiensi pemupukan.

Nitrat merupakan ion yang mudah bergerak di dalam tanah. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang mudah larut dan tidak terjerap oleh koloid tanah. Pergerakan NO_3^- secara difusi lebih besar karena besarnya nilai koefisien difusi ionik dan kecilnya faktor penghambat (NO_3^- tidak dijerap). Besarnya koefisien difusi ionik dapat dijadikan sebagai konstanta dalam larutan, tetapi bila di dalam

tanah koefisien difusi ionik harus dikalikan dengan beberapa faktor menjadi koefisien difusi tanah. Hubungan tersebut dinyatakan (Mukhlis, 2003):

$$D_s = D_i \cdot \Theta \cdot f$$

Keterangan:

D_s = koefisien difusi tanah

D_i = koefisien difusi ionik

Θ = kadar air volumetrik

f = faktor penghambat, berupa viskositas air, turtousitas angkutan ruang pori dan proses adsorpsi tanah

Umumnya unsur nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ammonia (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Nitrat merupakan ion yang keberadaannya di dalam tanah sangat mobil, karena sifatnya yang mudah sekali larut dan tidak terjerap oleh koloid tanah. Menurut Mukhlis (2003), ion nitrat bergerak di dalam tanah mengikuti proses difusi serta aliran massa. Besarnya difusi nitrat dipengaruhi oleh besarnya koefisien nitrifikasi serta banyaknya jumlah senyawa amonium yang terdapat dalam larutan tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Rosmarkam dan Yuwono (2002) bahwa hara diserap tanaman dalam bentuk ion yang bermuatan positif NH_4^+ dan bermuatan negatif NO_3^- , ion ini umumnya terikat dalam kompleks jerapan tanah. Besarnya pergerakan NO_3^- secara aliran massa dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu antara lain kadar dan potensial air tanah, transpirasi, porositas tanah dan faktor-faktor yang menentukan besarnya koefisien nitrifikasi dan jumlah senyawa yang ada dalam larutan tanah.

2.2 Kerangka pemikiran

Tanaman membutuhkan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Unsur hara penting yang diperlukan meliputi unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro terdiri dari unsur-unsur N, P, K, C, H, O, Ca, Mg, dan S. Unsur hara mikro terdiri dari unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl, dan Mo. Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman, namun unsur hara ini cepat hilang dalam tanah baik melalui volatilisasi, nitrifikasi, denitrifikasi maupun hanyut (tercuci) bersama air, dan erosi (Ashari, 2006).

Kandungan nitrogen tanah dapat tersedia diantaranya karena kemampuan beberapa mikroba untuk memfiksasinya, N organik yang terbentuk kemudian diubah menjadi ammonia melalui proses deaminasi, karena ammonia dapat secara langsung diasimilasikan oleh mikroba kemudian diubah terlebih dahulu menjadi senyawa nitrat secara nitrifikasi (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Salah satu mikroba yang dapat menambat nitrogen dari atmosfer adalah *Rhizobium*. Sari dan Prayudyaningsih (2015) menyatakan bahwa simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dan leguminosa mampu memenuhi 50% atau bahkan seluruh kebutuhan nitrogen tanaman dengan cara mengikat nitrogen bebas. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Bachtiar dan Waluyo (2013) bahwa pupuk hayati *Rhizobium* dapat meningkatkan serapan N, jumlah bintil akar dan bobot kering tanaman kedelai.

Inokulasi *Rhizobium* berpengaruh terhadap pembentukan bintil akar hingga 30% dan bintil akar dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman legum (Tahir *et al.*, 2009). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Surtiningsih dkk. (2009) bahwa inokulasi bakteri *Rhizobium* mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai secara signifikan jika dibandingkan dengan tanaman kedelai tanpa diinokulasi bakteri *Rhizobium*. Hasil penelitian Fitriana, Islami, dan Sugito (2015) menunjukkan bahwa inokulasi bakteri *Rhizobium* dengan dosis 10 g/kg benih kacang tanah menghasilkan rerata jumlah ginofor lebih tinggi jika dibandingkan dengan inokulasi bakteri *Rhizobium* dengan dosis 5 g/kg benih dan tanpa pemberian inokulum *Rhizobium*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irawan, Hasan, dan Mardaleni (2021) inokulasi bakteri *Rhizobium* 15 g/kg benih kacang tanah memberikan pengaruh nyata terhadap parameter laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih, umur berbunga, jumlah bintil akar, berat bintil akar, umur panen dan indeks panen.

Keberhasilan penggunaan *Rhizobium* dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman yaitu ditentukan oleh mikrosimbion (*Rhizobium*), makrosimbion (tanaman leguminosa), dan lingkungan (Suryantini, 2015). Kompatibilitas antara makro dan mikro simbion sangat ditentukan oleh faktor lingkungan perakaran tanaman, karena dalam kehidupannya bakteri *Rhizobium* sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik, kimia serta biologi tanah (Purwaningsih dkk, 2012). Upaya untuk

memelihara stabilitas agregat tanah dapat dilakukan dengan pemberian bahan organik. Bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kemampuan tanah memegang air, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan pori-pori tanah, dan memperbaiki media perkembangan mikroba tanah (Pusat Penelitian, Pengembangan dan Informasi Hortikultura, 2015).

Vermikompos merupakan hasil perombakan bahan-bahan organik oleh cacing tanah dengan bantuan sistem pencernaannya. Pemberian bahan organik berupa vermikompos mampu meningkatkan populasi mikroba dalam media bahan organik. Vermikompos memiliki kelebihan dari bahan organik lainnya karena memiliki aktivitas mikrobia kumulatif yang lebih besar dan mengandung unsur hara yang lengkap tergantung jenis bahan yang digunakan (Suparno dkk, 2013). Hasil penelitian Hendayani, Murniati, dan Arnis (2018) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kascing 15 t/ha pada tanaman kacang hijau menghasilkan jumlah polong bernas dan bobot 100 biji lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian pupuk kascing 5 t/ha dan 10 t/ha. Dengan demikian, inokulasi *Rhizobium* dan pemberian vermikompos secara optimal dapat meningkatkan aktivitas bakteri *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan tanaman legum sebagai inangnya, dan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman legum, dalam hal ini adalah kacang tanah.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara dosis inokulum *Rhizobium* spp. dan dosis vermikompos terhadap pembentukan bintil akar dan hasil kacang tanah.
2. Terdapat dosis inokulum *Rhizobium* spp. dan dosis vermikompos yang berpengaruh baik terhadap pembentukan bintil akar dan hasil kacang tanah.