

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1. Karakteristik tanah *tailing*

Usaha pertambangan oleh sebagian masyarakat sering dianggap sebagai penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan. Dampak penting dari usaha pertambangan adalah potensi kerusakan lingkungan. Pada pertambangan mineral, bahan yang banyak dipermasalahkan adalah sisa proses penambangan atau yang disebut dengan *tailing*. Jumlah *tailing* dan kandungan residu logam berat menjadi permasalahan utama dalam pencemaran lingkungan. Pada kegiatan usaha pertambangan emas skala kecil, pengolahan bijih dilakukan dengan proses amalgamasi dimana merkuri (Hg) digunakan sebagai media untuk mengikat emas (Widhiyatna, (2005). Amalgamasi merupakan proses dari bahan baku penambangan emas berupa batu dan urat kuarsa kemudian ditumbuk agar berukuran sebesar kerikil dimasukkan kedalam gelundungan (*trommel*) untuk digiling menjadi serbuk pasir lalu dicampur dengan merkuri dan air sebagai media pencampurnya (Rianto, 2010). Proses amalgamasi pada penambangan skala rakyat tidak termanfaatkan secara sempurna untuk memisahkan emas pada media pembawanya sehingga limbah penambangan (*tailing*) tanpa dilakukan proses remediasi terlebih dahulu menimbulkan dampak lingkungan yaitu air sungai menjadi keruh dan tercemar oleh merkuri yang terbuang bersama ampas (Widodo, 2008).

Karakteristik pada lahan bekas tambang ditandai dengan munculnya tanah berpasir, lapisan top soil hampir tidak ada, vegetasi dan unsur hara sangat minim, kemasaman tanah tinggi, kandungan Hg rata-rata sebesar 2,4 sampai 4,17 ppm (Neneng, Yushinta dan Saraswati, 2012). Populasi biota tanah yang ada di horizon tanah lapisan atas menjadi hilang atau mati dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya

akibat hilangnya lapisan top soil yang merupakan habitat bagi biota tanah (Subowo, 2011)

Degradasi kimiawi pada lahan bekas tambang terdiri dari pengurasan dan pencucian hara, ketidakseimbangan unsur hara dan keracunan, *salinization* (salinisasi), *acidification* (pemasaman) dan *alkalinization* (alkanisasi), serta polusi atau pencemaran (Wahyunto dan Dariah, 2014 dalam Kamaliah, 2019). Degradasi tersebut menyebabkan pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), keberadaan nutrisi dalam tanah, keadaan unsur hara seperti unsur Karbon (C) organik, Nitrogen (N), Fosfor (P) menjadi rendah (Setiadi, 1996 dalam Murjanto, 2011).

Lahan bekas tambang juga dapat menyebabkan degradasi secara biologi. Horizon tanah berubah akibat penggalian, vegetasi yang hanya didominasi oleh jenis gulma dan penyebaran limbah penambangan (*tailing*) berupa logam berat jenis merkuri yang berbahaya dapat mempengaruhi keberlangsungan mikroba di dalam tanah. Aktivitas mikroba di dalam sangat penting dalam penyediaan unsur hara secara tidak langsung mempengaruhi kehidupan tanaman (Kamaliah, 2019). Gejala degradasi dicirikan oleh berkurangnya penutupan lahan (vegetasi) dan adanya gejala erosi (ditandai dengan banyaknya alur-alur drainase/torehan), sehingga pada akhirnya mempengaruhi (mengganggu) fungsi hidrologi dan daerah sekitarnya (Puslitbangtanak, 2004, dalam Wahyunto dan Dariah, 2014).

Terkikisnya lapisan *topsoil*, berkurangnya vegetasi tanaman dan terdapatnya bahan beracun pada lahan bekas penambangan akan berpengaruh pada kelangsungan hidup mikroba tanah potensial, sehingga terjadi penurunan populasi dan aktivitas mikroba tanah yang berfungsi penting dalam penyediaan unsur-unsur hara dan secara tidak langsung mempengaruhi kehidupan tanaman. Rendahnya aktivitas mikroba tanah terjadi karena pengaruh berbagai faktor lingkungan seperti penurunan pH tanah, kelembaban tanah, kandungan bahan organik, daya pegang tanah terhadap air dan struktur tanah. Aktivitas mikroba tidak hanya terbatas pada penyediaan unsur hara, tetapi juga berperan dalam mendekomposisi serasah dan secara bertahap dapat memperbaiki struktur tanah (Soewandita, 2010).

2.1.2. Bakteri

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang paling dominan diantara mikroba lainnya seperti fungi, aktinomiset, protozoa dan alga. Serta meliputi hampir separuh dari biomassa mikroba dalam tanah. Tanah merupakan *host* (tuan rumah) sejumlah besar bakteri (sekitar 10^8 sampai 10^9 sel per gram tanah) dan jumlah bakteri yang dapat dibiakkan dalam tanah umumnya hanya sekitar 1% dari total sel yang ada. Namun, pada lingkungan tanah yang *stress* (tercekam) dan terdegradasi, jumlah bakteri yang dapat dibiakkan mungkin lebih rendah dari 10^4 per gram tanah (Glick, 2012).

Bakteri adalah organisme uniseluler yang umumnya mempunyai ukuran 0.5-1.0 sampai 2.0-10 μm dan mempunyai tiga bentuk morfologi, yaitu bulat (cocci), batang (bacilli), dan koma (comma). Bakteri dapat membentuk koloni dan rantai (dua atau lebih sel), atau tetrad. Bakteri dapat motil atau nonmotil. Material sitoplasma diselubungi dinding pada permukaan dan membran dibawah dinding sel. Nutrisi dan bentuk molekul atau ion di transportasi dari lingkungan melalui membran dengan beberapa mekanisme spesifik. Membran juga mengandung komponen energy (Lenger, *et al.*, 1999, dalam Sopandi dan Wardah, 2013)

Pemanfaatan teknologi mikroba khususnya bakteri di bidang pertanian dapat meningkatkan fungsi mikroba *indigenous* (alamiah) dalam berbagai sistem produksi tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung (Saraswati dan Sumarno, 2008 dalam Kamaliah, 2019). Bakteri indigenous yaitu bakteri yang secara alami hidup bebas di alam dan memiliki berbagai macam manfaat bagi manusia (Batubara *et al.*, 2015). Beberapa mikroorganisme sangat berperan dalam pengelolaan lingkungan karena terjadi hubungan simbiotik (baik positif maupun negatif) dengan organisme yang lain, dan hubungan ini mempengaruhi ekosistem (Irianto, 2016). Lines-Kelly (2005) dalam mengemukakan bahwa interaksi antara tanaman dan mikroba dapat

berupa patogen (menginfeksi dan membunuh akar dan tanaman), simbiotik (menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman), *harmful* (menurunkan tingkat pertumbuhan tanaman), saprofit (hidup pada jaringan akar dan tanaman yang mati) Interaksi yang menguntungkan di sektor pertanian dan kehutanan meliputi mikoriza, nodulasi pada tanaman legum, dan produksi senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.

Areal terjadinya interaksi antara mikroba dengan tanaman dibedakan menjadi dua areal, yaitu filosfer yang merupakan area kontak tanaman dengan mikroba udara dan rizosfer merupakan kontak mikroba dengan tanaman yang berada di dalam tanah (Widyati, 2013). Rizosfer merupakan tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman yang memiliki jumlah bakteri yang melimpah berkisar antara 10^6 sampai dengan 10^8 organisme per gram tanah rizosfer. Bakteri tersebut sering disebut sebagai rizobakteri. Rizobakteri merupakan suatu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit pada daerah rizosfer atau daerah perakaran dan beberapa jenis diantaranya dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan atau sebagai agens biokontrol terhadap penyakit sehingga mampu meningkatkan hasil tanaman pertanian (Sutariati *et al.*, 2014).

Penggunaan bakteri yang dieksplorasi dari perakaran tanaman (rizobakteri) yang tergolong ke dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan satu sumbangan bioteknologi dalam usaha peningkatan produktivitas tanaman. (Sutariati *et al.*, 2014). Mekanisme bakteri dalam memacu pertumbuhan tanaman dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Mekanisme secara langsung yaitu dengan memproduksi fitohormon (sitokinin, giberellin, *Indole acetic Acid* (IAA), dan etilen), memfasilitasi pembaharuan sumber daya (memfiksasi Nitrogen, melarutkan Fosfat, mereduksi Besi) sehingga mengurangi kebutuhan pupuk N dan P, meningkatkan daya tahan terhadap *stress/* cekaman dan menstabilkan agregat tanah. Sedangkan mekanisme secara tidak langsung yaitu menekan mikroba patogen dengan memproduksi antibiotik, enzim, siderofor, hidrogen sianida (HCN), dan etilen (Glick, 2012).

a. Bakteri penambat nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara utama yang dibutuhkan seluruh tanaman untuk pertumbuhan yang optimal. Ketersediaan unsur N dalam tanah merupakan salah satu faktor yang penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Notohadiprawiro (2000), unsur hara N tersedia melimpah di udara, yaitu kurang lebih 78% dari total kandungan udara adalah nitrogen dalam bentuk N_2 , tetapi N_2 tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman sehingga harus ditambat atau difiksasi oleh mikroba dan diubah bentuknya menjadi nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) yang tersedia bagi tanaman.

Nasikah (2007) menyatakan nitrogen di atmosfer dapat berupa Urea $CO(NH_2)_2$; N_2 dan N. Akan tetapi, tidak ada yang secara langsung dapat digunakan oleh tanaman. Nitrogen bagi tanaman berfungsi sebagai penyusun protoplasma, molekul klorofil, asam nukleat, dan asam amino yang merupakan penyusun protein. Nitrogen memasuki tanah dalam bentuk ammonia dan nitrat (NH_3) bersama air, dalam bentuk hasil penambatan N_2 oleh mikroba atau dalam bentuk penambahan pupuk sintesis. Kandungan nitrogen tanah yang cukup tinggi lebih banyak disebabkan oleh adanya kemampuan beberapa mikroba untuk memfiksasinya.

Bakteri yang berperan dalam penambatan nitrogen salah satunya adalah bakteri penambat nitrogen (BPN). BPN terbagi menjadi dua golongan yaitu BPN simbiotik yang bersimbiosis dengan tanaman legum dan BPN nonsimbiotik yang hidup bebas pada rizosfer. Salah satu contoh BPN non simbiotik adalah *Azotobacter* yang paling sering ditemukan pada rizosfer. Bakteri ini berbeda dengan bakteri rizobium karena bakteri ini hidup bebas sehingga tidak memerlukan tanaman inang yang spesifik (Nasahi, 2010).

Bakteri yang hidup bebas di perakaran dan jaringan tanaman seperti *Pseudomonas spp.*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Herbaspirillum* telah terbukti mampu melakukan fiksasi nitrogen. Bakteri penambat nitrogen pada rizosfer tanaman gramineae, seperti *Azotobacter spp.* dan *Beijerinckia spp.* adalah salah satu dari kelompok bakteri aerobik yang mampu menambat nitrogen

non-simbiotik dan mengkolonisasi permukaan akar (Hindersah dan Simarmata 2004). Bakteri penambat nitrogen non simbiotik berperan sebagai agen pemicu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon. Bakteri penambat nitrogen mengeluarkan hormon pertumbuhan tanaman, seperti giberelin, IAA, kinetin, dan vitamin B. Vitamin B ini berfungsi untuk aktivitas bakteri dalam peningkatan kemampuan memfiksasi N dari atmosfer serta dapat meningkatkan pertumbuhan melalui pasokan nitrogen, pasokan pengatur tumbuh, dan membuat kondisi tanah lebih menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman (Alexander, 1977 dalam Sembiring *et. al.*, 2008).

Fiksasi (penambatan) nitrogen merupakan proses biokimiawi di dalam tanah yang memainkan salah satu peranan paling penting, yaitu mengubah nitrogen atmosfer (N_2 , atau nitrogen bebas) menjadi nitrogen dalam persenyawaan/nitrogen tertambat (Nasikah, 2007). Mekanisme penambatan nitrogen dibantu oleh enzim nitrogenase untuk mengkonversi N_2 dari udara menjadi amonia (NH_3). Keefektifan enzim nitrogenase untuk mengkonversi N_2 dari udara dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Ketersediaan C-organik di lingkungan rizosfer merupakan faktor utama yang menentukan banyaknya nitrogen yang dihasilkan (Zuberer, 1998 dalam Simanungkalit, 2001). Penambahan pupuk kandang atau kompos sebagai sumber C ke dalam tanah memacu perkembangan populasi bakteri penambat N. Ini menjelaskan mengapa jumlah nitrogen yang ditambat oleh bakteri bervariasi di tiap tempat tergantung pada ketersediaan energi dan kemampuan bakteri penambat N bersaing dengan mikroba lain yang hidup dan perkembangbiakannya juga bergantung kepada sumber energi yang sama (Simanungkalit, 2001).

b. Bakteri pelarut fosfat

Di dalam tanah fosfat dapat berbentuk organik dan anorganik yang merupakan sumber fosfat penting bagi tanaman yang berperan dalam perkembangan perakaran tanaman, pembelahan sel, dan mempertinggi hasil produksi berupa bobot biji dan buah. Akan tetapi, kandungan P di dalam tanah sangat rendah tersedia bagi tanaman karena berikatan dengan koloid tanah sehingga tidak dapat secara langsung oleh tanaman

(Firdausi, Muslihatin dan Nurhidayati, 2016). Fosfat merupakan makro nutrien kunci sintesis biomolekul seperti asam nukleat, fosfolipid dan ATP sehingga pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada ketersediaan molekul tersebut. Fosfat merupakan unsur hara esensial yang diperlukan untuk sintesis ATP yaitu senyawa organik yang bersifat sebagai kunci utama reaksi-reaksi energetik pada berbagai proses metabolisme tanaman (Heldt dan Heldt 2005 dalam Ginting, 2017). ATP diperlukan untuk sebagian besar energi reaksi biokimia yang terikat dan sistem transfer energi dengan sel tumbuhan (Supriono, 2000). Fosfat organik berasal dari bahan organik sedangkan fosfat anorganik berasal dari mineral-mineral yang mengandung fosfat. Pelarutan senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfat berlangsung secara kimia dan biologis baik untuk bentuk fosfat organik maupun anorganik. Mikroorganisme pelarut fosfat membutuhkan adanya fosfat dalam bentuk tersedia dalam tanah untuk pertumbuhannya. Bakteri pelarut fosfat membantu menyediakan hara bagi tanaman dengan melarutkan P- terjerap menjadi bentuk tersedia terutama pada tanah yang dipupuk dengan batuan fosfat (Premono, 1994 dalam Islamiati 2015).

Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam katagori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 2012). Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P. Bakteri tersebut berperan juga dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lainnya yang dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Rao, 1994 dalam Silitonga, Priyani dan Nurwahyuni, 2013).

Bakteri pelarut fosfat merupakan jasad renik tanah yang mempunyai kemampuan melepaskan ikatan P dan berperan dalam melarutkan P yang tidak tersedia menjadi tersedia, sehingga dapat digunakan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang dan meningkatkan penyerapan P, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur P

terutama pada tanah-tanah masam. Selain itu mikroorganisme pelarut P ini akan menghasilkan asam-asam organik yang mampu mengkhelat Al, Fe, Ca, dan Mg membentuk kompleks organometal yang stabil dan P menjadi tersedia bagi tanaman. (Purwaningsih, 2016). Setiap bakteri pelarut fosfat menghasilkan jenis dan jumlah asam organik yang berbeda dan ada kemungkinan satu jenis BPF menghasilkan lebih dari satu jenis asam organik (Adu-Tae, 2004 dalam Saraswati dan Sumarno, 2007).

Umumnya di dalam tanah ditemukan mikroba pelarut fosfat anorganik sekitar 10^4 - 10^6 per gram tanah dan sebagian besar berada pada daerah perakaran. Penelitian dan pemanfaatan mikroba pelarut fosfat sudah mulai dilakukan sejak tahun 1930-an (Waksman dan Starkey, 1931 ; Gerretsen, 1948, dalam Elfiati, 2005). Pada jenis-jenis tertentu bakteri pelarut fosfat memicu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat mikroba yang cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik (Elfiati, 2005).

2.1.3. Sentro (*Centrosema pubescens*)

Klasifikasi ilmiah dari sentro adalah sebagai berikut :

- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Bangsa : Rosales
- Suku : Caesalpiniaceae
- Marga : *Centrosema*
- Jenis : *Centrosema pubescens*

Sentro (*Centrosema pubescens*) berasal dari Amerika Tengah dan Selatan. Tanaman ini merupakan salah satu jenis legum yang paling luas penyebarannya di kawasan tropis. Jenis legum seperti sentro mampu memfiksasi nitrogen secara biologis dari bawah tanah dan daunnya sering digunakan oleh petani sebagai sumber nitrogen (Mensah, 2007). Sentro memiliki fungsi sebagai tanaman penutup tanah, tanaman sela, dan pencegah erosi. Batang sentro panjang dan sering berakar pada bukannya, tiap tangkai berdaun tiga lembar, berbentuk elips dengan ujung tajam dan bulu halus pada

kedua permukaannya. Bunga berbentuk tandan berwarna ungu muda bertipe kacang ercis dan kapri. Polong berwarna coklat gelap, panjang 12 cm, sempit dengan ujung tajam terdiri dari 20 biji. Sentro tumbuh dengan membelit pada tanaman lain 11 atau menjalar di pagar dan juga menjalar bersama-sama dengan rumput menutupi permukaan tanah. Batang panjang, sering berakar pada bukannya, daun dengan tiga anak daun yang berbentuk telur dengan ujung tajam, berambut, panjangnya 5 sampai 12 cm dan lebar 3 sampai 10 cm (Syarief, 2009). Sentro mengandung sekitar 16 sampai 19 % protein kasar serta dapat menekan perkembangan tumbuhan pengganggu. Sentro dapat meningkatkan kualitas hijauan terutama pada kandungan proteinnya. Keadaan musim penghujan maupun kekeringan tidak berpengaruh terhadap tanaman sentro karena tanaman ini tetap mengandung protein yang tinggi yaitu sekitar 22.45% (Nworgu dan Faasogbon, 2007).

Sentro merupakan jenis kacang-kacangan yang cepat tumbuh dan mampu hidup pada keadaan musim kering sampai 6 bulan kering dan tahan terhadap kondisi lahan tergenang air. Sentro dapat tumbuh baik pada berbagai tipe tanah. Menurut (Mansyur, 2006 dalam Ginting, 2017). Tanaman sentro dapat meningkatkan produksi segar, produksi bahan kering, kandungan protein kasar, dan kandungan kalsium sebagai tanaman campuran dengan rumput. Hal ini dikarenakan kemampuan dari sentro dalam memfiksasi nitrogen bebas dari udara dengan bantuan bakteri *rhizobium* sehingga tanah banyak mengandung nitrogen yang dapat membantu pertumbuhan tanaman serta dapat meningkatkan kualitas hijauan terutama pada kandungan protein (Sutedi, Sajimin dan Prawiradiputra, 2005). Sentro merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dapat beradaptasi terhadap lingkungan marginal seperti tanah limbah yang banyak terkontaminasi zat-zat beracun dan memiliki kualitas fisik, kimia maupun biologis sangat rendah (Sambas et al., 2005).

2.2 Kerangka Berpikir

Ketersediaan unsur hara yang rendah dalam tanah *tailing* dapat menyebabkan rendahnya tingkat kesuburan tanah dan akan menjadi faktor pembatas dari hasil tanaman. Hal ini merupakan salah satu dampak negatif dari kondisi tanah bekas penambangan yang meliputi hilangnya profil lapisan tanah, terjadinya pemadatan tanah (tingginya tingkat *bulk density*), kurangnya unsur hara penting, rendahnya pH, pencemaran oleh logam-logam berat pada lahan bekas tambang (*tailing*), serta penurunan populasi mikroba tanah (Tamin, 2010).

Keberadaan mikroba terutama bakteri pada lahan yang terdegradasi sangat berperan penting terhadap pertumbuhan vegetasi tanaman pada lahan bekas tambang (Widyati, 2008). Terutama bakteri *indigenous* yang hidup bebas di daerah rizosfer tanaman. Penggunaan bakteri perakaran (rizobakteri) yang dapat memacu pertumbuhan tanaman menjadi teknologi yang sedang pesat perkembangannya saat ini. Rizobakteri memiliki kemampuan mengkolonisasi rizosfer secara agresif dan beberapa jenis rizobakteri mampu berperan sebagai *biofertilizer*, *bioprotectan* dan *biostimulant* pada tanaman (Desmawati, 2006). Hasil penelitian dari pemberian komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai, di antaranya adalah diameter batang dan jumlah daun. Selain optimalisasi fotosintetis, unsur N juga digunakan untuk membangun protoplasma sel dan pembentukan enzim. Sedangkan unsur hara P merupakan unsur pelengkap dalam pembentukan protein, enzim dan inti sel, serta bahan dasar untuk membantu proses asimilasi dan respirasi (Karasawa, 2001).

Interaksi antara bakteri dengan akar tanaman diawali dengan menyekresikan eksudat akar dari tanaman. Dalam hal ini, eksudat akar akan mengundang mikroba-mikroba yang menguntungkan sekaligus menjauhkan mikroba yang dapat bertindak sebagai patogen bagi tanaman. Latupapua dan Suliasih (2001) menyatakan bahwa inokulan bakteri *Azospirillum sp.* secara tunggal dapat meningkatkan populasi mikroba *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, dan jamur pelarut fosfat sekitar 1,5 kali lipat dari jumlah mikroba sebelum perlakuan. Mikroba yang mengkoloni rizosfer mengakibatkan

terjadinya modifikasi lingkungan fisik dan kimia tanah di sekitar rizosfer yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Meningkatnya mikroba pada daerah rizosfer diharapkan dapat memodifikasi sifat kimia dan fisik tanah *tailing*. Keadaan kimia tanah akan membaik dengan adanya humifikasi bahan organik, mineralisasi bahan organik menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman oleh bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat nitrogen. Hal yang sama akan terjadi pada sifat fisik tanah. Dengan adanya mikroba rizosfer, agregat dan struktur tanah akan membaik karena mikroba memproduksi senyawa polimerik ekstraseluler (polisakarida dan glomalin) (Sylvia, 2005 dalam Widyati, 2013).

Hindersah dan Simarmata (2004) menyatakan bahwa kesehatan biologis suatu tanah akan banyak ditentukan oleh dominansi dari rizobakteri yang diberikan atas mikroba tanah lainnya sehingga tanaman mendapatkan manfaat yang optimal dari rizobakteri yang diberikan. Penelitian Astuti, Widodo dan Budisantosa (2013) menunjukkan bahwa isolat bakteri uka.b2 sebagai bakteri pelarut fosfat dan isolat bakteri IL3C sebagai bakteri penambat nitrogen dengan kerapatan 10^8 CFU/ml sebanyak 10 ml/polybag dapat meningkatkan bobot basah, tinggi, kadar nitrogen (N), kadar fosfor (P) tanaman tomat serta meningkatkan pH tanah pada tanah masam.

Penelitian Hindersah dan Matheus (2015) menunjukkan inokulasi isolat bakteri *indigenus* BKH2 dari rizosfer harendong dengan kerapatan koloni 10^7 CFU/g sebanyak 5, 10 dan 15 ml per pot pada tanaman jagung yang ditanam pada *tailing* tambang timah berpengaruh nyata meningkatkan populasi bakteri di rizosfer jagung dibandingkan kontrol, tetapi pemberian isolat BKH1 sebanyak 5 ml dan 15 ml perpot menunjukkan tidak berbeda nyata. Selain itu, tinggi tanaman jagung yang diinokulasi bakteri *indigenus* lebih tinggi daripada kontrol meskipun secara statistik tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ginting (2016) tentang pengaruh pemberian nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan legum *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens* dan *Arachis pintoi*. Pada hasil penelitiannya menunjukkan bahwa jenis legum yang berbeda mempunyai kemampuan menghasilkan jumlah daun, berat kering tajuk dan berat kering akar yang berbeda. Pemberian pupuk dapat

meningkatkan berat kering tajuk, tetapi tidak nyata meningkatkan jumlah daun dan berat kering akar.

2.3 Hipotesis

1. Inokulasi bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat berpengaruh terhadap pertumbuhan sentro (*Centrosema pubescens*) pada tanah *tailing*.
2. Diketahui inokulan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan tanaman sentro pada tanah *tailing*.