

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1. Tinjauan pustaka

2.1.1. Tanah gambut

Lahan gambut merupakan tanah yang terbentuk dari tumpukan tumbuhan yang mengalami pembusukan dan pengangkutan (Istina, *et al.*, 2015). Lahan gambut tergolong ke dalam lahan sub optimal yang ada di Indonesia, dengan luas lahan mencapai 14,95 juta ha, 55,4% diantaranya berpotensi untuk pengembangan komoditas pertanian (Ritung, *et al.*, 2011). Lahan gambut di Indonesia tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua dengan variabilitas yang tinggi dalam hal ketebalan, kematangan dan kesuburan. Namun, tidak semua dapat digunakan sebagai lahan pertanian. Berdasarkan tingkat kematangannya, gambut dibedakan menjadi : *saprists peat*, *hemic* dan *fibric*. Gambut *saprists* adalah gambut yang mengalami dekomposisi maksimal dengan ciri berwarna coklat tua. Semakin hitam warna gambut, semakin subur tanahnya (Istina, *et al.*, 2015).

Gambut di daerah tropis mempunyai karakteristik yang khas, meliputi rendahnya kandungan unsur hara yang tersedia, kandungan bahan organik yang tinggi, pH yang rendah, kejenuhan basa yang rendah, kelarutan Al, Fe dan Mn yang tinggi, mengakibatkan unsur hara makro seperti N, P, K, Ca dan Mg yang tersedia tidak cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Upaya untuk memperbaiki kesuburan tanaman dapat melalui inokulasi mikroba *indigenous* yang berada di lahan gambut. Hal ini mempunyai keunggulan dimana nilai adaptif yang tinggi, salah satunya yaitu bakteri yang berkemampuan untuk membantu penyediaan hara bagi tanaman melalui mekanisme, penambatan, pelarutan dan mineralisasi hara P anorganik dan organik menjadi tersedia bagi tanaman (Pratiwi, 2019).

Analisis pada lahan gambut yang dilakukan oleh Kanokratana *et al.* (2011) diketahui bahwa mikroba yang terkandung memiliki komunitas beragam yang erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara. Secara umum, Jackson, Liew dan Yule

(2009) telah mengidentifikasi kelimpahan bakteri dan terjadi perubahan kelimpahan seiring dengan peningkatan kedalaman tanah.

2.1.2. Bakteri

Bakteri merupakan mikroba yang paling banyak ditemukan dalam tanah (sekitar 95%) (Glick, 2012), keberadaannya melimpah di rizosfer, jumlahnya berkisar antara 10^6 sampai 10^9 organisme per gram tanah rizosfer. Bakteri memiliki ukuran yang sangat kecil, umumnya berkisar antara 0.5 mm sampai 10 mm dan mempunyai tiga bentuk morfologi, yaitu bulat (*cocci*), batang (*bacilli*), dan kura (*comma*), serta biomasnya sangat kecil di tanah. Bakteri dapat membentuk koloni dan rantai (dua atau lebih sel), atau tetrad. 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 (Sylvia, *et al.*, 2005).

Secara umum, Saraswati, *et al.*, (2004) menggolongkan fungsi mikroba menjadi empat, yaitu meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah, sebagai perombak bahan organik dalam tanah dan mineralisasi unsur organik, bakteri rizosfer-endofit untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan membentuk enzim dan melindungi akar dari mikroba patogen, sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman. Berbagai reaksi kimia dalam tanah juga terjadi akibat bantuan mikroba tanah. Pemanfaatan teknologi mikroba khususnya bakteri di bidang pertanian dapat meningkatkan fungsi mikroba *indigenous* (asli, alamiah) dalam berbagai sistem produksi tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Peranan utama mikroba tersebut yaitu membantu tanaman mendapatkan unsur hara dan sebagai anti patogen yang merugikan tanaman inangnya. Keuntungan yang didapat oleh mikroba yaitu mendapatkan habitat dan suplai makanan dari tanaman (Widyati, 2013).

Tanaman memegang peranan penting dalam menentukan keanekaragaman mikroba di rizosfer karena interaksi antara tanaman dan mikroba yang diinisiasi oleh tanaman dengan cara mensekresikan eksudat akar akan menyeleksi mikroba (untuk mengundang atau mengusir populasi mikroba tertentu) dalam rizosfer. Sebaliknya mikroba yang mengkoloni rizosfer mengakibatkan terjadinya

modifikasi lingkungan fisik dan kimia tanah di sekitar rizosfer sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Perubahan fisik rizosfer oleh kehadiran mikroba terutama terjadi karena mikroba memproduksi senyawa polimer ekstraseluler (*extracellular polymeric substances*) seperti polisakarida dan globulin yang akan memperbaiki agregasi dan struktur tanah. Perubahan kimia dapat terjadi sebagai akibat dari adanya humifikasi bahan organik dan mineralisasi berbagai bahan organik (fosfor, sulfur dan nitrogen) menjadi bentuk yang siap diserap tanaman (Widyati, 2013). Bakteri tanah yang hidup bebas dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman sering disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT).

2.1.3. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) atau dalam bahasa Indonesia dikenal dengan bakteri pemacu tumbuh tanaman. Istilah PGPR digunakan untuk menggambarkan bakteri yang berkoloni di dalam tanah dan secara alami mempunyai kapasitas untuk merangsang pertumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung (Muleta, *et al.* 2013). Rizosfer merupakan area tanah yang mengelilingi secara langsung dan mempengaruhi serta dipengaruhi oleh akar tanaman. Di rizosfer biasanya mikroba bersimbiosis dan berkembang serta menyediakan senyawa organik melalui eksudatnya. Eksudat ini menciptakan lingkungan selektif untuk mikroba yang menguntungkan dan lebih lanjut dapat memediasi pertumbuhan tanaman melalui sintesis beberapa zat organik yang disekresikan di akar. Eksudat ini terdiri dari senyawa organik termasuk asam amino, protein, gula dan peptida (Adedeji, Haggblom dan Babalola, 2020).

Bakteri di rizosfer dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara positif maupun negatif. PGPR dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan berbagai mekanisme seperti pelarutan fosfat anorganik, produksi fitohormon dan asam organik, penurunan kadar etilen tanaman, fiksasi nitrogen dan biokontrol penyakit tanaman (Datta, *et al.*, 2011). Selain itu, berperan dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi berbagai bakteri patogen (terutama di daerah perakaran), dapat menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti

Indole Acetic Acid (IAA), pelarut fosfat dan penambat nitrogen serta menjaga kestabilan tekstur tanah (Susilawati, *et al.* 2016).

Mikroorganisme tanah yang umum dan telah dilaporkan seperti *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Rhizobium* dan *Pseudomonas* mempunyai peran penting dalam pelapukan tanah dan melarutkan unsur hara dari mineral yang tidak larut (Hu, *et al.*, 2018) dan mengeluarkan asam organik Sarikhani, *et al.*, (2018) serta dekomposisi bahan organik dan sisa tanaman (Etesami, Ernami dan Alikhani, 2017). Bakteri yang paling efisien yaitu dari golongan *Bacillus* dan *Penicillium* (Tilak, *et al.*, 2005). Jimenez (1997) dalam Muleta, *et al.*, (2013) telah menemukan bakteri pengikat nitrogen asal rizosfer kopi seperti *Acetobacter*.

PGPR mewakili berbagai jenis bakteri penghuni rizosfer yang berkoloni di perakaran tanaman dan dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan mekanisme langsung maupun tidak langsung. Mekanisme langsung melalui biofertilisasi, stimulasi pertumbuhan akar, rizoremediasi dan pengendali stres tanaman tanpa memberikan efek patogenitas (Dinesh, *et al.*, 2016). Sedangkan mekanisme pengendali biologis meliputi penurunan tingkat penyakit, antibiosis, induksi resistensi sistemik dan persaingan nutrisi serta merangsang pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman (Lugtenberg dan Kamilova, 2009). Strain PGPR yang umum yaitu *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* dan *Serratia* (Sun, *et al.*, 2020).

2.2. Kerangka berpikir

Lahan gambut merupakan salah satu lahan suboptimal yang potensial untuk pengembangan lahan pertanian. Gambut di daerah tropis umumnya mempunyai karakter yang unik, meliputi bahan organik tinggi, tetapi kandungan hara dan pH rendah. Hambatan pengembangan lahan gambut adalah kandungan nutrisi yang rendah dan permukaan air tanah yang tinggi. Unsur fosfat pada lahan gambut diikat oleh Fe dan Al sehingga tidak tersedia dan hanya 30% yang dapat diserap oleh tanaman (Istina, *et al.*, 2015). Serapan P yang kurang mengakibatkan pertumbuhan abnormal dan produksi tanaman rendah. Fosfat merupakan makro nutrisi penting

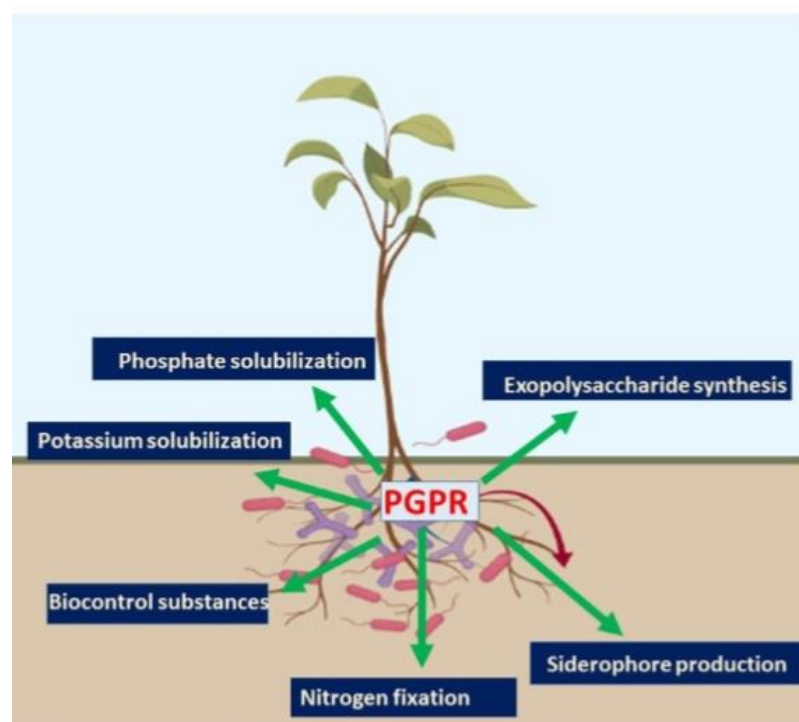
kedua setelah nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fosfat terlibat dalam fungsi biologis dasar seperti pembelahan sel, sintesis asam nukleat, fotosintesis, respirasi, transfer energi, pembentukan minyak dan gula serta pati (Awasthi, Tewari dan Nayyar, 2011).

Masyarakat pada umumnya menggunakan pupuk kimia untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Secara global, praktik pertanian yang secara terus menerus dengan mengaplikasikan pupuk kimia mengakibatkan efek merugikan bagi matriks tanah dan ekologi tanah. Pupuk P kimia yang diaplikasikan hanya 5% sampai 25% yang diserap oleh tanaman, sementara 75% sampai 95% sisanya bertahan di tanah dalam bentuk tidak terlarut (Awasthi, Tewari dan Nayyar, 2011). Akibat dari permasalahan tersebut, maka diperlukan strategi yang efektif khususnya dalam pengelolaan P dalam tanah sebagai alternatif pengganti pupuk kimia. Dalam hal ini, mikroorganisme tanah memainkan peran dalam peningkatan produktivitas tanaman dan kesehatan tanah (Krishnaraj dan Dahale, 2014).

Hasil penelitian yang dilakukan Pratiwi (2019), memperlihatkan bahwa di lahan gambut memiliki keanekaragaman mikroba yang cukup tinggi dan beberapa diantaranya memiliki potensi sebagai pupuk hayati. Untuk mendapatkan mikroba yang mampu bertahan di lahan suboptimal, perlu diisolasi mikroba *indigenous*. Mikroba tersebut lebih adaptif dan memiliki sejumlah karakter fungsional yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Situmorang, *et al.*, (2015), menunjukkan bahwa introduksi pupuk hayati berbahan aktif mikroba *indigenous* asal tanah gambut berpengaruh baik bagi pertumbuhan kelapa sawit yang ditanam di lahan gambut. Efek menguntungkan dari inokulasi rizobakteri *indigenous* telah dibuktikan pada beberapa tanaman, seperti gandum (Govindasamy, Senthilkumar dan Annapurna, 2014), Padi (Cassán, Vanderleyden dan Spaepen, 2014), bunga matahari (Ambrosini, *et al.*, 2012), jagung (Arruda, *et al.*, 2013) dan cabai (Datta, *et al.*, 2011).

Pemanfaatan mikroba *indigenous* asal tanah gambut bisa menjadi alternatif untuk mengembangkan pupuk hayati. Pupuk hayati atau mikroba inokulan adalah mikroorganisme hidup yang bila diaplikasikan pada biji atau permukaan tanaman dapat mempengaruhi rizosfer dan atau jaringan tanaman untuk mendorong

pertumbuhan tanaman (Bhattacharyya dan Jha, 2012). Sekitar 2% sampai 5% dari total bakteri rizosfer dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara positif yang umumnya disebut rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman/ *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui beberapa mekanisme biologis seperti produksi hormon auksin, kemampuan melarutkan fosfat dan fiksasi nitrogen Patten (1996) dalam (Batistaa, *et al.*, 2018).

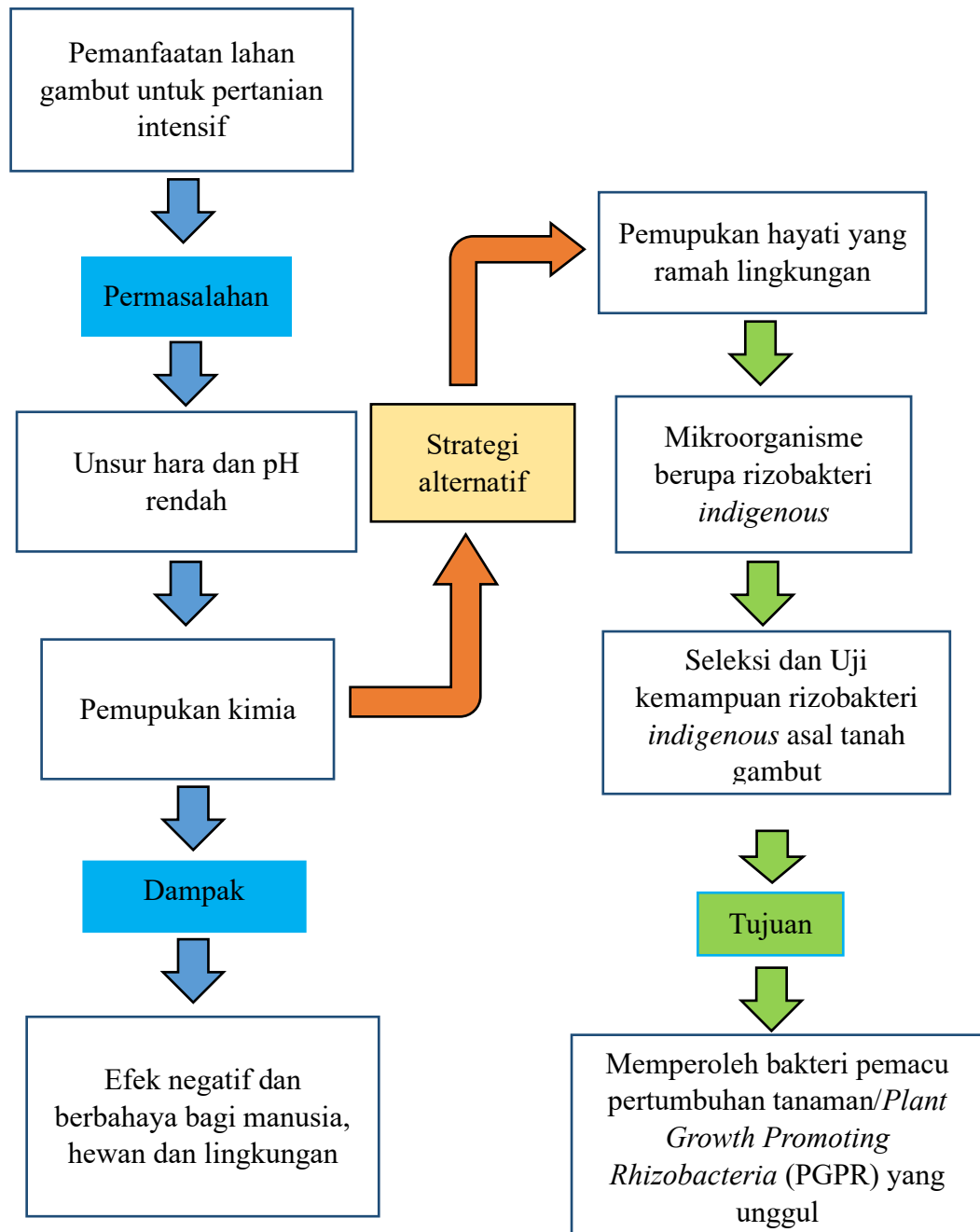


Gambar 1. Peran *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)
Sumber : (Adedeji, Haggblom dan Babalola, 2020)

Berdasarkan beberapa penelitian diketahui bahwa PGPR dapat memproduksi giberelin, *Indole 3 Acetic Acid* (IAA) dan beberapa elemen yang tidak teridentifikasi yang mampu meningkatkan permukaan akar, luas akar dan ujung akar serta meningkatkan nutrisi dalam tanah (Shahid, *et al.*, 2018). PGPR dapat menghasilkan sitokinin, mengakumulasi asam absisat (ABA) dan antioksidan yang dapat mendetoksifikasi (Abbas, *et al.*, 2019). Oleh karena itu, Penelitian mengenai

seleksi dan uji kemampuan rizobakteri *indigenous* asal tanah tanah gambut sebagai agen pemacu tumbuh tanaman perlu dilakukan dan dikembangkan lebih jauh lagi.

Adapun alur kerangka pemikiran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Diagram alur kerangka berpikir

2.3. Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir dan uraian di atas, maka dapat diperoleh hipotesis sebagai berikut :

- a. Ditemukan rizobakteri *indigenous* dari tanah gambut.

Rizobakteri *indigenous* asal tanah gambut mempunyai potensi dalam memacu tumbuh tanaman.