

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Sutedjo (2010) tanah yang terus menerus ditanami akan berkurang unsur haranya, oleh karena itu perlu dilakukan pemupukan untuk meningkatkan produktivitasnya. Kegiatan pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara ke dalam tanah dan tanaman, sehingga dapat menggantikan unsur yang habis terpakai untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Lingga dan Marsono, 2007). Pupuk yang paling banyak digunakan oleh masyarakat adalah pupuk kimia. Walaupun pupuk kimia memiliki dampak negatif bagi lingkungan, namun masih banyak petani yang memilih menggunakannya sebagai pilihan utama. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk kimia (anorganik) memiliki kelebihan yakni lebih mudah didapatkan (Dewanto dkk., 2013), dan nutrisi yang ada dapat diserap oleh tanaman dengan cepat setelah pupuk dilarutkan dan diaplikasikan ke tanah (Matsumoto dan Yamano, 2009). Namun, penggunaan pupuk kimia seperti pupuk NPK yang tidak terkendali untuk jangka panjang mengakibatkan pencemaran tanah (Syarifudin dkk., 2010). Selain itu dapat menyebabkan kadar bahan organik tanah menurun, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, perlu adanya pengendalian dan penggunaan *biofertilizer* sebagai alternatif yang mengandung mikroorganisme aktif. Mikroorganisme aktif di dalamnya dapat memenuhi kebutuhan tanaman untuk tumbuh seperti makronutrien fosfor dan nitrogen, serta dapat menghasilkan fitohormon (Bargaz dkk., 2018). Menurut Campbell dkk. (2004) terdapat 9 makronutrien yang meliputi 6 unsur penyusun utama senyawa organik yakni; karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, sulfur dan fosfat. Tiga lainnya yakni kalium, kalsium, dan magnesium. Selain itu, terdapat unsur-unsur yang hanya dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, atau disebut mikronutrien, antara lain adalah besi, klorida, tembaga, boron, dsb. Dengan demikian, *biofertilizer* dapat menjadi pupuk alternatif yang lebih ramah lingkungan

serta dapat menjaga dan meningkatkan pemanfaatan ekosistem secara berkelanjutan sebagai bentuk implementasi dari program *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Biofertilizer adalah bahan yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diaplikasikan pada tanah akan membentuk koloni pada organ tanaman sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan ketersediaan unsur hara primer (Muraleedharan dkk., 2010). Selain itu, mikroba hidup yang terkandung dalam *biofertilizer* bermanfaat untuk mengaktifkan serapan hara oleh tanaman, menekan *soil-borne disease*, mempercepat proses pengomposan, memperbaiki struktur tanah, dan menghasilkan substansi aktif yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Tombe, 2008). Pada umumnya, kelompok mikroorganisme yang menyusun *biofertilizer* adalah kelompok mikroba penambat N, pelarut P, dan pendegradasi bahan organik seperti selulosa (Surtiningsih, 2015), serta penghasil hormon tumbuhan seperti giberelin, sitokinin, dan IAA (*Indole-3-Acetic Acid*) (Kartikawati dkk., 2017). Riset yang dilakukan oleh Neneng dkk. (2017) menyimpulkan bahwa pertumbuhan dan produktivitas jagung manis (*Zea mays*), dan kacang kedelai (*Glycine max*) dengan penambahan *biofertilizer* yang berisi formulasi *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Klebsiella sp.*, *Aspergillus sp.*, *Trichoderma sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Penicillium sp.*, berbeda signifikan dengan kontrol negatif atau yang tidak diberi penambahan *biofertilizer*.

Biofertilizer dapat tersusun atas mikroba tunggal atau konsorsium mikroba. Konsorsium merupakan campuran populasi mikroba yang memiliki hubungan kooperatif dan komensal apabila dalam keadaan substrat yang mencukupi dan tidak saling bersifat antagonisme (Alam dan Zulaika, 2020). Menurut Ding dan Wang (2016) penggunaan konsorsium mikroba pada *biofertilizer* yang diaplikasikan pada tanaman cenderung memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan isolat tunggal, hal ini disebabkan karena tiap jenis mikroba dapat menghasilkan metabolit sekunder atau enzim yang dapat saling melengkapi untuk dapat bertahan hidup sehingga bakteri dapat tumbuh.

Nitrogen menjadi salah satu makronutrien yang dibutuhkan oleh tanaman. Namun, keberadaan nitrogen bebas di atmosfer tidak dapat dimanfaatkan oleh

tanaman secara langsung, sehingga perlu adanya bantuan bakteri. Bakteri penambat N berperan untuk menambat N_2 bebas di udara dan mengubahnya menjadi ammonium sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk tumbuh (Metasari, 2011). Di dalam tanah, unsur fosfor (P) terpresipitasi oleh kompleks kation logam-logam seperti Al, Ca, dan Fe, sehingga unsur P tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Sharma dkk, 2013). Untuk mengatasi hal tersebut, bakteri pelarut P akan menghasilkan asam organik yang akan mengikat kation logam, sehingga unsur P yang semula tidak larut menjadi unsur P terlarut (ortofosfat) yang dapat diserap oleh tanaman (Hartati dkk., 2021). Pada tanah, terdapat senyawa organik yang melimpah salah satunya yakni selulosa. Salah satu hormon yang dapat membantu pertumbuhan tanaman adalah, hormon IAA. Hormon IAA endogen yang dihasilkan oleh sel-sel tanaman sendiri belum maksimal dalam mendorong pertumbuhan tanaman, IAA endogen hanya dapat menstimulasi pemanjangan akar utama. Namun, dengan adanya IAA eksogen yang dihasilkan oleh bakteri mengakibatkan tanaman dapat terstimulasi untuk membentuk akar lateral dan akar adventif (Astriani, 2015), sehingga penyerapan zat hara oleh akar lebih luas dalam tanah. Selain itu, kelimpahan selulosa dalam tanah dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman, oleh karena itu diperlukan bakteri selulolitik untuk mendegradasinya menjadi lebih sederhana dan dapat berguna untuk pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu keberadaan bakteri-bakteri tersebut penting sebagai penyusun konsorsium *biofertilizer*, sehingga ketika *biofertilizer* diaplikasikan pada tanah akan dapat optimal dalam membantu pertumbuhan tanaman.

Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat beragam dan harus dimanfaatkan secara berkelanjutan. Salah satu kawasan yang belum banyak dieksplorasi manfaatnya adalah tanah mangrove Jenu Tuban dan tanaman mangrove Lamongan. Kondisi tanah mangrove yang kaya akan bahan organik cocok menjadi habitat mikroorganisme di sekitar perakaran mangrove (Dewi dkk., 2017). Tanah tersebut dikenal dengan rhizosfer, menurut Pinton dkk. (2007) Mikroorganisme di daerah rhizosfer berperan penting dalam penyuburan ekologis tanaman dan siklus geokimia mineral-mineral dan membentuk koloni pada tanaman serta melindungi tanaman dengan menghasilkan antibiotik (Kent dan Triplett,

2002). Selain itu, tanaman mangrove juga berpotensi menjadi tempat hidup banyak mikroorganisme, salah satunya bakteri endofit. Bakteri endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman (*xylem* atau *phloem*), daun, akar buah dan batang yang akan membentuk koloni di dalamnya tanpa membahayakan inangnya, serta dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya (Irdawati dkk., 2017). Oleh karena itu, ekosistem mangrove menjadi salah satu tempat di mana dapat diisolasi bakteri-bakteri potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai konsorsium *biofertilizer*.

Telah banyak isolat-isolat mikroba yang diisolasi dari ekosistem mangrove yang selanjutnya dapat menjadi kandidat konsorsium *biofertilizer*. Konsorsium tersebut akan dapat berperan baik untuk pertumbuhan tanaman yang tumbuh pada lingkungan yang ekstrem. Menurut Simanungkalit dkk. (2006) agar *biofertilizer* dapat efektif digunakan, maka salah satu yang harus dilakukan pada tahap formulasi adalah seleksi mikroba seperti pemilihan mikroba potensial dan yang saling sinergi antar populasi. Untuk dapat mengetahui apakah antar kandidat bakteri penyusun konsorsium *biofertilizer* dapat sinergi atau tetap hidup apabila disimpan bersama-sama dalam media cair dalam jangka waktu yang telah ditentukan, maka dapat diuji menggunakan uji sinergisme.

Beberapa penelitian terdahulu telah menguji sinergisme antar bakteri sebagai kandidat penyusun *biofertilizer*, seperti Abdi (2018) pada penelitiannya menggunakan metode *streak* silang pada NA, dilanjutkan dengan metode *Total Plate Count* (TPC) antar 2 bakteri selulolitik yang ditumbuhkan pada *cocktail inoculum*. Pada penelitiannya menyimpulkan bahwa 10 kombinasi isolat bakteri selulolitik asal limbah jagung menunjukkan hubungan yang saling sinergi, sedangkan 5 kombinasi isolat bakteri selulolitik asal limbah jagung lainnya menunjukkan hubungan yang tidak bersinergi. Selain itu, Hartanti (2020) menguji sinergisme 4 bakteri endofit tanaman padi yang berhasil diisolasinya, yakni genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter*, dan *Azotobacter*. Metode yang digunakannya adalah *streak* silang pada media NA dan *blank disk* yang ditetaskan suspensi bakteri kemudian diletakkan pada media NA yang telah dioleskan suspensi bakteri lain. Hasilnya menunjukkan bahwa ke-4 bakteri tersebut saling bersinergi.

Pada penelitian ini digunakan 5 isolat bakteri yang diisolasi dari mangrove serta telah diketahui potensinya, antara lain bakteri selulolitik kode LII.3-4, pelarut P kode TBN13, penambat N kode 10, dan 2 bakteri penghasil hormon IAA kode LMG15 dan LMG43. Bakteri penghasil hormon IAA kode LMG15 dan LMG43 merupakan bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman mangrove. Menurut Afzal dkk. (2019) bakteri endofit memiliki peran baik dalam menghasilkan metabolit sekunder yang dapat melindungi sel tanaman inang dari stres lingkungan maupun dari serangan mikroba lain dengan menghasilkan antibiotik. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan 2 strain bakteri penghasil hormon IAA yang berbeda sebagai upayaantisipasi karena diketahui salah satu strain bakteri penghasil hormon IAA berasal dari genus *Bacillus* yang merupakan penghasil antibiotik. Metode yang digunakan adalah *streak* silang pada media NA, selain itu dilakukan pengujian respons pertumbuhan masing-masing isolat dan konsorsium pada media cair molase 2%. Media cair umum tersebut digunakan sebagai media pembawa konsorsium *biofertilizer* karena mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri (Fardiaz, 1987) serta sebagai bentuk memanfaatkan limbah dari pengolahan gula tebu. Pengujian respons pertumbuhan dilakukan menggunakan metode TPC menggunakan media NA kemudian dilanjutkan dengan konfirmasi aktivitas bakteri dengan media uji yakni *Bushnell-Haas Mineral* + CMC agar untuk menguji bakteri selulolitik, *Pikovskaya* agar untuk bakteri pelarut P, *Nitrogen Free Bromothymol* (NFB) semi solid untuk bakteri penambat N, dan *Nutrient Broth* (NB) + *L-tryptophan* untuk bakteri penghasil hormon IAA. Metode TPC dipilih karena dapat dihitung viabilitas sel bakteri yang menunjukkan kelimpahannya. Kelimpahan suatu bakteri sangat dipengaruhi oleh adanya kompetisi antar populasi, dimana campuran jenis bakteri pada suatu media akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan ketahanan hidup (viabilitas) bakteri (Naughton dan Larry, 1990) dengan satuan CFU/mL. Penghitungan jumlah sel bakteri dan konfirmasi aktivitas bakteri dalam konsorsium dilakukan juga sebagai tahap untuk mengetahui kesesuaian mutu dan teknis dengan standar mutu *biofertilizer* yang telah diatur pada PERMENTAN No.70 tahun 2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenahan tanah. Oleh karena itu pengujian-pengujian ini dilakukan untuk membantu menemukan

isolat-isolat bakteri yang sinergi dan optimal untuk mendukung pertumbuhan antar populasi pada media cair molase 2%, sehingga dapat diuji lebih lanjut menjadi formulasi *biofertilizer* dengan jumlah bakteri potensial yang terukur dan akan efektif apabila nantinya diaplikasikan pada tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Dari kelima isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini (isolat bakteri selulolitik kode LII.3-4, pelarut P kode TBN13, penambat N kode 10, penghasil hormon IAA kode LMG15 dan LMG43) manakah yang bersinergi satu sama lain sehingga bisa digunakan sebagai kandidat penyusun konsorsium *biofertilizer*?
2. Bagaimana respons pertumbuhan masing-masing isolat bakteri yang saling bersinergi ketika ditumbuhkan pada media cair molase 2%?
3. Bagaimana respons pertumbuhan konsorsium isolat bakteri yang bersinergi ketika ditumbuhkan bersama-sama pada media cair molase 2%?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui diantara kelima isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini (isolat bakteri selulolitik kode LII.3-4, pelarut P kode TBN13, penambat N kode 10, penghasil hormon IAA kode LMG15 dan LMG43) mana saja yang dapat bersinergi satu sama lain sehingga dapat menjadi kandidat penyusun konsorsium *biofertilizer*.
2. Mengetahui respons pertumbuhan masing-masing isolat bakteri yang bersinergi ketika ditumbuhkan pada media cair molase 2%.
3. Mengetahui respons pertumbuhan konsorsium isolat bakteri yang bersinergi ketika ditumbuhkan bersama-sama pada media cair molase 2%.

1.4 Asumsi Penelitian

Metode yang digunakan untuk uji sinergisme antar isolat bakteri adalah metode *streak* yang digoreskan saling bersinggungan pada media umum *Nutrient Agar* (NA). Semua isolat, yakni LII.3-4, TBN13, 10, LMG15 dan LMG43 akan saling bertemu satu sama lain, asumsinya setelah diinkubasi 24 jam dan diamati di antara dua isolat yang bersinggungan akan menunjukkan ada atau tidaknya zona hambat pada daerah pertemuan kedua isolat. Sehingga pada pengujian ini akan diketahui bakteri yang saling sinergi dan tidak sinergi. Zona hambat terbentuk menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri yang terhambat karena adanya bakteri lainnya yang kemungkinan dapat menghasilkan antibiotik atau zat antibakteri lainnya.

Ketika masing-masing isolat bakteri ditumbuhkan dalam media cair molase 2%, maka akan menunjukkan perubahan jumlah sel setiap waktu pengamatan karena adanya perubahan kecukupan nutrisi (Supriyanto dkk., 2015). Jika kurva menunjukkan kenaikan jumlah sel, maka diasumsikan isolat-isolat tersebut mampu memanfaatkan media cair molase 2%, sedangkan jika kurva menunjukkan penurunan jumlah sel, maka isolat-isolat tersebut tidak mampu memanfaatkan molase 2% sebagai media tumbuh. Saat isolat-isolat yang telah lolos uji sinergisme dan ditumbuhkan bersama-sama sebagai konsorsium dalam media cair molase 2%, maka akan menunjukkan perubahan jumlah sel konsorsium setiap waktu pengamatan. Jika kurva mengalami kenaikan jumlah sel, maka antar isolat bakteri saling bersinergi dalam molase 2%, sedangkan jika kurva mengalami penurunan jumlah sel, maka antar isolat tidak saling bersinergi dalam molase 2%.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berupa data pendahuluan untuk menyusun formula *biofertilizer* yang dapat bermanfaat secara optimal untuk meningkatkan kualitas tanaman.