

APLIKASI *Streptomyces* sp. SEBAGAI AGEN HAYATI PENGENDALI LALAT BUAH (*Bactrocera* sp.) DAN PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA (PGPB) PADA TANAMAN TOMAT DAN CABAI

Penta Suryaminarsih^{*}, Wiwik Sri Harijani, Elly Syafriani, Noni Rahmadhini, Ramdan Hidayat
Program Studi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia
Jalan Raya Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota SBY, Jawa Timur 60294, Indonesia

Correspondence author: penta_s@upnjatim.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan *Streptomyces* sp. sebagai agen hayati pengendali lalat buah dan *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB) pada tanaman tomat dan cabai. *Streptomyces* sp. yang digunakan berasal dari hasil eksplorasi dari rhizosfer lahan tomat yang terkontaminasi pestisida di Kecamatan Pare dan hutan lindung Merubetiri. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu isolat asal lahan tomat yang terkontaminasi pestisida (TP), isolat hutan lindung Merubetiri 1 (Mrb1) dan isolat hutan lindung Merubetiri 2 (Mrb2), sedangkan faktor kedua adalah seri pengenceran yaitu seri pengenceran 10^3 , 10^4 , 10^5 . Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan semua isolat *Streptomyces* sp. yang digunakan sebagai agen hayati dapat mengendalikan lalat buah *Bactrocera* sp. dan berpotensi sebagai PGPB untuk tanaman tomat dan cabai. Rata-rata pertumbuhan tanaman tomat dan cabai tertinggi dengan perlakuan *Streptomyces* sp. dari lahan tomat Pare (TP) dengan seri pengenceran 10^3 . Jumlah bunga yang terbanyak terdapat pada tanaman tomat dengan pengaplikasian TP dengan seri pengenceran 10^5 dan Mrb dengan seri pengenceran 10^3 .

Kata kunci: Agen hayati, *Bactrocera* sp., PGPB, rhizosfer, *Streptomyces* sp.

APPLICATION OF *Streptomyces* sp. AS BIOLOGICAL AGENT FRUIT FLY CONTROLLER (*Bactrocera* sp.) AND PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA (PGPB) IN TOMATO AND CHILLI PLANTS

Abstract

This study aims to apply *Streptomyces* sp. as a fruit fly controlling biological agent and Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) in tomato and chili plants. *Streptomyces* sp used was derived from exploration results from rhizosphere of tomato land contaminated with pesticides in Pare District and Merubetiri protected forest. The experiment was arranged using a completely randomized design with 2 factors. The first factor was isolates from tomato land contaminated with pesticides (TP), protected forest isolates Merubetiri 1 (Mrb1) and isolates from Merubetiri 2 protected forest (Mrb2), while the second factor is a series of dilutions, namely dilution series 10^3 , 10^4 , 10^5 . Each treatment was repeated 4 times. The results showed that all *Streptomyces* sp. isolates had potential as biological agents for controlling fruit flies *Bactrocera* sp. and as a PGPB for tomato and chili plants. The highest average growth of tomato and chili plants is treated by *Streptomyces* sp. from tomato Pare (TP) with 10^3 dilution series. The highest amount of interest was found in tomato plants with the application of TP 10^5 and Mrb dilution series with 10^3 dilution series

Keywords: Biological agent, *Bactrocera* sp., PGPB, rhizosphere, *Streptomyces* sp.

PENDAHULUAN

Tingginya pemanfaatan cabai merah dan tomat menjadikan kedua komoditas tersebut bernilai ekonomi tinggi. Budidaya keduanya hampir merata berada di seluruh dunia terutama di negara tropis. Baik tanaman cabai merah dan tomat dapat tumbuh subur di lingkungan wilayah Indonesia yang sangat sesuai untuk habitat keduanya. Namun demikian, pertumbuhan kedua tanaman tersebut selalu disertai dengan serangan hama dan penyakit yang sulit diatasi. Hal ini disebabkan oleh faktor iklim Indonesia sebagai negara tropis memungkinkan sejumlah hama dan penyakit untuk berkembangbiak pesat dan

menjadi masalah utama di lahan pertanaman. Salah satu hama yang banyak dilaporkan menyerang tanaman cabai merah dan tomat adalah lalat buah (*Bactrocera* sp.) (Sunarno, 2013).

Bactrocera sp. merupakan hama penting yang menyebabkan penurunan hasil berkisar antara 20-60% hingga kegagalan panen. Persentase penurunan hasil yang disebabkan tergantung pada jenis buah/sayuran, intensitas serangan dan kondisi iklim/musim (Hasyim *et al.*, 2014). Pada tanaman cabai merah, lalat buah menyerang langsung bagian buah sehingga pada buah muda menyebabkan bentuk buah tidak normal, berkalus dan gugur. Serangan larva lalat

buah akan memakan bagian dalam atau daging buah cabai merah sampai habis (Antari *et al.*, 2014). Lebih lanjut, serangan pada buah tua akan menyebabkan buah menjadi busuk basah akibat bekas serangan larva lalat buah terinfeksi bakteri dan jamur (Indriyanti *et al.*, 2014). Sedangkan serangan lalat buah pada tanaman tomat mengakibatkan penurunan kualitas dan buah muda gugur (Boopathi *et al.*, 1990). Lalat buah menyerang tanaman tomat dengan cara meletakkan telur di bawah kulit buah, kemudian menetas dan larva memakan daging buah tomat yang membusuk. Buah yang terinfestasi larva lalat buah akan menjadi busuk dan tidak dapat dimakan, atau gugur sehingga menyebabkan kehilangan hasil (Boopathi, 2013a).

Sejauh ini, upaya pengendalian yang dilakukan oleh petani untuk mengatasi serangan lalat buah pada pertanaman cabai merah dan tomat mereka ialah dengan aplikasi insektisida kimia secara terus-menerus. Hal ini diketahui bukan merupakan solusi terbaik mengingat sejumlah faktor, diantaranya: lalat buah termasuk hama poliphagous yaitu memiliki banyak tanaman inang alternatif sehingga sangat sulit dikendalikan, aplikasi insektisida kimia jangka panjang berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan seperti menimbulkan resistensi dan resurgensi hama serta membunuh organisme non target. Faktor lainnya yaitu tingginya biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh petani untuk menyediakan insektisida kimia yang dibutuhkan dalam pengendalian lalat buah. Untuk meminimalisir penggunaan insektisida kimia oleh petani dibutuhkan alternatif lain yang teruji efektif mengendalikan serangan lalat buah, ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan.

Pemanfaatan musuh alami sebagai agen biokontrol diketahui mampu mengendalikan sejumlah hama dan penyakit secara signifikan dan ramah lingkungan. Sejalan dengan hal tersebut, salah satu organisme bakteri antagonis yang telah dilaporkan mampu mengendalikan lalat buah dari spesies *Drosophila melanogaster* adalah bakteri *Streptomyces* sp. Bakteri ini secara signifikan menurunkan persentase pembentukan pupa pada *D. melanogaster* dengan mekanisme enzimatik. Enzim kitinase yang diproduksi oleh *Streptomyces* sp. diprediksi mempengaruhi pembentukan senyawa kitin yang dibutuhkan sebagai penyusun kutikula pada pupa *D. melanogaster* (Gadelhak *et al.*, 2005). Tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol, *Streptomyces* sp. juga dilaporkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sebagai *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB) (Tamreihao *et al.*, 2016), pendegradasi bahan organik di alam, penghasil antibiotik dan digunakan untuk komponen komersial lainnya

(Basilio *et al.*, 2003; Bentley *et al.*, 2002; Saugar *et al.*, 2002).

Bakteri-bakteri yang digunakan sebagai PGPB memiliki tiga peran utama yaitu: 1) sebagai biofertilizer yang berfungsi membantu menyediakan nutrisi atau kebutuhan unsur hara dari dalam tanah untuk tanaman, 2) sebagai biostimulan berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fitohormon (*indole acetic acid*, sitokinin, giberelin) yang diproduksi oleh PGPB bagi tanaman inang, dan 3) sebagai bioprotektan berfungsi untuk menekan dan menghambat perkembangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman inang (Rai, 2006). *Streptomyces* sebagai biofertilizer dilaporkan oleh Doolotkeldieva *et al.* (2015) dengan hasil signifikan terbukti meningkatkan pertumbuhan gandum dan kacang kedelai yang ditanam pada tanah yang kesuburannya rendah dan tanpa adanya pemupukan. Sebagai biostimulan dan bioprotektan, Vurukonda *et al.* (2018) melaporkan sejumlah senyawa stimulan pertumbuhan tanaman yang dihasilkan oleh *Streptomyces* dan senyawa metabolit yang berfungsi sebagai antijamur dan antibakteri untuk organisme patogen.

Streptomyces sp. umumnya memiliki habitat di sekitar perakaran tanaman (rhizosfer) dan bahkan genus yang paling dominan di dalam tanah hingga 86% (Nurkanto, 2007). *Streptomyces* sp. potensial sebagai agen hayati dan PGPB dapat diperoleh dari rhizosfer tanaman sehat yang tumbuh di sekitaran tanaman yang sakit atau terinfeksi. *Streptomyces* sp. yang berhasil hidup di lingkungan tercekam dengan tingkat serangan patogen serta aplikasi insektisida yang tinggi, diduga memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai agen hayati dan PGPB. Selain itu, rhizosfer dari tanaman hutan diketahui kaya akan populasi mikroba potensial yang beranekaragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan *Streptomyces* sp. hasil isolasi dari tanah di lahan tomat yang terkontaminasi pestisida dan hutan lindung Merubetiri. Diharapkan aplikasi *Streptomyces* sp. yang berhasil diisolasi memiliki potensi yang tinggi sebagai agen hayati untuk mengendalikan lalat buah dan sebagai PGPB untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dan cabai.

METODE PENELITIAN

Rearing Lalat Buah (*Bactrocera* sp.)

Rearing lalat buah dilakukan dengan cara mengumpulkan tanaman inang yang telah terserang lalat buah (*host plant*). Lalat buah diperbanyak di dalam media kandang. Telur yang dihasilkan oleh lalat buah dewasa dipelihara dengan pemberian pakan buatan hingga menjadi larva. Larva instar terakhir akan

melenting ke dalam tanah dan menjadi pupa. Pupa akan bermetamorfosis menjadi lalat buah dewasa dan menghasilkan telur kembali.

Membuat Suspensi Agen Hayati

Suspensi agen hayati merupakan isolat *Streptomyces* sp. yang diisolasi dari lahan tomat yang terkontaminasi pestisida dan hutan lindung Merubetiri. Suspensi dibuat dengan metode pengenceran, yaitu: mencampur kultur bakteri *Streptomyces* sp. (14 hari) ke dalam 10 mL air steril pada tabung reaksi. Selanjutnya tabung berisi mikroorganisme tersebut divorteks dengan kecepatan tinggi selama 2 menit. Masing-masing suspensi yang didapat dilakukan penyaringan dengan kertas Whatman nomor 2, lalu diambil sebanyak 1 mL dan disuspensikan kembali ke dalam 9 mL aquades steril (sampai pengenceran 10^5), dan divorteks selama 1 menit. Kerapatan spora bakteri *Streptomyces* sp. diamati dengan metode tuang kocok yaitu sebanyak 1 mL suspensi awal dimasukkan ke dalam 9 mL media NA cair dan diinkubasi pada suhu 40°C, lalu divorteks dan dituang pada petri steril, selanjutnya dihitung dan diamati koloni yang tumbuh setelah diinkubasi selama 10 hari.

Menyiapkan Tanah serta Bibit Tomat dan Cabai

Tanah yang akan digunakan sebagai media tanam untuk bibit tomat dan cabai disiapkan dengan cara mencampur tanah taman dan kompos dengan perbandingan 1:1. Campuran keduanya diaduk sampai rata kemudian disterilkan dengan menggunakan uap air panas (dikukus). Selanjutnya, tanah steril tersebut dimasukkan ke dalam kotak semai dan polibag. Benih tanaman tomat yang sehat, diredam air hangat 50°C, kemudian ditanam dalam tanah di kotak pembenihan. Selanjutnya dilakukan penyiraman setiap hari, setelah bibit tomat memiliki daun sempurna (14-21 hari) bibit siap dipindahkan pada tanah yang diberi agen hayati sesuai perlakuan dan pupa lalat buah.

Inokulasi Larva Lalat Buah pada Tanaman

Sepuluh ekor larva lalat buah diinvestasikan pada tanah tanaman tomat dan cabai yang telah berbuah, kemudian dilakukan pengamatan setiap hari sampai peletakkan telur. Selanjutnya dilakukan penyemprotan suspensi agen hayati pada saat instar 1. Pengamatan dilakukan terhadap persentase serangan pada panen I dan panen II.

Aplikasi Agen Hayati pada Bibit dan Tanaman Tomat dan Cabai

Aplikasi agen hayati dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah isolat *Streptomyces* sp. yang digunakan untuk

mengendalikan serangga lalat buah (*Bactrocera* sp.) yaitu isolat asal lahan tomat yang terkontaminasi pestisida (TP) dan isolat hutan lindung Merubetiri 1 (Mrb1) dan isolat hutan lindung Merubetiri 2 (Mrb2) (A1, A2, A3), serta kontrol (K) yaitu tanaman sakit (dengan larva dan pupa lalat buah, tanpa perlakuan agen hayati). Faktor kedua yaitu kerapatan spora dengan pengenceran 10^3 , 10^4 , dan 10^5 (P1, P2, dan P3). Aplikasi agen hayati dilakukan pada tanaman cabai dan tanaman tomat dengan cara disiram pada permukaan tanah di sekitar pangkal batang tanaman tomat dan cabai setelah pindah tanam. Selanjutnya, 20 mL dari tiap jenis agen hayati disemprotkan pada buah/bunga pertama di masing-masing dompolan. Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan untuk masing-masing tanaman tomat dan cabai yaitu A1P1, A1P2, A1P3, A2P1, A2P2, A2P3, A3P1, A3P2, A3P3 dan K. Pengamatan dilakukan terhadap persentase serangan:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: P = persentase serangan lalat buah
a = jumlah buah yang terserang
b = jumlah buah yang ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi *Streptomyces* sp. sebagai Agen Hayati

Hasil analisa persentase serangan lalat buah pada cabai antar perlakuan berbeda nyata. Pengaplikasian suspensi *Streptomyces* sp. pada perlakuan A1P1, A1P2 dan A1P3 persentase serangan *Bactrocera* sp. yaitu 20 % - 40 %. Pengaplikasian *Streptomyces* sp. isolat A2P2, A3P3 dan kontrol rata rata persentase serangan 50% - 60% (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata persentase serangan lalat buah *Bactrocera* sp. pada tanaman cabai

Perlakuan	Persentase Serangan
A ₂ P ₁	0 a
A ₁ P ₂	21 b
A ₁ P ₃	33 b
A ₂ P ₂	33 b
A ₁ P ₁	37 b
A ₃ P ₃	38 b
A ₂ P ₃	43 b
A ₃ P ₁	43 b
A ₃ P ₂	63 c
Kontrol	60 c

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan berbeda nyata dengan uji DMRT 5%.

A₁P₁ : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^3

A₁P₂ : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^4

A₁P₃ : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^5

A₂P₁ : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^3

A₂P₂ : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^4

A₂P₃ : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^5

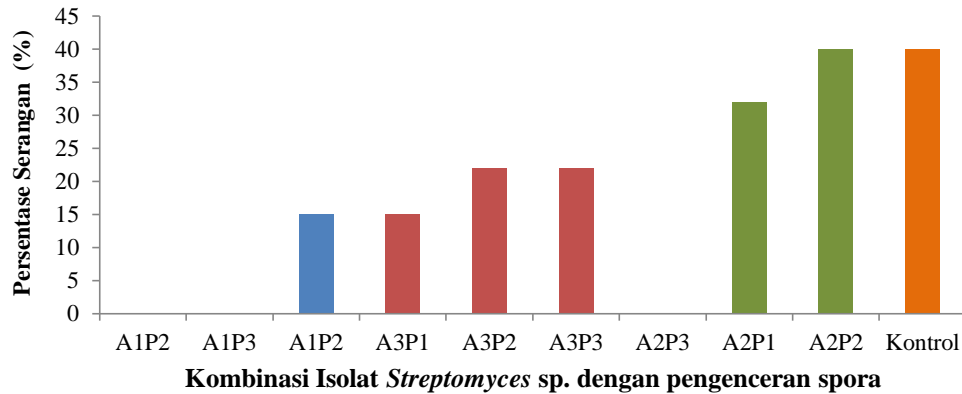
A₃P₁ : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^3

A₃P₂ : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^4

A₃P₃ : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^5

Hasil analisa persentase serangan lalat buah pada tomat antara perlakuan tidak berbeda nyata. Pemberian *Streptomyces* sp. yang berasal dari lahan tomat Pare (Atp) pada seri pengenceran 10^3 , 10^4 , 10^5 , rata-rata persentase serangan *Bactrocera* sp. 0% - 15%. Pemberian

Streptomyces sp. dari Merubetiri (Mrb1) seri pengenceran 10^3 , 10^4 , 10^5 dan kontrol rata-rata persentase serangan 0% - 40%, *Streptomyces* sp. dari Merubetiri (Mrb1) *Streptomyces* sp. dari Merubetiri (Mrb2) rata-rata persentase serangan 15% - 22% (Gambar 1)



Gambar 1. Grafik pengaruh pemberian *Streptomyces* sp. terhadap rata-rata persentase serangan lalat buah *Bactrocera* sp. pada tanaman tomat

Keterangan= A1P1 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^3 , A1P2 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^4 , A1P3 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^5 , A2P1 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^3 , A2P2 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^4 , A2P3 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^5 , A3P1 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^3 , A3P2 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^4 , A3P3 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^5

Isolat *Streptomyces* sp. A1P1, A1P2 dan A1P3 lebih dapat mengurangi persentase serangan *Bactrocera* sp. dibandingkan isolat *Streptomyces* sp. dari Merubetiri (Mrb1 dan Mrb2). Hal ini karena isolat *Streptomyces* sp. A1 memiliki kemampuan menghasilkan kitinolitik lebih kuat yang ditunjukkan dengan hasil uji kitinolitik pada media CGA (hasil penelitian pendahuluan yang tidak dipublikasikan). Kitinase dapat mendegradasi sel pupa dan larva *Bactrocera* sp. yang digunakan oleh serangga selama proses *molting* (Zhang *et al.*, 2002). Hasil penelitian Gadelhak *et al.* (2005) menunjukkan bahwa bakteri ini secara signifikan menurunkan persentase pembentukan pupa pada *D. melanogaster* dengan mekanisme enzimatik. Enzim kitinase yang diproduksi oleh *Streptomyces* sp. diprediksi mempengaruhi pembentukan senyawa kitin yang dibutuhkan sebagai penyusun kutikula pada pupa *D. melanogaster*.

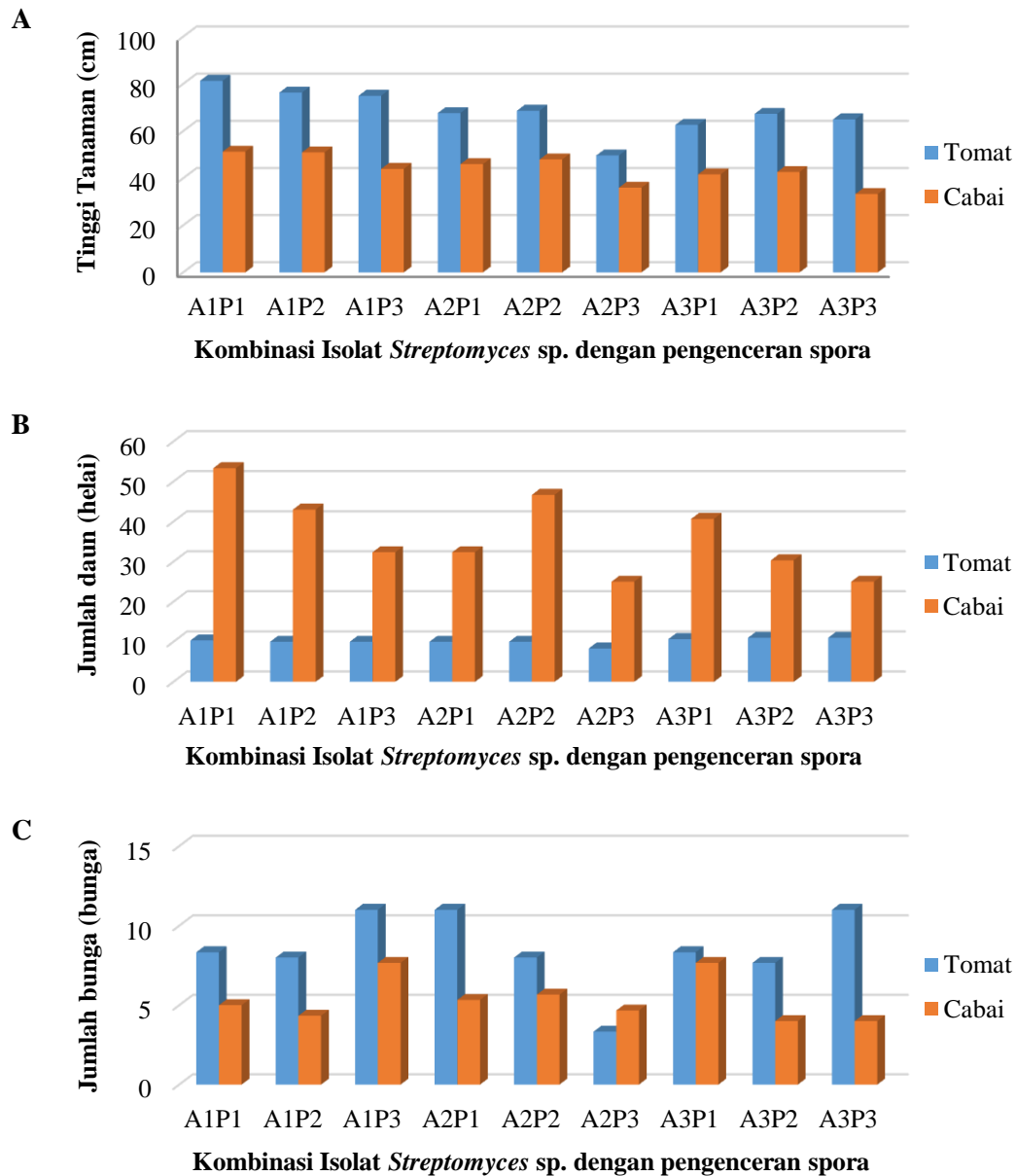
Respon Perlakuan *Streptomyces* sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Cabai

Respon perlakuan *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan cabai dapat diketahui melalui beberapa parameter pengamatan, diantaranya yaitu tinggi rata-rata tanaman, jumlah rata-rata daun, dan jumlah rata-rata bunga seperti dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2A, data tinggi rata-rata tanaman tomat dan cabai yang telah diperlakukan dengan *Streptomyces* sp., menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk tanaman tomat adalah *Streptomyces* sp. dari

lahan tomat daerah Pare dengan tingkat pengenceran 10^3 (A1P1), dengan tinggi rata-rata tanaman tomat yaitu 81,33 cm. Sedangkan tinggi rata-rata terendah yaitu 49,67 cm terdapat pada tanaman tomat yang diberi perlakuan *Streptomyces* sp. dari hutan lindung Merubetiri dengan kode isolat Mrb1 pada pengenceran 10^5 (A2P3). Sejalan dengan data tersebut, perlakuan terbaik untuk tanaman cabai adalah *Streptomyces* sp. dari lahan tomat di Pare dengan tingkat pengenceran 10^3 (A1P1), dengan tinggi rata-rata tanaman tomat yaitu 51,33 cm, sedangkan tinggi rata-rata terendah yaitu 33,33 cm terdapat pada tanaman cabai yang diberi perlakuan *Streptomyces* sp. dari hutan lindung Merubetiri dengan kode isolat Mrb2 pada pengenceran 10^5 (A3P3).

Gambar 2B menunjukkan perlakuan terbaik untuk jumlah rata-rata daun tanaman tomat terdapat pada A3P2 dan A3P3 yaitu masing-masingnya sebanyak 11 helai daun dan A1P1 untuk tanaman cabai yaitu sebanyak 53,33 helai daun. Sedangkan jumlah rata-rata daun terendah terdapat pada perlakuan A2P3 yaitu 8,33 helai untuk tanaman tomat dan A2P3 serta A3P3 yaitu sebanyak 25 helai untuk tanaman cabai. Lebih lanjut, Gambar 2C menunjukkan perlakuan terbaik untuk parameter jumlah rata-rata bunga terdapat pada A2P1, A3P3, dan A1P3 untuk tanaman tomat (11 bunga), dan A3P1 serta A1P3 untuk tanaman cabai (7,67 bunga). Sedangkan jumlah rata-rata bunga terendah terdapat pada perlakuan A2P3 untuk tanaman tomat (3,33 bunga) dan A3P2 dan A3P3 untuk tanaman cabai (4 bunga).



Gambar 2. Grafik pengaruh aplikasi *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan cabai. A: Tinggi rerata tanaman tomat dan cabai; B: Jumlah rerata daun tanaman tomat dan cabai; C: Jumlah rerata bunga tanaman tomat dan cabai.

Keterangan= A1P1 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^3 , A1P2 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^4 , A1P3 : aplikasi TP dengan konsentrasi 10^5 , A2P1 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^3 , A2P2 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^4 , A2P3 : aplikasi Mrb1 dengan konsentrasi 10^5 , A3P1 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^3 , A3P2 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^4 , A3P3 : aplikasi Mrb2 dengan konsentrasi 10^5

Berdasarkan data ketiga parameter tersebut, dapat diketahui bahwa ketiga isolat (TP, Mrb1, dan Mrb2) yang diaplikasikan memiliki kemampuan PGPB yang bervariasi dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat dan cabai. Hal ini disebabkan oleh perbedaan asal atau sumber tanah yang digunakan untuk mengisolasi ketiga isolat, besar-kecilnya kerapatan spora bakteri dan jenis tanaman inang yang digunakan. Secara keseluruhan, Gambar 1 memperlihatkan bahwa *Streptomyces* sp. yang

memiliki kemampuan PGPB terbaik adalah *Streptomyces* sp. dari lahan tomat daerah Pare dengan kerapatan optis 10^3 dan 10^5 (A1P1 dan A1P3). Sedangkan *Streptomyces* sp. yang memiliki kemampuan PGPB terendah adalah *Streptomyces* sp. dari hutan lindung Merubetiri baik isolat 1 dan 2 dengan kerapatan spora bakteri 10^5 (A2P3 dan A3P3). Hal ini menunjukkan bahwa walaupun jumlah isolat *Streptomyces* sp. yang ditemukan di hutan lindung Merubetiri lebih banyak daripada di

lahan tomat daerah Pare, tetapi potensi PGPB terbaik terdapat pada *Streptomyces* sp. dari lahan tomat daerah Pare.

Kemampuan PGPB isolat *Streptomyces* sp. pada lahan tomat Pare (TP) dipengaruhi oleh cekaman lingkungan dimana isolat tersebut diisolasi. Seperti yang diketahui isolat TP diisolasi dari lahan tomat daerah Pare yang terpapar pestisida dalam jumlah cukup tinggi karena tingginya serangan lalat buah. Isolat *Streptomyces* sp. yang diisolasi dari tanaman tomat yang sehat diantara tanaman tomat yang terinfeksi penyakit, diduga isolat *Streptomyces* sp. tersebut memiliki kemampuan PGPB yang sangat tinggi sehingga tetap mampu mendukung pertumbuhan tanaman tomat yang sehat sebagai inangnya diantara tanaman tomat lain yang terinfeksi.

Cekaman lingkungan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu cekaman abiotik dan biotik. Cekaman abiotik yaitu berupa kandungan logam berat yang tinggi di dalam tanah, kekeringan, defisiensi hara, salinitas, suhu dan lain-lain, sedangkan cekaman biotik yaitu cekaman terkait serangan hama dan penyakit (patogen) pada tanaman. PGPB dilaporkan mampu membantu pertumbuhan tanaman pada lahan-lahan yang mengalami cekaman lingkungan baik abiotik maupun biotik melalui berbagai mekanisme (Vejan *et al.*, 2016). Mekanisme PGPB pada tanaman terhadap cekaman abiotik telah diteliti secara ekstensif sebelumnya. Pishchik *et al.* (2002) melaporkan bahwa PGPB dapat mengurangi kandungan kadmium dalam tanah di lahan pertanaman barley melalui mekanisme pengikatan ion kadmium. Kadmium adalah salah satu logam berat yang banyak terdapat dalam kandungan pestisida (Kusumaningrum *et al.*, 2015).

Selain itu, efektivitas isolat *Streptomyces* sp. sebagai PGPB juga dipengaruhi oleh konsentrasi bakteri tersebut pada saat aplikasi ke tanaman. Berdasarkan data dari penelitian ini dapat diketahui bahwa konsentrasi bakteri *Streptomyces* sp. yang terbaik untuk parameter tinggi tanaman terdapat pada konsentrasi 10^3 dari isolat TP (A1P1). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman tomat dan cabai tidak membutuhkan jumlah bakteri *Streptomyces* sp. dalam konsentrasi tinggi. Begitu juga untuk parameter jumlah rata-rata daun terbanyak pada tanaman cabai, aplikasi *Streptomyces* sp. dengan konsentrasi 10^3 (A1P1) memberikan pengaruh lebih besar daripada perlakuan lainnya. Hasil yang berbeda diperoleh dari aplikasi *Streptomyces* sp. untuk parameter jumlah rata-rata daun terbanyak pada tanaman tomat. Perlakuan isolat bakteri hutan lindung Merubetiri isolat 2 dengan konsentrasi 10^4 dan 10^5 (A3P2 dan A3P3) memberikan pengaruh terbaik untuk

parameter jumlah rata-rata daun terbanyak dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menggambarkan perbandingan lurus antara jumlah daun tanaman tomat dan konsentrasi bakteri yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi bakteri yang diberikan maka semakin banyak jumlah daun tomat.

Lebih lanjut, pengamatan pada parameter jumlah bunga menunjukkan bahwa terdapat tiga perlakuan isolat bakteri terbaik dengan konsentrasi yang berbeda (A2P1, A3P3, dan A1P3) untuk tanaman tomat. Sedangkan untuk tanaman cabai, perlakuan terbaik adalah A3P1 dan A1P3. Hal ini memberikan gambaran bahwa untuk parameter jumlah bunga, perlakuan yang terbaik untuk kedua tanaman adalah perlakuan A1P3. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi bakteri (TP) yang diaplikasikan pada tanaman tomat dan cabai, maka jumlah bunga kedua tanaman tersebut cenderung meningkat. Hasil ini bertolak belakang dengan hasil yang diperoleh pada parameter tinggi tanaman (tanaman tomat dan cabai) dan jumlah daun (tanaman cabai) yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa perlakuan isolat TP dengan konsentrasi yang tinggi (10^3) merupakan perlakuan terbaik.

Umumnya semakin tinggi kerapatan bakteri yang diberikan terhadap tanaman, akan semakin meningkatkan hasil pertumbuhan. (Karlen *et al.*, 2006) melaporkan bahwa semakin tinggi populasi mikroba tanah, maka aktivitas biokimia dalam tanah semakin meningkat sejalan dengan indeks kualitas tanah. Namun demikian, terdapat batas ambang jumlah populasi (kerapatan) maksimal bakteri yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini berkaitan dengan faktor kompetisi (Ghoul & Mitri, 2016) yang terjadi di dalam populasi bakteri tersebut. Semakin tinggi konsentrasi bakteri, maka tingkat kompetensi terhadap ruang dan nutrisi juga semakin tinggi, sehingga terjadi penurunan efektivitas bakteri sebagai PGPB. Hal ini yang diprediksi menyebabkan hasil terbaik untuk tinggi tanaman tomat dan cabai adalah pada perlakuan isolat TP dengan konsentrasi rendah. Sebaliknya, hasil terbaik untuk jumlah bunga adalah perlakuan TP dengan konsentrasi tinggi (A1P3), menjelaskan bahwa kompetisi yang terjadi diantara populasi bakteri tersebut, memberikan pengaruh positif terhadap jumlah bunga. Hal ini diduga karena tingginya tingkat kompetisi yang terjadi, memicu bakteri menghasilkan senyawa tertentu yang dapat meningkatkan pertumbuhan bunga. Untuk membuktikan hal ini, diperlukan penelitian lebih lanjut.

Streptomyces sebagai *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB) diketahui memicu pertumbuhan tanaman melalui produksi *indole-3-*

acetid acid (IAA) yang berperan dalam pertumbuhan akar, memproduksi *siderophore* untuk meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi di dalam tanah (Damam *et al.*, 2016), serta memproduksi protease ekstraseluler (Palaniyandi *et al.*, 2013a) dan antibiotik (Palaniyandi *et al.*, 2013b) yang berguna dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman. Selain itu, *Streptomyces* memiliki sifat menarik lainnya yaitu mampu menghasilkan VOC (*volatile organic compound*) (Li *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2013) yang berperan dalam pertumbuhan dan pertahanan tanaman. Beberapa jenis senyawa VOC yang telah terdeteksi dari *S. alboblavus* TD-1 yaitu 2-methyl isoborneol, a-cubebene, 1H-Indene, 1- ethylideneoctahydro-7a-methyl-(1Z, 3a, alpha, 7a, beta), H-Indene, 1-ethylideneoctahydro-7a-methyl-, cis-, dan geosmin (Wang *et al.*, 2013). Adapun kemampuan PGPB yang berbeda-beda dari ketiga isolat *Streptomyces* sp. pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan ketiga isolat tersebut dalam memproduksi senyawa IAA, *siderophore*, antibiotik dan VOC yang berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman serta faktor interaksi yang terjadi antara tanaman inang dan bakteri *Streptomyces* sp. yang digunakan.

KESIMPULAN

Tiga isolat *Streptomyces* sp. telah berhasil diisolasi pada penelitian ini yaitu TP, Mrb1, Mrb2. Ketiganya terbukti memiliki kemampuan sebagai agen hayati dan PGPB. Hal ini menunjukkan ketiga isolat tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan bagi kepentingan masyarakat khususnya petani. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan baik untuk tujuan memahami secara detail mekanisme ketiga isolat sebagai agen hayati dan PGPB bagi tanaman, maupun untuk mengetahui jenis hama dan penyakit lainnya yang dapat diantagonis oleh ketiga isolat dari penelitian ini.

ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini didanai melalui hibah Penelitian Hibah Bersaing Direktorat Perguruan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia tahun 2015 dan 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Antari, N. M. D., Sumiartha, I. K., Darmiati, N. N., & Sudiarta, I. P. (2014). Uji Galur Dan Varietas Tanaman Cabai terhadap Serangan Hama Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis* Complex) di Dusun Sandan, Desa Bangli, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 3(2), 1-5.
- Basilio, A., Gonzalez, I., Vicente, M., Gorrochategui, J., Cabello, A., Gonzalez, A., & Genilloud, O. (2003). Patterns of antimicrobial activities from soil actinomycetes isolated under different conditions of pH and salinity. *Journal of applied microbiology*, 95(4), 814-823.
- Bentley, S. D., Chater, K. F., Cerdeño-Tárraga, A.-M., Challis, G. L., Thomson, N., James, K. D., . . . Harper, D. (2002). Complete genome sequence of the model actinomycete *Streptomyces coelicolor* A3 (2). *Nature*, 417(6885), 141.
- Boopathi, T. (2013a). Population dynamics of fruit flies, *Bactrocera* spp. in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Journal of Eco-friendly Agriculture*, 8(1), 181-183.
- Boopathi, T., Singh, S., & Sithanatham, S. (2013b). Exploratory bio-ecology studies on fruit flies, *Bactrocera* spp. *Mizoram. Hexapoda*, 20, 83-87.
- Damam, M., Moinuddin, M. K., & Kausar, R. (2016). Isolation and screening of plant growth promoting actinomycetes from rhizosphere of some forest medicinal plants. *International Journal of Chemtech Reesearch*, 9(5), 522-528.
- Doolotkeldieva, T., Bobusheva, S., & Konurbaeva, M. (2015). Effects of *Streptomyces* biofertilizer to soil fertility and rhizosphere's functional biodiversity of agricultural plants. *Advances in Microbiology*, 5(07), 555.
- Gadelhak, G. G., El-Tarabily, K. A., & Al-Kaabi, F. K. (2005). Insect control using chitinolytic soil actinomycetes as biocontrol agents. *Int J Agri Biol*, 7(4), 627-633.
- Ghoul, M., & Mitri, S. (2016). The ecology and evolution of microbial competition. *Trends in microbiology*, 24(10), 833-845.
- Gupta, D., Verma, A., & Bhalla, O. (1990). Population of fruit-flies (*Dacus zonatus* and *D. dorsalis*) infesting fruit crops in north-western Himalayan region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 60(7), 471-474.
- Hasyim, A., Setiawati, W., & Liferdi, L. (2014). Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah pada Tanaman Cabai. *Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.*
- Indriyanti, D. R., Isnaini, Y. N., & Priyono, B. (2014). Identifikasi dan Kelimpahan Lalat Buah *Bactrocera* pada Berbagai Buah Terserang. *Biosaintifika: Journal*

- of Biology & Biology Education*, 6(1), 39-45.
- Karlen, D. L., Hurley, E. G., Andrews, S. S., Cambardella, C. A., Meek, D. W., Duffy, M. D., & Mallarino, A. P. (2006). Crop rotation effects on soil quality at three northern corn/soybean belt locations. *Agronomy journal*, 98(3), 484-495.
- Kusumaningrum, H. P., Herusugondo, H., Zainuri, M., & Raharjo, B. (2015). Analisis kandungan kadmium (Cd) dalam tanaman bawang merah dari Tegal. *Jurnal sains dan matematika*, 20(4), 98-102.
- Li, Q., Ning, P., Zheng, L., Huang, J., Li, G., & Hsiang, T. (2012). Effects of volatile substances of *Streptomyces globisporus* JK-1 on control of *Botrytis cinerea* on tomato fruit. *Biological Control*, 61(2), 113-120.
- Nurkanto, A. (2007). Identifikasi Aktinomisetes tanah hutan pasca kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur dan potensinya sebagai pendegradasi selulosa dan pelarut fosfat. *BIODIVERSITAS ISSN*, 314-319.
- Palaniyandi, S., Yang, S., & Suh, J. W. (2013a). Extracellular proteases from *Streptomyces phaeopurpureus* E x P ro138 inhibit spore adhesion, germination and appressorium formation in *Colletotrichum coccodes*. *Journal of applied microbiology*, 115(1), 207-217.
- Palaniyandi, S. A., Yang, S. H., Zhang, L., & Suh, J.-W. (2013b). Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(22), 9621-9636.
- Pishchik, V., Vorobyev, N., Chernyaeva, I., Timofeeva, S., Kozhemyakov, A., Alexeev, Y., & Lukin, S. (2002). Experimental and mathematical simulation of plant growth promoting rhizobacteria and plant interaction under cadmium stress. *Plant and Soil*, 243(2), 173-186.
- Rai, M. (2006). *Handbook of microbial biofertilizers*: CRC Press.
- Saugar, I., Sanz, E., Rubio, M. Á., Espinosa, J. C., & Jiménez, A. (2002). Identification of a set of genes involved in the biosynthesis of the aminonucleoside moiety of antibiotic A201A from *Streptomyces capreolus*. *European journal of biochemistry*, 269(22), 5527-5535.
- Sunarno, S. P. (2013). Keragaman jenis lalat buah (*Bactrocera* spp.) di Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Agroforestri*, 7(4), 269-275.
- Tamreihao, K., Ningthoujam, D. S., Nimaichand, S., Singh, E. S., Reena, P., Singh, S. H., & Nongthomba, U. (2016). Biocontrol and plant growth promoting activities of a *Streptomyces corchorusii* strain UCR3-16 and preparation of powder formulation for application as biofertilizer agents for rice plant. *Microbiological research*, 192, 260-270.
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrullah Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability—a review. *Molecules*, 21(5), 573.
- Vurukonda, S. S. K. P., Giovanardi, D., & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. *International journal of molecular sciences*, 19(4), 952.
- Wang, C., Wang, Z., Qiao, X., Li, Z., Li, F., Chen, M., . . . Cui, H. (2013). Antifungal activity of volatile organic compounds from *Streptomyces alboflavus* TD-1. *FEMS microbiology letters*, 341(1), 45-51.
- Zhang, H., Huang, X., Fukamizo, T., Muthukrishnan, S., & Kramer, K. J. (2002). Site-directed mutagenesis and functional analysis of an active site tryptophan of insect chitinase. *Insect biochemistry and molecular biology*, 32(11), 1477-1488.