



Skrining Isolat *Plant Growth Promoting Rhizobacteri* (PGPR) dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Gorontalo

KAFRAWI¹, ZAHRAENI KUMALAWATI², SRI MULIANI²

¹Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
Jl. Poros Makassar – Parepare Km 83 Mandalle – Pangkep 90655
email: kafrawidjamin@gmail.com

²Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
Jl. Poros Makassar – Parepare Km 83 Mandalle – Pangkep 90655
email: zahraeni.km@gmail.com

ABSTRAK

Sebanyak 25 rizobakteri telah diisolasi dari tanaman bawang merah di Gorontalo dan telah diuji kemampuannya sebagai isolat potensial (PGPR). 19 isolat yang menghasilkan metabolit sekunder komponen PGPR seperti auksin, giberelin, fiksasi N₂, pelarut fosfat, siderophores dan sifat antagonis terhadap *Fusarium oxysporum f. sp. cepae*. Isolat GR 7, GR 11, GR 21, GR 24 dan GR 25 berpotensi sebagai konsorsium formulasi bakteri PGPR karena dapat menghasilkan metabolit sekunder yang berguna untuk pertumbuhan tanaman bawang merah.

Kata Kunci: bawang merah, Gorontalo, PGPR, rhizobakteri

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan sayuran penting di Indonesia karena hampir selalu dibutuhkan oleh konsumen rumah tangga sebagai pelengkap bumbu masak sehari-hari, selain itu bawang merah juga dapat digunakan sebagai obat-obatan.

Sentra produksi bawang nasional sampai saat ini masih terkonsentrasi di Pulau Jawa, di mana kontribusinya sebesar 80,73 persen (846.793 ton) terhadap total produksi bawang merah nasional (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2013).

Rata-rata produksi bawang merah di Indonesia masih tergolong rendah, jika dibandingkan dengan potensi hasil, sebagai contoh produksi rata-rata bawang merah berkisar antara 4,4 ton/ha – 14 ton/ha, sedangkan potensi hasil adalah 20 ton/ha – 25 ton/ha, (Karno, 2011), sementara di Gorontalo, produktivitas rata-rata bawang merah yang hanya 3,17 ton/ha (Suwandi, dkk, 1995; Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2011).

Perbaikan sistem budidaya sangat penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan sekaligus menekan angka impor bawang merah. Untuk mengurangi volume impor,

peningkatan produksi dan mutu hasil bawang merah harus senantiasa ditingkatkan melalui intensifikasi dan ekstensifikasi (Sumarni dan Hidayat, 2005). Intensifikasi bawang merah dapat ditempuh dengan meningkatkan input produksi berupa pemberian bahan kimia dalam bentuk zat pengatur tumbuh, pupuk dan pestisida.

Namun, Input-input bahan kimia senantiasa memerlukan biaya yang cukup mahal dan meninggalkan residu bahan kimia baik pada lahan maupun pada produk pertanian yang dihasilkan sehingga jika dikonsumsi dapat membahayakan kesehatan manusia. Olehnya, pertanian ramah lingkungan beserta produk-produk organiknya menjadi alternatif pilihan konsumen saat ini.

Tanah sebagai media tumbuh tanaman banyak mengandung mikroorganisme, beberapa di antaranya cenderung berkoloni disekitar perakaran/ rizosfer tanaman dan beraktivitas menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung dan dapat berkontribusi menggantikan input anorganik. Kelompok mikroorganisme seperti ini disebut plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Menurut Dewi (2007), mikroorganisme menguntungkan ini dapat menjadi komponen



yang signifikan dalam manajemen pengelolaan untuk dapat mencapai hasil, yang mana ditegaskan bahwa hasil tanaman budidaya tidak hanya dibatasi oleh lingkungan fisik alamiah tanaman dan potensial genetik bawaan.

Sejak pertama kali diperkenalkan oleh Kloepper dan Schroth (1978), perkembangan penelitian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) mengalami kemajuan pesat, terutama dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan definisi, rizobakteri adalah kelompok bakteri rizosfer yang memiliki kemampuan menduduki rizosfer secara agresif, dan rizobakteri yang memberi keuntungan bagi tanaman dikenal dengan plant growth promoting rhizobacteria (Husen dkk., 2011).

Pengaruh langsung PGPR didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan PGPR menekan aktivitas pathogen dengan cara menghasilkan senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan siderophore (Kloepper, 1993; Glick, 1995).

Pengaruh PGPR secara langsung dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi melalui berbagai mekanisme, diantaranya fiksasi nitrogen bebas yang ditransfer ke dalam tanaman, produksi siderofor yang mengkelat besi (Fe) dan membuatnya tersedia bagi akar tanaman, melarutkan mineral seperti fosfor dan sintesis fitohormon seperti auksin. Pengaruh tidak langsung dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi melalui penekanan dari fitopatogen yang dilakukan melalui mekanisme yang berbeda. Ini termasuk kemampuan dalam memproduksi siderofor yang mengkelat Fe, menjadikannya tidak tersedia bagi patogen, kemampuan dalam mensintesis metabolit anti jamur seperti antibiotik, yang menekan pertumbuhan patogen jamur, kemampuan untuk bersaing secara sukses dengan patogen untuk nutrisi atau unsur hara atau tempat khusus dalam

perakaran tanaman, dan kemampuannya dalam menimbulkan resistensi sistemik (Dewi, 2007).

Zakry et al., (2010), telah mengisolasi dan mengidentifikasi rizobakteria tanaman lada yang berkemampuan memfiksasi N₂, melarutkan fosfat, menghasilkan fitohormon auksin sekaligus memacu pertumbuhan tanaman. Terdapat 14 isolat diidentifikasi berkemampuan mengikat nitrogen, dua diantaranya berkemampuan melarutkan fosfat, enam diantaranya menghasilkan auksin, dan dua diantaranya berkemampuan mengikat nitrogen, melarutkan fosfat dan menghasilkan auksin. Kesemua isolat kemudian diuji dengan menggunakan tumbuhan bibit bawang merah sebagai tanaman uji, inokulasi isolat Universitas Putra Malaysia (UPM) LH1 memperlihatkan peningkatan pada kebanyakan parameter dibandingkan kontrol seperti parameter akar (52%), tinggi pucuk (54%), berat basah akar (144%), berat basah pucuk (57%) dan berat kering pucuk (68%). Isolat UPMLH1 menghasilkan nitrogen melalui aktivitas mengikat N₂ (0,24 ppm), menghasilkan IAA (63,05 µg mL⁻¹) dan memacu pertumbuhan tanaman (peningkatan 52% hingga 144%) sehingga berpotensi meyakinkan untuk dikembangkan sebagai PGPR.

Mekanisme PGPR dalam memacu pertumbuhan tanaman bawang merah belum sepenuhnya dipahami. Namun diyakini bahwa proses pemacuan tumbuh tanaman dimulai dari keberhasilan PGPR dalam mengkolonisasi rizosfer (Dewi, 2007). Berdasarkan hal tersebut, maka dipandang perlu untuk melakukan eksploitasi mikrobial PGPR pada rizosfer bawang merah dalam upaya mengetahui mekanisme kerja PGPR sebagai pemacu pertumbuhan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*).

METODE

Isolasi Rhizobacteri. Sampel tanah dibawa ke Laboratorium, kemudian diencerkan hingga 10⁻⁶ untuk keperluan isolasi. Cara pengenceran dilakukan dengan menggerus sampel tanah secukupnya dengan



menggunakan mortar. Diambil sebanyak 1 g sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL aquades steril lalu tabung tersebut di vortex selama beberapa menit, tabung ini kemudian dianggap sebagai sampel pengenceran 10^{-1} , dari tabung sampel pengenceran 10^{-1} tersebut kemudian dipipet 1 mL untuk dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang juga berisi aquades 9 mL, tabung kemudian di vortex selama beberapa menit, tabung ini kemudian dianggap sebagai pengenceran 10^{-2} . Dengan cara yang sama, prosedur pengenceran dilanjutkan ke tabung ke-3 hingga ke-6 sehingga diperoleh 6 seri pengenceran yaitu 10^{-1} hingga 10^{-6} .

Isolasi dilakukan pada masing-masing sampel seri pengenceran (10-1 sampai dengan 10-6) dengan cara mengambil 0,1 mL sampel lalu masing-masing diteteskan di atas media nutrient agar (NA) pada cawan petri (Ø 9 cm) yang berbeda kemudian diratakan dengan menggunakan spatula dan selanjutnya diinkubasikan selama 24 jam. Pengamatan jenis bakteri yang tumbuh berdasarkan warna dan bentuk koloninya. Terhadap masing-masing koloni bakteri yang berbeda warna dan bentuk koloninya kemudian ditumbuhkan pada cawan petri berisi media NA dengan teknik penggoresan kuadran empat

Produksi Auksin (IAA)

Produksi auksin oleh bakteri diukur dengan menggunakan modifikasi metode El-Mahrouk dan Belal (2007) dan Zakry et al. (2010). Isolat bakteri ditumbuhkan pada media NA dengan penggoresan secara sebanyak 8 kali secara zig-zag selama 72 jam pada $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Bakteri yang telah tumbuh disentrifugasi 3000 rpm selama 30 menit. Supernatant (2 ml) dicampur dua tetes ortofosfat asam dan 4 ml reagen Salkowski (50 ml, 35% dari asam sulfat, 1 ml 0,5 M larutan FeCl_3) dan diinkubasikan selama 24 jam. Perubahan warna menjadi pink menunjukkan produksi IAA. Densitas optik 530 nm dengan spektrofotometer. Konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh bakteri diukur dengan menggunakan kurva standar IAA (Sigma-Aldrich) pada kisaran 1–10 mg/mL

Produksi Gibberelin (GA3). Produksi asam gibberelin oleh mikroorganisme menguntungkan dibidang pertanian ditentukan dengan mengikuti metode Borrow et al (1955).

Siapkan sebanyak 100 ml nutrient broth (NB) steril kemudian masukkan sampel isolat bakteri dengan jarum ose dan diinkubasi pada 37°C selama tujuh hari. Setelah tujuh hari inkubasi, kultur filtrat disentrifugasi pada 8000 g selama 10 menit untuk menghilangkan sel-sel bakteri. Pindahkan 15 ml dari kultur itu ke dalam tabung reaksi dan tambahkan 2 ml larutan Zinc asetat. Setelah dua menit, tambahkan 2 ml larutan potassium ferrocyanide dan disentrifugasi pada 8000 g selama 10 menit. Pindahkan 5 ml supernatan ke tabung reaksi dan tambahkan 5 ml asam klorida 30%, campuran kemudian diinkubasi pada 27°C selama 75 menit. Blangko dipersiapkan dengan asam klorida 5%. Absorbansi diukur pada 254 nm dalam spektrofotometer. Konsentrasi asam gibberelin (GA3) yang dihasilkan oleh bakteri diukur dengan menggunakan kurva standar GA3 (Sigma-Aldrich) pada kisaran 0.25 – 2.25 ppm

Fiksasi Nitrogen. Pengujian kemampuan bakteri mengikat nitrogen bebas dilakukan dengan inokulasi pada media Burk's N-bebas (Garam burk 1,3 g (MgSO_4 20 g, K_2HPO_4 80 g, KH_2PO_4 20 g, CaSO_4 13 g), Campuran Fe-Mo (FeCl_3 1,45 g, Na_2MoO_4 0,253 g, aquades 1000 mL), Sukrosa 20 g dan aquades 1000 mL). Apabila isolat mampu tumbuh, berarti isolat tersebut mempunyai kemampuan mengikat nitrogen bebas untuk pertumbuhannya. Isolat bakteri ditumbuhkan ke dalam media agar Burk Nitrogen Bebas selama 24 jam pada $28 \pm 2^\circ\text{C}$ menurut Park et al. (2005). Nilai pH media diatur menjadi $7,0 \pm 0,1$ sebelum diautoklaf pada 121°C selama 15 menit.

Jumlah N_2 yang difiksasi oleh isolat bakteri diukur dengan menumbuhkan bakteri pada media cair Burk's N-bebas dan ditempatkan pada shaker orbital selama 24 jam pada suhu $28 \pm 2^\circ\text{C}$ (Park et al, 2005.). Uji Penambatan nitrogen untuk menghitung kandungan total N dari filtrat kultur ditentukan

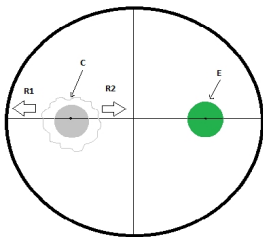


dengan metode Kjeldahl (Rao, 2010; Sulaeman, 2005).

Pelarutan Posfat. Pengujian kemampuan bakteri melarutkan fosfat dilakukan dengan inokulasi pada media Pikovskaya (Glukosa 10 g, Trikalsium fosfat 5 g, (NH₄)₂SO₄ 0,5 g, KCl 0,2 g, MgSO₄.7H₂O 0,1 g, MnSO₄ sedikit sekali, FeSO₄ sedikit sekali, Ekstrak khamir 0,5 g, Agar 15 g, dan aquades 1000 mL) yang ditambahkan bromfenol blue 0.01 g/L dan diinkubasikan selama 5 hari pada suhu 28 ± 2°C (Chen et al., 2006). Isolat yang mempunyai kemampuan melarutkan fosfat ditandai oleh terbentuknya halozone (zona bening) disekitar koloni (Gambar 10). Efisiensi melarutkan fosfat (E) dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Nguyen et al., 1992):

$$E = \frac{\text{Diameter Kelarutan}}{\text{Diameter Pertumbuhan (G)}} \times 100$$

Uji Penghambatan. Pengujian in-vitro dilakukan untuk mengetahui kemampuan beberapa bakteri antagonis dalam menghambat *Fusarium oxysporum* secara in-vitro. Uji antagonis dilakukan menggunakan cara oposisi langsung antara isolat-isolat cendawan *Fusarium oxysporum* dengan berbagai bakteri antagonis dalam media PDA. Skema pengukuran pertumbuhan koloni dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Keterangan :

E = Isolat antagonis

C = Cendawan *Fusarium*

R1= Jarak penghambatan antagonis (cm)

Persentase penghambatan mikroba uji dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

R1 = diameter pertumbuhan cendawan patogen kontrol (cm)

R2 = diameter pertumbuhan cendawan patogen pada antagonis (cm)

P = Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

Isolasi cendawan *Fusarium oxysporum f.sp cepae* dilakukan dengan cara sampel siung bawang merah yang menunjukkan gejala busuk umbi dicelup secara berturut-turut ke dalam aquades steril, alcohol 70%, dan aquades steril dua kali. Lalu dimasukkan ke dalam cawan petri berisi kertas saring. Setelah beberapa hari, cendawan *Fusarium oxysporum* yang tumbuh diambil dengan jarum preparat lalu ditempatkan dan diinkubasikan pada media Potato Dextrose Agar (PDA). Hasil isolasi jamur yang berupa biakan murni, dideterminasi berdasarkan morfologi mikroskopisnya (Leslie et al, 2006).

Produksi Siderofor. Produksi siderophore oleh mikroorganisme menguntungkan dibidang pertanian diestimasi dengan metode yang dijelaskan oleh Reeves et al. (1983). Media NB steril disiapkan sebanyak 100 ml dalam 250 ml labu Erlenmeyer. Isolat bakteri diinokulasikan dengan jarum ose ke dalam media dan diinkubasi pada 37°C selama 7 hari. Setelah 7 hari inkubasi, kultur cair disentrifugasi pada 10.000 g selama 20 menit. Supernatan digunakan untuk mengestimasi siderophores. 20 ml kultur supernatan diambil dan pH diatur menjadi 2,0 dengan HCl encer. Untuk 20 ml supernatan, 20 ml etil asetat ditambahkan dan ekstraksi dilakukan dua kali. Siapkan reagen Hathway (1 ml 0,1 M FeCl₃ dan 1 ml 0,1 N HCl ditambahkan ke dalam 100 ml aquades dan ditambahkan 1 ml 0,1 M kalium ferricyanide). 5 ml larutan uji ditambahkan dengan 5 ml reagen Hathway dan absorbansi diukur pada 560 nm dengan natrium salisilat sebagai standar pada kisaran 0.5 - 2 ppm untuk estimasi jenis salisilat dari siderophore.

HASIL

Pengamatan uji kemampuan PGPR dari rhisosfer tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) dapat di lihat pada Tabel 1 sebagai berikut:



Tabel 1. Rata-rata produksi metabolit sekunder komponen plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) yang dihasilkan oleh rizobacteria bawang merah Gorontalo

Kode Isolat	Produksi Auksin (ppm)	Produksi Gibberelin (ppm)	Aktivitas Fiksasi N ₂ (ppm)	Efisiensi Pelarutan Fosfat (E)	Kriteria Antagonis	Produksi Siderofor (ppm)
GR 1	1.64	-	-	146.01	-	-
GR 3	1.12	-	1258.11	143.90	-	-
GR 5	1.71	-	1258.11	141.92	-	-
GR 7	1.18	1,293	1817.27	132.00	++++	0.054
GR 8	0.92	-	-	-	-	-
GR 10	-	-	1397.90	131.81	-	-
GR 11	1.83	1,294	2935.59	179.52	++	0.071
GR 13	1.63	-	-	-	-	-
GR 14	0.95	-	-	150.87	-	-
GR 15	0.92	-	1677.48	173.07	-	-
GR 16	1.67	1,302	-	160.57	-	0.049
GR 17	-	-	1677.48	-	-	-
GR 18	1.15	1,338	2236.64	132.00	-	0.033
GR 19	1.38	1,262	-	133.94	++	0.040
GR 20	1.08	1,330	1957.06	161.74	-	0.043
GR 21	1.11	1,376	2096.85	159.33	++++	0.052
GR 22	1.55	-	-	160.80	-	0.040
GR 24	1.99	1,270	1817.27	197.26	-	0.038
GR 25	2.33	1,254	2935.59	140.36	-	-

PEMBAHASAN

Efek peningkatan pertumbuhan tanaman oleh PGPR dapat menghasilkan satu atau lebih mekanisme, misalnya sebagai pengendali biologi melalui kompetisi, produksi antibiotik atau siderofor, induksi resistensi tanaman, produksi fitohormon, dan peningkatan ketersediaan hara melalui fiksasi N dan peningkatan kelarutan fosfat organik dan anorganik (Glick, 1995).

Sejumlah 25 isolat yang didapatkan dari sampel tanah Gorontalo hanya didapatkan 17 isolat penghasil auksin. Produksi auksin tertinggi sebesar 2,33 (isolat GR 25) ppm yang diperoleh dari pertanaman bawang merah ini lebih baik dibandingkan penelitian serupa yang diperoleh dari rizosfer tanaman *Diffenbachia maculata* yaitu sebesar 0.048 ppm (El-Mahrouk dan Belal, 2007) tetapi masih lebih rendah dibandingkan produksi auksin isolat bakteri dari rizosfer tanaman padi sebesar 25,62 ppm tetapi dengan

menggunakan precursor L-Tryptophan yang lebih banyak (0,5%). (Torres-Rubio et al., 2000). Hasil isolasi bakteri penghasil auksin ini sejalan dengan penelitian Barea et al. (1976) menyatakan bahwa sekitar 86% dari 50 isolat bakteri rizosfer beberapa tanaman diketahui menghasilkan auksin sedangkan Pattern and Glick (1996) menyatakan bahwa 80% rizobakteria dalam tanah dapat menghasilkan auksin.

Penggunaan metode kjeldahl memperlihatkan persentase jumlah isolat fiksator nitrogen yang tertinggi didapatkan dari isolate GR 25 sebesar 2935.59. Sebanyak 80% atmosfer diisi oleh gas nitrogen N₂. Bentuk diatomik N₂ tidak dapat dimanfaatkan oleh kebanyakan organisme hidup. Defisiensi nitrogen pada organisme hidup dapat mengakibatkan kematian jika N₂ tidak dapat dimanfaatkan. Semua organisme menggunakan ammonia (NH₃), bentuk dari nitrogen sebagai bahan pembuatan amino



acids, protein, nucleic acids dan komponen mengandung nitrogen yang diperlukan untuk hidup. Fiksasi nitrogen secara biologis merupakan proses perubahan N₂ menjadi bentuk ammonia yang tersedia. Hasil penelitian ini memperlihatkan kemampuan isolat bakteri sebagai bakteri diazotrof yaitu bakteri yang mampu mengubah dinitrogen menjadi amonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen (Hindersah dan Simarmata, 2004). dan molekul nitrogen udara diubah menjadi nitrogen sel secara bebas. Nitrogen yang terikat pada struktur tubuhnya dilepas dalam bentuk organik sebagai sekresi atau setelah mikroorganisme itu mati (Andayaningsih, 2000).

Bakteri yang paling banyak melarut fosfat diperlihatkan oleh isolate GR 24 (197.26 ppm). Keberagaman kemampuan isolat bakteri dalam memproduksi dan mengeksresikan berbagai metabolit sekunder sangat dipengaruhi oleh faktor fisika lingkungan seperti yang telah disebutkan diatas, dan juga dipengaruhi oleh faktor kimia lingkungan sebagai sumber nutrisi bakteri (Middelbeek et al., 1992). Widawati dkk (2008), menyatakan bahwa adanya halozone (zona bening) disekitar media pikovskaya tempat bakteri ditumbuhkan mengindikasikan adanya kemampuan isolat bakteri melarutkan Ca₃(PO)₂ (kalsium fosfat) menjadi ortofosfat didalam media padat pikovskaya. Mikroba pelarut fosfat mempunyai kemampuan melarutkan mineral-mineral fosfat melalui sekresi asam organik dan melibatkan enzim fosfatase serta berperan dalam mentransfer energi, menyusun protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lain, dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan kekurangan P (Illmer and Schiner, 1992).

Hanya terdapat 4 isolat rizobakteria bawang merah yang menunjukkan kemampuan penghambatan terhadap *F. o. cepae* dari total 25 isolat yang berhasil diisolasi dan isolat GR 7 dan GR 21 termasuk criteria bakteri antagonis terbaik (++++). Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroba antagonis pada umumnya merupakan metabolit sekunder yang tidak digunakan

untuk proses pertumbuhan (Schlegel, 1994), tetapi untuk pertahanan diri dan kompetisi dengan mikroba lain dalam mendapatkan nutrisi, habitat, oksigen, cahaya dan lain-lain (Baker dan Cook, 1974). Menurut Enebak et al (1998) dan Kloepper (1993), mekanisme pengendalian penyakit secara biologis kebanyakan melibatkan kompetisi dan produksi metabolit yang berpengaruh langsung kepada pathogen. Contoh metabolit tersebut diantaranya adalah senyawa antibiotic, enzim pemecah dinding sel, HCN dan siderofor.

Selain memiliki kemampuan menghasilkan auksin, penambat nitrogen, pelarut fosfat dan sifat antagonis, isolat bakteri pun dapat memproduksi ZPT gibberelin dan siderofor dengan menggunakan metode kolorimetri. Tabel 1 memperlihatkan produksi gibberelin dari isolat PGPR potensial bawang merah Gorontalo tertinggi diperoleh dari isolat GR 11 (1,294 ppm). Pengukuran gibberelin dengan cara kolorimetri dengan menggunakan pereaksi zinc acetate dan potassium ferrosianida telah dilakukan oleh peneliti lain dengan metode yang sama diantaranya Glick (1995) dan Caron (1995). Kelimpahan bakteri penghasil gibberelin dilaporkan oleh Barea et al. (1976) yang menyatakan bahwa dari 50 isolat bakteri yang di peroleh dari rhizosfir beberapa tanaman 58% diantaranya menghasilkan gibberelin.

Isolat GR 11 juga menghasilkan siderofor tertinggi sebesar 0,071 ppm. Pengukuran siderofor dengan menggunakan reagen Hathaway telah dilakukan oleh beberapa peneliti lain seperti Sivasakthivalen dan Stella (2012) dan Wang et al. (1993). Siderofor merupakan senyawa pengompleks Fe³⁺ atau pengkhelat besi spesifik yang dihasilkan mikroba untuk menyembunyikan unsur mikro besi di lingkungan rizosfer sehingga unsur ini tidak tersedia bagi perkembangan mikroba patogen dan menjadikan Fe³⁺ tersedia bagi tanaman. Menurut Baker et al. (1986), ketersediaan mikronutrien Mn dan Fe untuk pertumbuhan tanaman dan pengaruhnya terhadap penyakit tanaman juga dipengaruhi oleh aktivitas mikrobia tanah. Bakteri yang hidup pada



daerah perakaran mampu melakukan penambatan Fe³⁺ menggunakan siderophore membentuk Fe-kelat, sehingga Fe³⁺ tidak tersedia bagi mikrobia penyebab penyakit tetapi tersedia bagi tanaman baik dalam bentuk Fe³⁺ maupun Fe²⁺.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah telah berhasil dilakukan eksploitasi sejumlah isolat rizobakteri perakaran bawang merah di Gorontalo. Isolat GR 25 menghasilkan auksin dan memfiksasi nitrogen tertinggi masing-masing sebesar 2.33 ppm dan 2935.59 ppm. Isolat GR 24 mampu melarutkan fosfat terbanyak yaitu 197.26%. Sifat antagonis paling baik ditunjukkan oleh isolate GR 7 dan GR 21 sedangkan isolate GR 11 menghasilkan gibberelin dan siderofor tertinggi masing-masing sebesar 1.294 ppm dan 0.071 ppm. Sehingga isolate-isolat tersebut potensial dikembangkan dalam suatu formulasi PGPR di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayaningsih, P. 2000. Pengaruh takaran molase terhadap perkembangan *Azotobacter indigenus* podsolik merah kuning asal subang pada media gambut. *Jurnal Bionatura*. 2: 66-74.
- Baker, K.F., and Cook, R.J., (1974) *Biological Control of Plant Pathogen*. American Phytopathological Society, 1974 - 433 p
- Barea, J. M., E. Navarro, and E. Montoya. 1976. Production of plant growth regulators by rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria. *J. Appl. Bacteriol.* 40: 129-133.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2013. *Data Pertanian Hortikultura*. <http://www.bps.go.id/> diakses tanggal 26 Januari 2015.
- Borrow, A., P.W. Brain, U.E. Chester, P.J. Curtis, H.G. Hemming, E.C. Jeffereys, R.B. Lloyd, I.S. Nixon, G.L.F. Norris and N. Radley, 1955. Gibberelic Acids a Metabolic Product of The Fungus *Gibberella fujikuroi* Some of Observations on its production and isolation. *J. Sci. Food. Agric.*, 6:340-348.
- Caron, M., C.L. Patten and S. Ghosh. 1995. Effects of Plant Promoting Rhizobacteria *Pseudomonas putida* GR-122 on the Physiology of Canolla Roots. *Plant Growth Reg Soci Am*, 22nd proceeding, Ed. Green DW, July 18-20.
- Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W.A. and Young, C.C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilising activities. *Applied Soil Ecology* 34: 33-41.
- Dewi, Ratna, Intan, 2007. *Rhizobacteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman*. Makalah Jurusan Budidaya Tanaman, Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran, Bandung.
- El-Mahrouk, Moh. Elsayed dan Belal, E. B. A., 2007. Production of Indole Acetic Acid (bioauxin) from *Azotobacter* sp. Isolate its Effect on Callus Induction of *Diffenbachia maculate* cv. Marianne. *Acta Biologica Szegediensis*. Vol 51(1): 53-59. <http://www.sci.uszeged.hu/ABS>.
- Enebak SA, Wei G, Kloepper JW, 1998. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Loblolly and Slash Pine Seedlings. *Forest Sci* 44: 139-144
- Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal Microbiology* 41: 109-117.
- Hindersah, R. dan T. Simarmata. 2004. Potensi rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. *Jurnal Natura Indonesia*. 5:127-133.
- Husen E, Saraswati R. 2003. Effect of IAA-producing bacteria on the growth of hot pepper. *J Mikrobiol Indones* 8: 22-26.
- Illmer. P and F. Schiner, 1992. Solubilization of Organik Phosphate by microorganism Isolatd from Forest Soil. *Soil Biol Biochem*. 24:389-395.
- Kloepper, J.W. and M.N. Schroth, 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes. P. 879-882. In Angers (Ed.).



- Proceedings of Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. Kloepper, J.W., 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. P. 255-274. In Meeting B. (Ed.). Soil Microbial Ecology. Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Leslie, John F and Brett A. Sommerell, 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Balckwell Publishing, Iowa, USA.
- Middlebeek, E.J., R.O. Jenkins and J.S. Drijver-de Haas. 1992. Growth in batch culture. In *Vitro Cultivation of Microorganisms. Biotechnology.* Butterwoth-Heineman Ltd., Oxford, pp 80-106
- Nguyen, C., Yan, W., Le Tacon, F. and Lapyire, F. (1992). Genetic variability of phosphate solubilizing activity by monocyotiv and dicaryotic mycellia of the ectomycorrhizal fungus laccaria bicolor (Maire) PD Orton. *Plant and Soil* 143: 193-199.
- Park, M., Kim, C., Yang, J., Lee, H., Shin, W., Kim, S. and Sa, T. 2005. Isolation and characterization of diazotrophic growth promoting bacteria from rhizosphere of agricultural crops of Korea. *Microbiological Research* 160: 127-133.
- Patten CL and Glick BR. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Can J Microbiol* 42:207-220..
- Rao, Subba. 2010. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Terjemahan Herawati Susilo. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, hlm.102-109.
- Reeves, M., P. L. Neilands and A. Ballows, 1983. Absence of Siderophore Activity in *Leginella* sp. Grown in Iron Deficient Media. *J. Bacteriol.*, 154: 324-329.
- Schlegel Has G, 1994. Mikrobiologi Umum, penterjemahan Tedjo Baskoro Edisi keenam. UGM Press. Yogyakarta.
- Sivasakthivalen P dan D. Stella. 2012. Studies on Phytohormon Producing Potential of Agriculturally Beneficial Microbial (ABM) Isolats from Different Rhizospers Soils of Sunflower in Tamil Nadu. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives* 2012; 3(5): 1150-1156.
- Sumarni dan Hidayat, 2005. Pengaruh Kerapatan Tanaman dan Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh terhadap Produksi Umbi Bibit Bawang Merah Asal Biji Kultivar Bima. *Jurnal Hortikultura* 15(3):208-214.
- Suwandi, N. Sumarni, dan T.A. Sutiarsso. 1995. Persebaran Produksi dan Konsumsi dalam Teknologi Produksi Bawang Merah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta. Hal 51 – 56.
- Torres-Rubio MG, Valencia-Plata SA, Bernal-Castillo J, Martínez-Nieto P (2000). Isolation of enterobacteria, *Azotobacter* sp. And *Pseudomonas* sp., producers of Indole-3-Acetic Acid and siderophores, from Colombian rice rhizosphere. *Rev. Lat Am. Microbiol.*, 42: 171-176.
- Wang Y, H.N. Brown, D.E. Crowley and P.J. Szanielo. 1993. Evidence for Direct Utilization of a Siderophore, Ferrioxamine B, in Axenically Grown Cucumber. *Plant Cell Environ.*, 16:579-585.
- Widawati S, Arif Nurkanto, dan I Made Sudiana, 2008. Phosphate Solubilizing Activities of Actinomycetes Isolats from Waigeo, Raja Ampat Islands, West Papua. *Biodiversitas* 9 (2) April 2008, hal. 87-90
- Zakry, F.A.A., Halimi, M.S., Abdul Rahim, K.B., Osumanu, H.A., Wong, S.K., Franklin, R.K., Stephen, L.C.T., and Make J., 2010. Isolation and Plant Growth Promoting Properties of Rhizobacterial Diazotrophs from Pepper Vine. *Malaysia Application Biology*. 39(2):41-45.