

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat

Arief Pambudi¹, Nita Noriko², Endah Permata Sari³

^{1,2,3}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110

Penulis untuk Korepondensi/E-mail: pambudi@uai.ac.id

Abstrak - Produksi padi di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan, namun peningkatan ini belum mampu memenuhi kebutuhan nasional sehingga impor masih harus dilakukan. Salah satu masalah dalam produksi beras adalah penggunaan pupuk berlebih yang tidak hanya meningkatkan biaya produksi, namun juga merusak kondisi tanah. Aplikasi bakteri tanah sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat menjadi salah satu solusi terhadap masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri tanah dari 3 lokasi sawah daerah Bekasi, membandingkan keberadaan total bakteri pada ketiga lokasi tersebut, dan melakukan karakterisasi isolat berdasarkan karakter yang dapat memicu pertumbuhan tanaman. Dari ketiga lokasi, diperoleh total 59 isolat dan 5 diantaranya berpotensi sebagai PGPR karena kemampuan fiksasi Nitrogen, melarutkan Fosfat, katalase positif, dan motil. Dari ketiga lokasi pengambilan sampel, BK1 memiliki jumlah total bakteri terendah karena aplikasi pemupukan dan pestisida berlebih yang ditandai tingginya kadar P total, serta tingginya residu klorpirifos, karbofuran, dan paration. Kondisi fisik tanah BK1 juga didominasi partikel liat yang menyebabkan tanah menjadi lebih padat. Peningkatan jumlah penggunaan pupuk tidak selalu diikuti peningkatan produktivitas tanaman.

Kata Kunci - Bakteri tanah, Rhizosfer sawah, PGPR, Pupuk Hayati

Abstract - Rice production in Indonesia has increased annually, but this increase has not reached national demand, so imports still done. One of the problems in rice production is the use of excessive fertilizers that not only increase production costs, but also decreased the soil conditions. The application of soil bacteria as *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) can be the one solution to face this problem. The objective of this study was isolate soil bacteria from 3 locations of rice field in Bekasi, compare the total bacteria in the three locations, and characterize isolates based on the character that can promote plant growth. From three locations, a total of 59 isolates were obtained and 5 of them were potential as a PGPRs due to its Nitrogen fixation activity, Phosphate solubilization, positive catalase, and motility. From three sampling sites, BK1 has the lowest TPC value because of excessive fertilizers and pesticides application which indicated by high total P levels, and also high chlorpyrifos, carbofuran and paration residues. The physical condition of BK1 soil is also dominated by clay particles which causes the soil more solid. Increasing of fertilizer application is not always followed by increased plant productivity.

Keywords - Biofertilizer, PGPR, Rice field rhizosphere, Soil Bacteria

PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman pangan yang banyak dijadikan sebagai makanan pokok

bagi hampir seluruh masyarakat Indonesia. Produksi Gabah Kering Giling (GKG) pada tahun 2015 mencapai 75,40 juta ton, meningkat sebesar 6,42% dari produksi tahun 2014 [1].

Namun, angka tersebut belum mampu mencukupi konsumsi beras nasional sehingga Indonesia masih melakukan impor beras sebesar 861.601 ton pada tahun 2015, meningkat 2,38% dari tahun sebelumnya. Konsumsi beras di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 97,40 kg/kapita/tahun, dan konsumsi beras pada tahun 2014 diperkirakan akan mencapai 97,67 kg/kapita/tahun [2].

Bekasi merupakan salah satu kota penyangga ibukota. Sebagian besar lahan di Kota Bekasi digunakan sebagai tempat tinggal dan usaha [3]. Sumber perekonomian terbesar di Kota Bekasi berasal dari sektor industri. Hal ini menyebabkan kurangnya pemanfaatan lahan sebagai area pertanian. Walaupun demikian, seluas 491 ha (2,33%) wilayah Kota Bekasi merupakan area persawahan. Keberadaan industri di sekitar area persawahan, ditambah pengelolaan lahan pertanian dengan menggunakan pupuk dan pestisida kimia berlebih menyebabkan perubahan kondisi fisik dan kimia tanah.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan kelompok bakteri yang hidup pada daerah perakaran tanaman yang mampu meningkatkan pertumbuhan bagi tanaman. PGPR dapat menghasilkan metabolit-metabolit penting seperti fitohormon, antibiotik, dan meningkatkan serapan hara bagi tanaman [4]. Peran PGPR dalam menekan pertumbuhan patogen terjadi karena kompetisi pada komunitas bakteri tanah. PGPR dalam jumlah inokulum yang cukup, dapat menghambat pertumbuhan patogen. Selain itu, keberadaan PGPR dapat memicu resistensi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit melalui mekanisme perangsangan resistensi sistemik [5]. Aplikasi PGPR selain diharapkan memicu pertumbuhan tanaman, juga pada perbaikan kualitas dan kesuburan tanah.

Tahapan awal dalam aplikasi PGPR di persawahan antara lain melakukan isolasi bakteri-bakteri dari tanah sawah. Kondisi tanah sawah yang berdampingan dengan area industri dan input pupuk serta pestisida kimia yang tinggi menjadikan tanah tersebut menjadi ekosistem khas bagi beberapa bakteri yang mungkin mampu hidup pada kondisi yang tidak ideal. Beberapa isolat diantaranya berpotensi sebagai PGPR karena diketahui positif mampu melarutkan fosfat dan mampu memfiksasi

nitrogen berdasarkan penapisan menggunakan media selektif/diferensial Pikovskaya dan Jensens. Profil karakter biokimia dan kemampuan fisiologis isolat perlu menjadi dasar dalam pengembangan pupuk hayati. Pupuk hayati yang baik perlu diformulasi dalam bentuk konsorsium yang saling sinergis sehingga efektif dalam memicu pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, karakter biokimia isolat yang diperoleh perlu diketahui dengan baik sebagai tahap mengembangkan pupuk hayati. Penggunaan pupuk hayati dalam bentuk konsorsium yang sinergis akan mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida sehingga menjadi salah satu solusi dalam pertanian padi *low input*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat bakteri asal sawah Kota Bekasi, melakukan beberapa karakterisasi fisiologis, serta membandingkan kondisi ekologis tanah dan kepadatan bakteri di ketiga lokasi tersebut. Isolat bakteri tanah yang telah dikarakterisasi dan memiliki potensi sebagai PGPR dapat dikembangkan sebagai pupuk hayati untuk area persawahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah kelompok bakteri yang mengkolonisasi daerah perakaran (rhizosfer) dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kelompok utama PGPR masuk ke dalam Filum Cyanobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, dan Proteobacteria [5]. Bakteri PGPR dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui beberapa mekanisme seperti penyediaan mineral terlarut bagi tanaman (biofertilizer), penghambatan pertumbuhan patogen tanah dan cekaman abiotik (bioprotektan), maupun produksi fitohormon (biostimulan) bagi tanaman.

PGPR dapat bertindak sebagai biofertilizer karena beberapa bakteri memiliki kemampuan untuk mengikat Nitrogen bebas dari udara dan menyediakan Fosfat, Sulfur, besi, maupun mineral lainnya dalam bentuk terlarut sehingga tanaman dapat mencukupi kebutuhan hara. PGPR berperan sebagai bioprotektan bagi tanaman karena beberapa bakteri mampu menghasilkan metabolit-metabolit seperti HCN, siderofor, antibiotik, DAPG yang

mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Sedangkan peran PGPR sebagai biostimulan karena PGPR mampu menghasilkan fitohormon seperti IAA dan senyawa penghambat biosintesis hormon etilen yang mampu memicu pertumbuhan tanaman [5]. Sebagai contoh, pembentukan sistem perakaran tanaman yang baik dapat dipacu melalui peningkatan pertambahan panjang akar utama, pembentukan akar lateral, dan pembentukan rambut akar untuk memperluas daerah penyerapan hara [6].

Bakteri Fungsional

Bakteri di dalam dan sekitar akar padi berperan sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman, seperti bakteri kelompok penambat nitrogen (N) dan pelarut fosfat. *Azotobacter* merupakan bakteri yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan N di dalam tanah. *Azotobacter* termasuk ke dalam bakteri Gram negatif dengan bentuk sel bervariasi, yaitu berbentuk oval atau bola dan ada yang berbentuk kapsul. *Azotobacter* memiliki alat gerak berupa flagella dan hidup secara aerob, serta dapat tumbuh optimal pada suhu 20-30°C, dengan pH 7,0-7,5. Morfologi koloni *Azotobacter* berbentuk *convex*, *smooth*, putih, dan *moist*. Selain mampu menambat N, *Azotobacter* juga dapat meningkatkan panjang akar dan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman padi [7].

Bakteri yang mampu meningkatkan ketersediaan fosfor (P) di dalam tanah adalah kelompok bakteri pelarut fosfat, seperti *Pseudomonas*. Bakteri pelarut fosfat akan menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan P dari material organik. *Pseudomonas* merupakan bakteri yang berbentuk batang, pada umumnya motil, memiliki flagella, termasuk ke dalam bakteri Gram negatif, dan beberapa diantaranya bersifat aerob fakultatif. *Pseudomonas* mampu menghasilkan zat tumbuh berupa Indol Asam Asetat (IAA), sehingga dapat memacu pertumbuhan akar [8], [9].

Karakterisasi Bakteri yang Berpotensi sebagai PGPR

Proses karakteristik bakteri dapat dilakukan dengan pengamatan fenotipik yaitu berdasarkan morfologi koloni, morfologi sel, jenis Gram serta uji biokimia. Uji biokimia dapat dilakukan dengan serangkaian tes, seperti uji kemampuan penambat nitrogen, uji kemampuan pelarut

fosfat, dan uji katalase. Masalah yang sering dihadapi pada uji fenotipik adalah kemungkinan hasil karakter fenotipik yang berbeda, meskipun berasal dari mikroorganisme yang sama. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang berbeda, oleh karena itu selama pengujian kondisi lingkungan juga harus diperhatikan [5].

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode survei. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada tiga lokasi sawah, yaitu lokasi pertama di Kecamatan Medan Satria dan dua lokasi di Kecamatan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Al Azhar Indonesia.

Pengambilan sampel

Usia padi saat pengambilan sampel berkisar antara 25-40 hari setelah tanam. Tanah yang diambil merupakan daerah perakaran padi dengan kedalaman 10-15 cm menggunakan plastik steril. Pengambilan dilakukan pada lima titik untuk setiap lokasi. Sampel dari setiap titik kemudian dimasukkan ke dalam plastik steril, dibuat komposit, lalu dibawa ke laboratorium dan dilakukan pengukuran derajat keasaman tanah menggunakan pH meter [10]. Uji kimia dan fisik tanah dilakukan dengan membawa sampel tanah ke Laboratorium Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB, sedangkan uji residu dilakukan dengan mengujikan pada Laboratorium Residu Bahan Agrokimia, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian.

Enumerasi bakteri tanah

Bakteri dikultur berdasarkan metode yang telah dilakukan [11] dengan sedikit modifikasi. Sampel tanah yang telah diambil dari 5 titik pada setiap lokasi pengambilan dihomogenisasi, kemudian diambil sebanyak 10 g dan dilarutkan dalam 90 ml NaCl fisiologis, lalu divorteks (pengenceran 10^{-1}). Hasil dari suspensi tanah 10^{-1} dibuat pengenceran bertingkat hingga 10^{-6} menggunakan NaCl fisiologis. Hasil pengenceran 10^{-4} hingga 10^{-6} kemudian dikultur pada media Nutrient Agar (NA), lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Penumbuhan bakteri dilakukan dengan menggunakan teknik

pour plate. Koloni yang tumbuh pada rentang 25-250 koloni dihitung dan nilai TPC (*Total Plate Count*) dan diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n1) + (0,1 \times n2)] \times (d)}$$

Keterangan:

N = Jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per ml atau koloni per gram;

$\sum C$ = Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung;

n1 = Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung;

n2 = Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung;

d = Pengenceran pertama yang dihitung.

Uji Kemampuan Penambat Nitrogen (BPN)

Isolat diinokulasi pada media *jensen's* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 8 hari. Media *jensen's* dibuat dengan cara melarutkan 39,1 g dalam 1.000 ml akuades, lalu dididihkan. Larutan media yang telah mendidih selanjutnya disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Larutan media yang telah steril, dituang ke dalam cawan petri steril dan didiamkan hingga padat. Isolat yang memiliki kemampuan dalam mengikat nitrogen akan tumbuh pada media *jensen's* [12].

Uji Kemampuan Pelarut Fosfat (BPF)

Sebanyak 16.3 g media *pikovskaya* dilarutkan ke dalam 1.000 ml akuades, lalu dididihkan. Larutan media selanjutnya disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu dituang ke dalam cawan petri steril dan didiamkan hingga padat. Isolat bakteri diinokulasi lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam. Isolat yang mampu melarutkan fosfat akan menghasilkan zona bening di sekitar koloni [13].

Uji Gram

Pengujian dilakukan dengan menggunakan larutan KOH 3%. Larutan KOH 3% diteteskan pada gelas objek, lalu isolat bakteri diambil dengan tusuk gigi yang telah disterilisasi, kemudian dicampurkan pada KOH dengan lama waktu pencampuran ± 60 detik. Bakteri gram negatif akan menghasilkan suspensi kental seperti lendir saat tusuk gigi diangkat [14].

Uji Katalase

Keberadaan enzim katalase diuji dengan pemberian larutan H₂O₂ 3% pada koloni bakteri. Koloni bakteri diambil dengan tusuk gigi yang telah disterilisasi dan diletakkan di atas gelas obyek, lalu larutan H₂O₂ 3% diteteskan pada bakteri di gelas obyek. Bakteri yang menunjukkan katalase positif ditandai dengan terbentuknya buih pada koloni [15].

Uji motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan menusukkan kultur isolat pada media SIM menggunakan jarum ose. Indikasi positif ditandai dengan pertumbuhan bakteri menyebar dari bekas tusukan jarum ose setelah inkubasi 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Enumerasi dan Isolasi Bakteri Tanah

Nilai TPC di lokasi BK1 lebih sedikit dibandingkan 2 lokasi lainnya, namun jumlah isolat yang ditemukan justru lebih banyak pada BK1 (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa lokasi BK1 memiliki keragaman lebih tinggi, namun secara kelimpahan lebih rendah. Dilihat dari nilai pH, BK1 menunjukkan pH yang lebih tinggi (Tabel 1) yang menjadi indikasi bahwa aktivitas biologis mikroorganisme daerah perakaran lebih rendah dibanding dua lokasi lainnya. Indikasi ini sejalan dengan nilai TPC pada BK1 yang lebih rendah dan nilai pH yang lebih tinggi. Interaksi biotik antara akar tanaman dengan bakteri dan fungi akan menyebabkan diskresikannya berbagai metabolit seperti asam amino, asam organik, asam lemak, polisakarida, dan senyawa-senyawa metabolit sekunder [4]. Keberadaan berbagai metabolit tersebut umumnya akan menurunkan nilai pH. Nilai pH yang lebih rendah akan mempengaruhi serapan hara oleh tanaman. Nilai pH yang membuat semua unsur hara berada pada kondisi terlarut dan mudah diserap tanaman berkisar antara 5.5-6.5 [16].

Tabel 1. Hasil enumerasi bakteri pada ketiga lokasi sampling

Lokasi	Nilai TPC (CFU/g)	Jumlah Isolat	Nilai pH
BK1	5.91 x 10 ⁵	24	6.9
BK2	13.42 x 10 ⁵	17	6.4
BK3	14.14 x 10 ⁵	18	6.6

Analisis Tanah dan Produktivitas Padi

Rendahnya nilai TPC di BK1 juga dapat dipengaruhi komponen fisik dan kimia tanah. Analisis kimia dan fisika tanah disajikan pada

Tabel 2. Dilihat dari parameter fisik, kondisi tanah di BK1 lebih mengandung liat dibandingkan kedua lokasi lain (walaupun tidak begitu berbeda persentase liatnya dengan BK3).

Tabel 2. Analisis beberapa parameter kimia penting dan fisik pada tanah sampel

Lokasi	C-Org (%)	N-Total (%)	Rasio C/N (%)	P (ppm)	K (ppm)	KTK (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	Tekstur		
							Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)
BK1	2.31	0.24	9.63	135.91	159.88	31.09	3.07	23.74	73.19
BK2	1.67	0.20	8.35	72.80	87.81	24.14	2.42	46.52	51.06
BK3	2.07	0.25	8.28	74.47	106.83	31.09	8.41	19.75	71.84

Partikel tanah dalam bentuk liat memiliki ukuran yang paling kecil dibandingkan debu, dan pasir. Semakin tinggi persentase liat, maka struktur tanah akan semakin lengket dan padat. Padatnya tanah dapat menghalangi kolonisasi dan mobilitas bakteri di dalam tanah. Semakin padat tanah, maka semakin kecil pula populasi bakteri [17].

Parameter kimia penting pada tanah juga dapat menjelaskan rendahnya nilai TPC pada lokasi BK1. Nilai C-organik lokasi BK1 yang lebih tinggi dibandingkan kedua lokasi lainnya (Tabel 2) menunjukkan bahwa bahan organik sebenarnya tersedia dalam jumlah cukup. Namun, laju penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tanah tergolong rendah yang ditandai tingginya nilai rasio C/N. Nilai rasio C/N yang tinggi menjadi indikasi bahwa laju penguraian bahan organik rendah [18] sehingga nilai rasio C/N sering digunakan sebagai parameter fertilitas tanah.

Nilai P total pada BK1 juga jauh lebih tinggi dibandingkan BK2 dan BK3. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan pada BK1 sudah dalam kadar berlebih. Kadar P total tanah diatas 40 ppm sudah termasuk dalam kadar yang tinggi dan diatas 100 ppm sudah masuk dalam kategori P berlebih [19]. Dengan hasil analisis ini, tanah pada BK2 dan BK3 sebenarnya sudah tidak perlu diberi aplikasi pupuk P karena tanah sudah mengandung P tinggi.

Hasil wawancara dan aplikasi pemupukan juga menunjukkan hal yang sejalan dengan analisis tanah. BK1 menggunakan lebih banyak jenis pupuk dan pestisida (Tabel 3). Hasil residu tanah pada BK1 juga menunjukkan kadar klorpirifos, paration, dan karbofuran yang lebih tinggi dibanding dengan tanah pada lokasi lainnya (Tabel 4).

Tabel 3. Kondisi pemupukan dan aplikasi pestisida serta produktivitas padi dari hasil wawancara petani pemilik dan pengelola sawah

Lokasi	Pupuk (Jenis)	Insektisida (Jenis)	Fungisida (Jenis)	Produktivitas Padi (Ton/ha)
BK1	4	4	1	7
BK2	2	2	0	7
BK3	3	3	0	7

Tabel 4. Analisis residu pestisida pada sampel tanah sawah ketiga lokasi

No	Bahan Aktif Pestisida	Lokasi		
		BK1	BK2	BK3
1	Diazinon	TT	TT	0.1753
2	Malation	TT	0.5722	0.4415

No	Bahan Aktif Pestisida	Lokasi		
		BK1	BK2	BK3
3	Fenitrothion	0.0983	0.1053	0.0820
4	Paration	0.1244	0.0940	0.1008
5	Metidation	0.1126	0.3125	0.1787
6	Propenofos	TT	0.0601	0.1328
7	Klorpirifos	1.2361	0.0746	0.0506
8	Karbofuran	0.4998	0.1082	0.1406

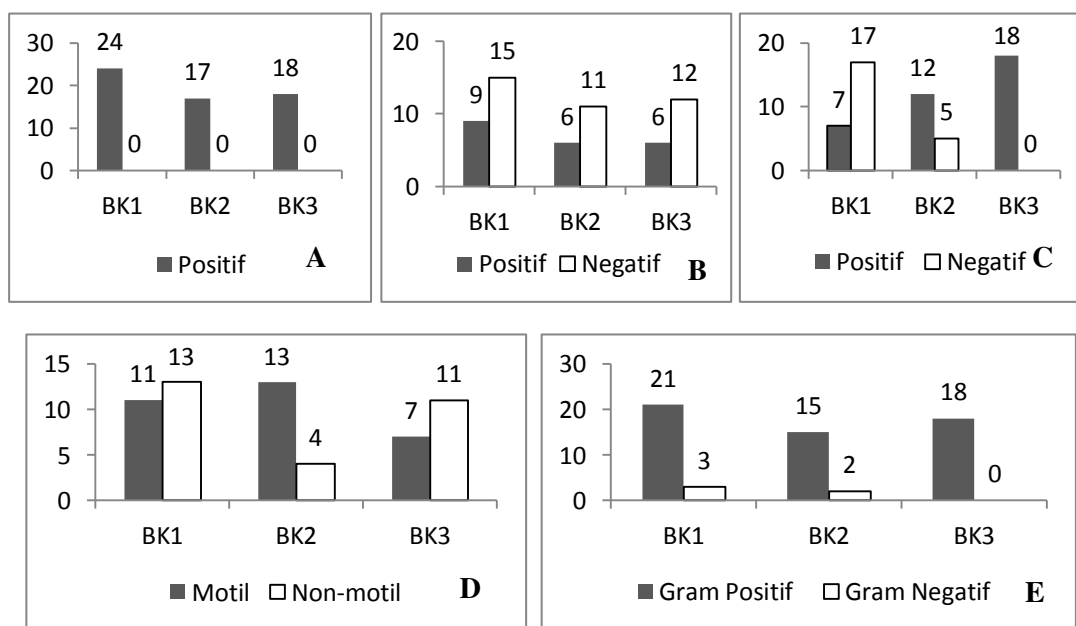
Pestisida dengan bahan aktif klorpirifos dapat menurunkan kemampuan hidup mikroorganisme, baik bakteri maupun cendawan. Klorpirifos merupakan pestisida golongan organofosfat dengan spektrum luas yang berpeluang mematikan makhluk hidup non-target, termasuk mikroorganisme [20]. Karbofuran merupakan pestisida golongan karbamat yang juga memiliki spektrum luas. Toksisitas karbofuran bersifat sistemik. Sedangkan paration merupakan pestisida golongan organofosfat yang jika digunakan dalam jangka panjang dan konsentrasi tinggi dapat menghambat aktivitas enzim amonia oksidase pada bakteri [21]. Terhambatnya amonia oksidase mengakibatkan terganggunya penyediaan nitrit yang dapat menghambat penyediaan Nitrogen bagi tanaman.

Berdasarkan analisis tanah dan kelimpahan bakteri tanah, dapat terlihat hubungan yang jelas, bahwa penggunaan pupuk tidak selalu meningkatkan produktivitas padi. Biaya produksi akan mengingkat signifikan, tetapi hasil belum tentu akan mengingkat. Saat ini,

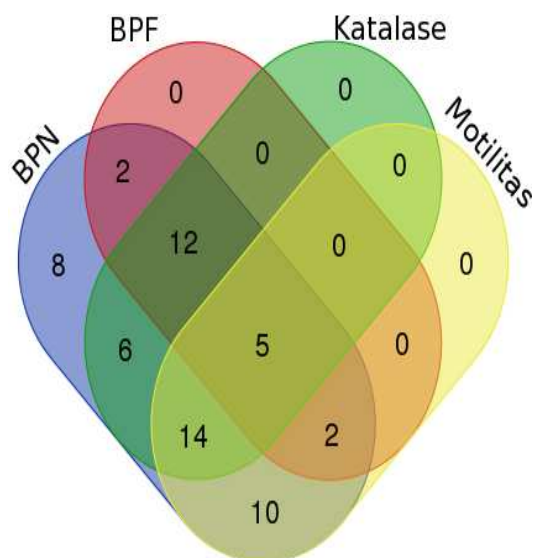
ketiga lokasi sama-sama memiliki produktivitas hasil 7 ton/ha. Namun jika aplikasi pemupukan yang tetap seperti saat ini, produktivitas pada lokasi BK1 bisa jadi akan mengalami penurunan karena pada dasarnya kondisi tanah sudah berubah.

Karakterisasi Fungsional Isolat

Dari ketiga lokasi, diperoleh sebanyak 59 isolat. Isolat-isolat ini kemudian diuji kemampuan fungsionalitasnya sebagai PGPR. Pola dan sebaran karakter fungsional terhadap isolat yang berkaitan dengan potensi sebagai PGPR ditunjukkan pada Gambar 1. Kemampuan dan karakter yang diujikan tersebut kemudian dianalisis untuk menapis isolat dengan potensi terbaik. Analisis pemilihan isolat menggunakan diagram venn menggunakan webtool dari Ugent (<http://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn/>). Analisis ini menghasilkan 5 isolat terpilih dari 59 isolat yang diperoleh antara lain BK1-23; BK2-6; BK2-8; BK2-11; BK2-12 (Gambar 2).



Gambar 1 Pola sebaran karakter isolat yang diujikan. Uji BPN (A), Uji BPF (B), Uji Katalase (C), Motilitas (D), dan Uji Gram (E).



Karakter	Jumlah	Kode Isolat
BPF BPN Katalase Motilitas	5	BK2-11; BK1-23; BK2-12; BK2-8; BK2-6
BPF BPN Katalase	12	BK1-24; BK3-3; BK1-8; BK3-5; BK3-12; BK3-9; BK3-6; BK2-4; BK1-17; BK3-11; BK2-9; BK1-12
BPF BPN Motilitas	2	BK1-9; BK1-11
BPN Katalase Motilitas	14	BK3-4; BK2-2; BK1-7; BK2-1; BK3-2; BK3-18; BK2-16; BK2-10; BK2-15; BK3-1; BK3-14; BK3-17; BK1-19; BK3-7
BPF BPN	2	BK1-18; BK1-4
BPN Katalase	6	BK3-10; BK3-16; BK3-13; BK3-8; BK3-15; BK2-7
BPN Motilitas	10	BK2-18; BK1-10; BK2-13; BK1-6; BK1-13; BK2-14; BK1-22; BK1-14; BK1-2; BK2-3
BPN	8	BK1-3; BK1-21; BK1-15; BK1-16; BK1-5; BK1-1; BK1-20; BK2-5
Total	59	

Gambar 2 Pemetaan karakter dan isolat yang diperoleh dari ketiga lokasi sampling. Terpilih 5 isolat yang memiliki kemampuan melarutkan Fosfat, fiksasi Nitrogen, katalase positif, dan motil.

Pengujian bakteri penambat nitrogen dilakukan dengan menggunakan media selektif yang tidak mengandung unsur nitrogen sehingga bakteri harus mengikat nitrogen yang ada di udara. Nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi tanaman, yang memiliki sifat hilang jika berada didalam tanah, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti menguap (volatilisasi), nitrifikasi, denitrifikasi atau tercuci oleh air dan erosi [22].

Fosfor (P) termasuk ke dalam komponen penting bagi pertumbuhan tanaman, setelah nitrogen, karena berperan dalam berbagai proses metabolisme. Ketersediaan P di dalam tanah sangatlah berlimpah, akan tetapi tidak semua P dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman. Penggunaan pupuk kimia yang mengandung P secara terus-menerus dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, sehingga dapat mengurangi kesuburan tanah seperti yang terjadi pada BK1. Pemberian inokulum berupa bakteri pelarut fosfat dapat menjadi alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia, karena mampu mengubah P menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman [23].

Ketersediaan P bagi tanaman cenderung rendah, hal ini karena P terikat dalam bentuk Al-fosfat atau Fe-Fosfat pada tanah yang bersifat asam, atau $Ca_3(PO_4)_2$ pada tanah yang bersifat basa. Sekresi asam oleh bakteri pelarut fosfat mengubah P organik menjadi fosfat

terlarut sehingga dapat digunakan oleh tanaman, umumnya dalam bentuk $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , atau PO_4 . Proses pelarutan fosfat dilakukan dengan mensekresi asam, seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat dan asam sitrat. Bakteri pelarut fosfat juga mampu menghasilkan asam amino, vitamin, dan *growth promoting substance*, seperti IAA dan asam giberelin yang membantu dalam pertumbuhan tanaman [24].

Motilitas diuji untuk melihat pergerakan bakteri. Isolat yang bersifat motil akan tumbuh menyebar di luar garis tusukkan, sedangkan isolat yang bersifat non-motil hanya akan tumbuh disepanjang garis tusukkan. Bakteri yang bersifat motil akan memiliki mobilitas yang lebih tinggi di dalam tanah. Uji Gram tidak digunakan sebagai uji yang menentukan penapisan bakteri terpilih. Uji ini hanya sebagai pelengkap karakterisasi. Dari kelima isolat potensial 3isolat merupakan bakteri Gram positif.

KESIMPULAN

Sebanyak 59 isolat berhasil diperoleh dari 3 lokasi sawah di Bekasi. Sebanyak 5 dari 59 isolat antara lain BK1-23; BK2-6; BK2-8; BK2-11; BK2-12 berpotensi sebagai PGPR karena memiliki aktivitas fiksasi N, pelarut

fosfat, katalase positif, dan motil. Lokasi BK1 memiliki nilai TPC yang lebih rendah dibanding BK2 dan BK3. Rendahnya nilai TPC pada BK1 dapat disebabkan aplikasi pemupukan dan pestisida berlebih yang ditandai tingginya kadar P total, serta tingginya residu klorpirifos, karbofuran, dan paration. Kondisi fisik tanah BK1 juga didominasi partikel liat yang menyebabkan tanah menjadi lebih padat. Peningkatan jumlah penggunaan pupuk tidak selalu diikuti peningkatan produktivitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Al Azhar Indonesia atas dana hibah Research Grant tahun 2015 sehingga penelitian dengan judul "Isolasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dari Beberapa Sawah Sekitar Jakarta" dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [BPS]. Badan Pusat Statistik. 2016. Berita Resmi Statistik Badan Pusat Statistik. Produksi padi, jagung, dan kedelai tahun 2015 No. 62/07/Th. XIX, 1 Juli 2016.
- [2] [Pusdatin]. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2014. Buletin Konsumsi Pangan 5(1): 1-59.
- [3] [ILPPD]. Informasi Laporan Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah. 2014. Informasi Laporan Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah Kota Bekasi Tahun 2014. <http://bekasikota.go.id/files/fck/ILPPD%202014%281%29.pdf> (Diakses pada 04 Nopember 2015).
- [4] De-la-Peña C, Loyola-Vargas VM. 2014. Biotic Interactions in the Rhizosphere: A Diverse Cooperative Enterprise for Plant Productivity. *Plant Physiology* 166: 701–719
- [5] Figueiredo MVB, Seldin L, Araujo FF, Mariano RLR. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. Di dalam *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*, DK. Maheshwari (ed.), Microbiol Monographs 18: 21-43, Springer-Verlag Berlin.
- [6] Vacheron J, Desbrosses G, Bouffaud ML, Touraine B, Moëne-Loccoz Y, Muller D, Legendre L, Wisniewski-Dyé F, Prigent-Combaret C. 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontier plant sci* 4(356): 1-19.
- [7] Nareswari D. 2008. Populasi mikroba fungsional pada budidaya S.R.I (system of rice intensification) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [8] Paramitha AP. 2011. Keanekaragaman mikroba fungsional pada perakaran tebu transgenik IPB 1 di lahan percobaan PG Djatiroto PTPN XI, Lumajang, Jawa Timur [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [9] Marista E, Khotimah S, Linda R. 2013. Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dari tiga jenis tanah rizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *J. Protobiont.* 2 (2): 93 – 101.
- [10] Nurmegawati, Makruf E. 2013. Analisis tanah sebagai indikator tingkat kesuburan lahan sawah di Provinsi Bengkulu. *Prosiding Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan 2013*.
- [11] Raipuria N, Paroha S, Parveen R. 2013. Isolation of micro-organism from rice fields of Jabalpur region. *Ann Exp Biol.* 1 (1): 15-20.
- [12] Himedia. Jensen's Medium (M710) Technical Data. HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. 2011.
- [13] Himedia. Pikovskayas Agar (M520) Technical Data. HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. 2011.
- [14] Powers EM. 1995. Efficacy of the ryu nonstaining KOH technique for rapidly determining gram reactions of food-borne and waterborne bacteria and yeasts. *Appl Environ Microbiol.* 61 (10): 3756-3758
- [15] Hidayat R, Alhadi F. 2012. Identifikasi *Streptococcus equi* dari Kuda yang Diduga Menderita Strangles. *J. Ilmu Pertanian Indonesia.* 17 (3) : 199 -203.
- [16] Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology* 5 ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., Publishers

- [17] Chau JF, Bagtzoglou AC, Willig MR. 2011. The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial community. *Environ Forensic* 12: 333-341.
- [18] Ge, S., Xu, H., Ji, M., & Jiang, Y. (2013). Characteristics of soil organic Carbon, total Nitrogen, and C/N ratio in Chinese apple orchards. *Open Journal of Soil Science*, 3, 213-217
- [19] Fulton A, et al. 2010. Primary Plant Nutrient: Nitrogen, Phosphorus, and Potassium
http://cetehama.ucanr.edu/newsletters/Soil_Testing_Articles_by_Allan_Fulton39345.pdf
- [20] Supreeth M, Chandrashekar MA, Sachin N, Raju NS. 2016. Effect of chlorpyrifos on soil microbial diversity and its biotransformation by *Streptomyces* sp. HP-11. *3 Biotech* 6(147): 1-6
- [21] Jacobsen CS, Hjelmsø MH. 2014. Agricultural soils, pesticides and microbial diversity. *Curr Opin Biotechnol* 27:15–20.
- [22] Sari R dan Prayudyaningsih R. 2015. Rhizobium: pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Info Teknis Eboni*, Vol. 2(1): 51-56.
- [23] Sharma SB, Sayyed RZ, Trivedi MH, Gobi TA. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils [review]. *Springer Plus*. 2 (587): 1-14.
- [24] Suliasih, Rahmat. 2006. Aktivitas fosfatase dan pelarutan kalsium fosfat oleh beberapa bakteri pelarut fosfat. *Biodiversitas*. 8 (1): 23-26