

***Pseudomonas* sp. STRAIN DSMZ 13134 DAN EFEKTIVITASNYA
PADA PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT
(*Lycopersicum Esculentum* Mill.) SERTA SERAPAN P PADA TANAH
MASAM**

**Effectiveness of *Pseudomonas* sp. Strain DSMZ 13134 on Tomato Growth and P
Uptake on Acid Soil**

Sumarni. A¹⁾, Aiyen²⁾, Johanis Panggeso²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

²⁾Staf dosen program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

e-mail: sumarni.nurjannah@yahoo.co.id

e-mail: aiyenb@yahoo.com

e-mail: johanis.panggeso@yahoo.com

ABSTRACT

A quite big amount of tomato for consumption in Indonesia is still from import. There are two strong challenges on tomato production namely low productivity and pest and diseases. The challenge to improve tomato production becomes stronger if it is planted on acid soil. Acid soil is well known to have low pH which influence on the macro nutrients availability such as N and P. This experiment was aimed to investigate the effectiveness of *Pseudomonas* sp on tomato growth and P uptake on acid soil. There were 8 treatments tested namely control treatment non-sterilized soil; control sterilized soil; non-sterilized soil + *Pseudomonas* sp; sterilized soil + *Pseudomonas* sp; non-sterilized soil + *Pseudomonas* sp + N, P, K; sterilized soil + *Pseudomonas* sp + N, P, K; non-sterilized soil + N, P, K ; sterilized soil + N, P, K; and treatment was replicated 3 times. The data was then analyzed with One Way ANOVA and tested by Tukey HSD. Bacteria *Pseudomonas* sp amendment increased significantly Phosphor (P) concentration, uptake in the shoot of tomato, and triggered the flowering. Amendment of low concentration of N, P, K, together with *Pseudomonas* sp on acid soil improved significantly tomato growth (plant height, and shoot and root dry biomass), leaf chlorophyll concentration and soil bacteria total colony. The effectiveness of *Pseudomonas* sp on plant growth was strongly improved when the acid soil microbe diversity was maintained (non-sterilized soil).

Key words : Tomato, *Pseudomonas*, acid soil, P absorption, fertilizer N, P, K

ABSTRAK

Tomat merupakan salah satu produk sayuran yang sebahagian kebutuhannya masih di impor. Produktivitas yang rendah dan rentan penyakit merupakan tantangan utama dalam memproduksi tomat. Tantangan ini menjadi lebih berat pada tanah masam, yang dikategorikan memiliki pH dan hara makro rendah misal N dan P. Penelitian ini menguji peranan bakteri *Pseudomonas* sp strain DSMZ 13134 dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat pada tanah masam. Rancangan RAL (Rancangan Acak Lengkap) digunakan dengan 8 perlakuan yang dicobakan yaitu tanah kontrol non-steril; steril; tanah non-steril + *Pseudomonas* sp; tanah steril + *Pseudomonas* sp; tanah non-steril+ *Pseudomonas* sp + N, P, K; tanah steril+ *Pseudomonas* sp + N, P, K ; tanah non-steril + N, P, K dan tanah steril + N, P, K, dan perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali. Data hasil penelitian diuji Anova 1 arah dan uji lanjut BNJ. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh positif pemberian *Pseudomonas* sp dalam meningkatkan konsentrasi dan serapan P tajuk tomat, dan juga

menyebabkan pembungaan yang lebih cepat. Pertumbuhan tanaman tomat (tinggi tanaman, berat kering tajuk dan akar) dan konsentrasi klorofil serta total koloni tanah setelah pertanaman, secara nyata dipengaruhi oleh pemberian *Pseudomonas* sp. dan N, P, dan K dosis rendah. Pengaruh positif *Pseudomonas* pada pertumbuhan tomat menjadi lebih kuat jika keberagaman mikroba tanah dipertahankan (tanah yang tidak disterilkan).

Kata kunci : Tomat, *Pseudomonas*, tanah masam, serapan P, pupuk N,P,K

PENDAHULUAN

Tomat yang ditanam pada tanah subur dan marginal memiliki tantangan yang sama dari segi hama dan penyakit, walaupun intensitas tantangan spesifik akan berbeda, misalnya pada pengelolaan nutrisi pada kedua tanah tersebut. Variasi iklim dan curah hujan yang relatif tinggi di sebahagian wilayah Indonesia menyebabkan pencucian basa yang intensif dan menyebabkan tanah menjadi masam (Subagyo *dkk.*, 2000), ataupun masam disebabkan oleh bahan induk tanah. Menurut Mulyani *dkk.* (2004), tanah masam kering Sulawesi Tengah seluas 1.634.661 ha pada ordo inceptisols, 1.602.168 ha ultisols, 100.000 ha entisols, dan 301.058 ha oxisols. Unsur hara penting yang menjadi pembatas pada tanah masam adalah fosfor, kalsium, potasium dan magnesium dan hara mikro yang disebabkan pengaruh langsung dari pH ataupun pengaruh interaksi pH dan lingkungan biotik dan abiotiknya (Kretzschmar *et al.*, 1989).

Sisi lain, tanah subur sangat kaya akan keragaman mikroorganisme, seperti bakteri, aktinomicetes, fungi, protozoa, nematode, alga, dan virus. Tanah pertanian yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah. Produktivitas dan daya dukung tanah tergantung pada aktivitas mikroba tersebut, Sebagian besar mikroba tanah memiliki peranan yang menguntungkan bagi pertanian, yaitu berperan dalam mendegradasi limbah organik, daur hara tanaman, fiksasi biologis nitrogen, pelarutan fosfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen dan membantu penyerapan unsur hara serta bioteknologi berbasis mikroba dikembangkan

dengan memanfaatkan peran penting mikroba tersebut.

Mikroba yang mampu melarutkan P antara lain: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Pseudomonas* sp dan *Bacillus megatherium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P umumnya juga mampu mempengaruhi kelarutan K, Bakteri *Pseudomonas* sp. juga dikenal dapat menjadi agen hayati untuk menurunkan serangan penyakit layu pada tanaman tomat. Pertanian berkelanjutan yang memperhatikan kelestarian alam akan mengandalkan bahan - bahan alami dan menghindari input bahan sintetik, baik berupa pupuk, herbisida, maupun pestisida sintetik sehingga memanfaatkan bioteknologi berbasis mikroba dan sangat tepat dilaksanakan di Indonesia. karena iklim tropisnya, selain memiliki keragaman hayati yang tinggi termasuk mikroba juga faktor lingkungan tumbuh disukai oleh banyak ragam mikroba.

Penelitian ini menggunakan *Pseudomonas* sp. strain DSMZ 13134 untuk diuji efektifitasnya terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*lycopersicum esculentum mill.*) serta serapan p di tanah masam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, dimulai bulan Mei hingga Agustus 2014.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur, gelas ukur, erlenmeyer, timbangan analitik, cawan, tabung reaksi, autoclaf, mikropipet, pot plastik (kapasitas 1,5 kg), pH meter, oven, ayakan, termometer, LI-COR LI_3000C dan UV-VIS spektrofotometer (analisis P).

Bahan yang digunakan adalah tomat, *Pseudomonas* sp. strain DSMZ 13134

dengan merek dagang Proradix dengan kerapatan produk minimal $6,6 \times 10^{10}$ CFU per g produk, tanah masam (inceptisols) steril dengan konsentrasi P 26800 ppm, tanah masam non steril dengan konsentrasi 21800 ppm (hasil analisis laboratorium ilmu tanah fakultas pertanian UNTAD), pupuk dasar (N, P, dan K), alkohol 70%, agar, H₂SO₄, etanol 96 % dan air murni untuk mengencerkan bakteri.

Penelitian ini didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dan data hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan Anova 1 arah dan uji BNJ 5%, dengan 8 perlakuan dan 3 (tiga) kali ulangan, total unit perlakuan adalah 24 unit. Perlakuan yang dimaksud adalah tanah masam non-steril, tanah masam steril, tanah masam non steril + *Pseudomonas*, tanah masam steril + *Pseudomonas*, tanah masam non-steril dengan pupuk dasar (N, P, K) + *Pseudomonas*, tanah masam steril + dengan pupuk dasar (N,P,K) + *Pseudomonas*, tanah masam non-steril dengan pupuk dasar (N, P, K), tanah masam steril dengan pupuk dasar (N, P, K). Dosis pemupukan dan *Pseudomonas* pada percobaan ini diberikan sebagai berikut: N= 100 mg N kg⁻¹ tanah, sumber NH₄NO₃, P= 50 mg P kg⁻¹ tanah, sumber NaH₂PO₄, K= 50 mg K kg⁻¹ tanah, sumber KCL

Adapun identitas benih tomat yang digunakan dicantumkan pada tabel 1.

Tabel 1. Identitas Tomat yang Digunakan

Nama sampel	No. mentan/ Perusahaan	Kep No Lot	Kada Luars a
Tomat	701/kpts/SR. 120/1/2011/PT Bintang Asia	7121203 Citra	April 2016

Pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahap yaitu test pH tanah, tanah disterilkan dengan dioven (80⁰C selama 2 hari), test kemampuan tanah memegang air (WHC), persiapan media dan pengisian pot, penanaman, pemeliharaan, panen dilakukan

pada akhir minggu ke-10 pertumbuhan dibedakan atas tajuk dan akar.

Menghitung Jumlah Koloni Bakteri

Tanah, setelah panen diambil dan diencerkan kemudian dilakukan isolasi bakteri. Isolasi dilaksanakan pada media NA (Natrium Agar) dan disimpan pada suhu kamar. Koloni bakteri dihitung dengan menggunakan metode formula Fardiaz (1992)

Metode Mengukur Konsentrasi Klorofil.

Menimbang 1 gram daun lalu diekstrak (digerus dalam cawan porselin) dengan sedikit pelarut etanol 96%, Kemudian disaring dan diambil filtratnya lalu dicentrifuge. Filtrat dimasukkan ke labu ukur 100 ml kemudian ditambahkan pelarut hingga 100 ml. Larutan klorofil dituang pada cuvet sampai tanda batas, kemudian permukaan cuvet dibersihkan.klorofil di ukur dengan spektrofotometer.

Metode Mengukur Konsentrasi Hara P pada Tajuk.

Konsentrasi hara P pada tajuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan metode sebagai berikut: sampel tajuk kering digiling lalu ditimbang masing-masing 0,25 gr/sampel. Sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 25 ml kemudian ditambahkan asam nitrat 2,5 ml dan asam perklorat 5 ml. Larutan tersebut kemudian dipanaskan sampai jernih kemudian disaring ke labu ukur 25 ml dan dicukupkan dengan aquades sampai batas tera. Larutan ini dipipet 1 ml kemudian diberi pewarna p sebanyak 5 ml lalu dikocok 15 sampai 20 menit kemudian diukur pada spektrometer.

Parameter pertumbuhan tomat yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman (setiap minggu dimulai pada 4 MST), berat kering tajuk dan akar beserta rasionya. Konsentrasi klorofil daun, jumlah total bakteri pada tanah setelah penelitian berakhir dan konsentrasi hara P tajuk juga diukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman. Penggunaan *Pseudomonas* sp. memberikan berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman tomat. Aplikasi bakteri ini yang ditambahkan pupuk dasar N, P dan K dosis rendah pada tanah masam, mampu meningkatkan tinggi tanaman tomat hingga 25,44 cm, dan berbeda nyata dengan tanaman yang tanpa pemberian *Pseudomonas* sp. (Perlakuan kontrol dan pupuk N, P dan K saja) (Tabel 2). Jumsu (2006) juga melaporkan hal yang sama. Peningkatan tinggi tanaman tomat ini berkaitan dengan adanya peningkatan total koloni bakteri (Tabel 5), konsentrasi klorofil daun (Tabel 4) dan konsentrasi hara P pada tajuk (Tabel 6).

Adapun perlakuan yang hanya menggunakan bakteri *Pseudomonas* sp (perlakuan D) tinggi tanamannya lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan *Pseudomonas* sp. dengan penambahan pupuk N, P dan K. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh konsentrasi P tajuk yang lebih rendah (tabel 6). Penambahan pupuk dosis rendah dapat menjadi starter bagi perkembangan bakteri pada tanah ber-pH rendah.

Tabel 2. Rata - Rata Tinggi Tanaman Tomat (cm)

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman Tomat (cm)	Notasi BNJ
A	13,57±4,23	b
B	14,17±4,25	b
C	20,45±2,34	abc
D	16,11±1,91	bc
E	25,34±1,25	a
F	25,44±2,38	a
G	22,78±6,70	abc
H	21,31±4,13	abc

Ket:1. A=Tanah kontrol non steril, B=Tanah kontrol steril, C= Tanah non steril + *Pseudomonas* sp. D=Tanah steril + *Pseudomonas* sp. E= Tanah non steril +*Pseudomonas* sp.+ NPK, F= Tanah steril + *Pseudomonas* sp.+ NPK, G=Tanah non steril + NPK, H=Tanah steril +NPK

2. Rerata yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan tidak berbeda pada uji (BNJ 5%)

Berat Kering Tajuk dan Akar. Aplikasi bakteri *Pseudomonas* sp. pada tanah masam berpengaruh positif terhadap berat kering tajuk dan akar tomat. Perlakuan yang dikombinasikan bakteri *Pseudomonas* sp. dengan pupuk N, P dan K menghasilkan berat kering tajuk dan akar tertinggi (Tabel 3). Respon positif dari bakteri *Pseudomonas* sp. berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Endang M. dkk (2010), penggunaan *P. fluorescens* P60 pada berbagai formula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap biomassa kering tanaman (berat kering akar dan tajuk). Tingginya biomassa akar diyakini akan meningkatkan penyerapan air dan nutrisi sehingga berpengaruh positif pada konsentrasi dan serapan hara P (Tabel 6). Pembentukan akar yang lebih banyak juga merupakan reaksi fisiologi terhadap kekahatan unsur ataupun disebabkan inokulasi bakteri yang digunakan. Rasio akar/tajuk tanaman tomat pada penelitian ini berkisar antara 0,210-0,330, yang lebih tinggi ditemukan pada perlakuan non-steril dengan penambahan *Pseudomonas* sp., yang kemudian berpengaruh sangat positif pada konsentrasi dan rasio dan serapan P pada tajuk. Penelitian ini didukung oleh Dubey (1997). Pada penelitian penambahan bakteri Penurunan pertumbuhan biomassa akar diduga dipengaruhi oleh keberadaan Al pada tanah masam (Spehar dan Souza, 2006) ataupun H⁺ dan bakteri dalam tanah kurang mampu menguraikan sehingga akar tidak berkembang dan menjadi pendek.

Rata-Rata Konsentrasi Klorofil Pada Daun Tomat (mg/l). Konsentrasi klorofil ini diukur dengan menggunakan spektro UV-VIS. Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sp. berpengaruh sangat baik terhadap peningkatan konsentrasi klorofil pada daun tomat. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan yang dikombinasikan antara bakteri *Pseudomonas* sp. dengan pupuk dasar N, P dan K dengan dosis rendah (Tabel 4). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Heidari (2011) dan Stefan, dkk. (2013) pada jenis tanaman yang berbeda (Tanaman

kacang - kacang). Peningkatan korofil tajuk (Tabel 3) dan jumlah daun (Data tidak ini berkorelasi positif dengan berat kering ditampilkan).

Tabel 3. Rata-Rata Berat Kering Tajuk dan Akar Tomat (g) beserta Rasionya

Perlakuan	Berat Kering Tajuk (g)	Berat Kering Akar (g)	Rasio Berat Kering Akar/Berat Kering Tajuk
A	0,241 ± 0,20 b	0,181 ± 0,05e	0,240±0,03tn
B	0,302 ± 0,27d	0,246 ± 0,08de	0,250±0,04tn
C	0,814 ± 0,26b	0,700 ± 0,07bc	0,290±0,03tn
D	0,507 ± 0,17b	0,383 ± 0,05d	0,250±0,04tn
E	1,207 ± 0,24ab	1,000 ± 0,06c	0,280±0,02tn
F	1,849 ± 0,48a	1,200 ± 0,13a	0,210±0,02tn
G	1,059 ± 0,62c	0,759 ± 0,12bc	0,260±0,07tn
H	1,005 ± 0,53cd	0,886 ± 0,11c	0,330±0,11tn

Ket:1) A=Tanah kontrol non steril, B=Tanah kontrol steril, C= Tanah non steril + *Pseudomonas* sp, D=Tanah steril + *Pseudomonas* sp, E= Tanah non steril +*Pseudomonas* sp,+ N,P,K, F= Tanah steril + *Pseudomonas* sp,+ N,P,K, G=Tanah non steril + N,P,K, H=Tanah steril +N,P,K

2) Rerata yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji (BNJ 5%)

3) Hasil analisis ragam rasio berat kering akar/berat kering tajuk tidak nyata

Tabel 4. Rata - Rata Konsentrasi Klorofil pada Daun Tomat (mg/l)

Perlakuan	Klorofil (mg/l)
A	0,770±0,20 abc
B	0,991±0,50 bc
C	0,540±0,04 ab
D	0,536±0,10 ab
E	0,826±0,12 abc
F	1,188±0,19 c
G	0,718±0,04abc
H	0,314±0,18 a

Ket: 1) A=Tanah kontrol non steril, B=Tanah kontrol steril, C= Tanah non steril + *Pseudomonas* sp. D =Tanah steril + *Pseudomonas* sp. E= Tanah non steril +*Pseudomonas* sp.+ N,P,K, F= Tanah steril + *Pseudomonas* sp.+ N,P,K, G=Tanah non steril + N,P,K, H=Tanah steril +N,P,K

2) Rerata yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji (BNJ 5%).

Rata - Rata Total Koloni Bakteri/Cawan.

Perlakuan yang mendapatkan aplikasi bakteri *Pseudomonas* sp. yang terbaik adalah perlakuan F diikuti dengan C, D, dan E. Data ini menunjukkan aplikasi bakteri *Pseudomonas* sp berpengaruh sangat baik terhadap jumlah koloni/cawan. Pengaruh ini dapat meningkatkan jumlah populasi mikro-organisme berguna dalam tanah (Tabel 5). Keberadaan bakteri *Pseudomonas* sp. dalam tanah akan meningkatkan keragaman

mikroba, dicerminkan oleh peningkatan total koloni bakteri. Peningkatan koloni ini berpengaruh positif pada berat kering akar dan konsentrasi serta serapan hara P tajuk (Tabel 3 dan 6), sesuai dengan publikasi Tombe (2008). Pada tanah non steril terdapatnya keragaman bakteri alamiah dari tanah tersebut, sedangkan tanah yang disterikan diasumsikan telah terjadinya pengurangan bakteri alamiah karena proses pemanasan. Pada penelitian ini tanah yang mengalami pemanasan mengalami penurunan jumlah koloni bakteri, pengecualian terjadi pada tanah steril dengan penambahan *Pseudomonas* dan N, P, dan K. Hal ini disebabkan oleh pemberian pupuk N, P dan K, dimana tanah menjadi lebih subur dan perkembangan bakteri lebih cepat.

Tabel 5. Rata-Rata Total Koloni Bakteri

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Koloni/Cawan
A	23,7±3,2 bd
B	9,0±1,0 cd
C	44,0±12,5 ab
D	41,7±13,6 ab
E	29,7±4,7 bc
F	54,7±18,0 a
G	36,0±21,4 ab
H	21,0±8,0 b

Ket: 1) A=Tanah kontrol non steril, B=Tanah kontrol steril, C= Tanah non steril + *Pseudomonas* sp. D=Tanah steril + *Pseudomonas* sp. E= Tanah non steril +*Pseudomonas* sp.+ N,P,K, F= Tanah steril + *Pseudomonas* sp.+ N,P,K, G=Tanah non steril + N,P,K, H=Tanah steril +N,P,K

2) Rerata yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji (BNJ 5%).

Rata-Rata Konsentrasi dan Serapan P Pada Tajuk.

Tabel 6. Rata - Rata Konsentrasi dan Serapan P Pada Tajuk Tomat

Perlakuan	Konsentrasi P Tajuk Setelah Transformasi (ppm)	Serapan P Tajuk Setelah Transformasi (μg)
A	29,4 \pm 7,3e	13,1 \pm 5,3d
B	49,8 \pm 13,9e	22,8 \pm 6,1d
C	106,8 \pm 9,3a	96,3 \pm 23,2a
D	38,8 \pm 9,8d	27,8 \pm 10,7d
E	68,3 \pm 17,7b	74,6 \pm 20,9ab
F	72,8 \pm 20,9b	96,1 \pm 18,0c
G	63,2 \pm 16,6cd	59,1 \pm 7,5b
H	58,5 \pm 19,8b	53,6 \pm 11,3b

Ket: 1) A=Tanah kontrol non steril, B=Tanah kontrol steril, C= Tanah non steril + *Pseudomonas* sp. D=Tanah steril + *Pseudomonas* sp. E= Tanah non steril +*Pseudomonas* sp.+ N,P,K, F= Tanah steril + *Pseudomonas* sp.+ N,P,K, G=Tanah non steril + N,P,K, H=Tanah steril +N,P,K

2) Rerata yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda pada uji (BNJ 5%)

Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sp. berpengaruh positif pada konsentrasi dan serapan hara P tajuk (konsentrasi dikali berat kering tajuk). Tajuk pada perlakuan C memiliki konsentrasi dan serapan tertinggi sedangkan yang terendah ditemukan pada perlakuan A (Tabel 6).

Peranan bakteri *Pseudomonas* sp. dalam meningkatkan konsentrasi dan serapan hara P tampak nyata pada semua perlakuan yang diaplikasikan *Pseudomonas* sp. (C, E dan F) kecuali pada perlakuan D. Secara keseluruhan hasil ini mendukung pendapat umum bahwa bakteri dan juga fungi yang memiliki peranan meningkatkan kelarutan P, cenderung berperan positif pada tanah yang kahat P, ataupun pada tanah dengan jenis ikatan P tertentu (Setiawati, 1998). Pada perlakuan D, konsentrasi dan

serapan hara P-nya lebih rendah dibandingkan perlakuan *Pseudomonas* sp., dapat disebabkan oleh keragaman bakteri yang lebih rendah dan tanah tidak cukup subur (karena tanah disterilkan) dan tanpa penambahan N, P dan K.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian yang dapat disimpulkan yaitu *Pseudomonas* sp. secara signifikan meningkatkan konsentrasi dan serapan P tajuk yang menyebabkan pembungaan yang lebih cepat. Kombinasi N,P, K dosis rendah dengan *Pseudomonas* sp. secara signifikan meningkatkan parameter tumbuh, konsentrasi klorofil, dan total koloni. Bakteri *Pseudomonas* sp. memiliki peranan yang lebih positif jika keragaman mikroba tanah dipertahankan (non-steril).

Saran

Penelitian yang lebih spesifik misal menghubungkan jenis P tersedia tanah (spesies jenis ikatan P) dan sistem eksudasi tanaman akibat penambahan bakteri, ataupun penelitian yang melacak (tracer) bakteri yang telah ditambahkan dalam tanah pada masa tertentu (sesudah panen, dan setelah beberapa periode tumbuh) diperlukan. Hal ini untuk dapat memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai peranan bakteri *Pseudomonas* pada peningkatan produktivitas pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dubey, SK, 1997. *Co- Inoculation of phosphorus bacteria with Bradyrhizobium Javoniucum to increase phosphat availability to rainfed soybean on vertisol*. J indian soc. Soil sci 45:506-509
- Heidari, M., Sayed M. M., Amir G. 2011. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Effect on Physiological Parameters and Mineral Uptake in basil (Ocimum basilicum L.) Under Water Stress*. Vol. 6, No. 5, May 2011

- Kretzschmar, R. M., Hafner, H., Bationo, A. and Marschner, H. 1989. *Long- and short term effects of crop residues on aluminum toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in and acid sandy soil*. Plant Soil 13: 215-213.
- Mulyani, A., Hikmatullah, dan Subagyo, H. 2004. *Karakteristik dan potensi tanah masam lahan kering di Indonesia*. hlm. 1-32 dalam *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Mugiasuti., E, Loekas Soesanto, dan Ruth Feti Rahayuniati, 2010. *Pemanfaatan Pseudomonas fluorescens P60 Dalam Formula Cair Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Tomat*
- Setiawati, T.C., 1998, *Efektifitas Mikroba Pelarut P Dalam Meningkatkan Ketersediaan P Dan Pertumbuhan Tembakau Besuki Na-oogst (Nicotiana tabacum L.)* Tesis Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor
- Spehar, C.R., & Souza, L.A.C. 2006. *Selection for Aluminum Tolerance In Tropical Soybeans*. Pesqui. Agropecu. Trop. 36: 1-6.
- Stefan, M., N. Munteanu, V. Stoleru, dan M. Mihasan. 2013. *Effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on photosynthesis, antioxidant status and yield of runner bean*. Jurnal Romanian Biotechnological Letters. Vo. 18, No.2, 2013.
- Subagyo, H., Suharta N., and Agus. B.S. 2000. *Tanah tanah pertanian di Indonesia*. hlm. 21-66 dalam *Buku Sumber daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Trisno., J., 2006. *Pemanfaatan Bakteri Pseudomonas Fluorencens Sebagai Pupuk Hayati Untuk Meningkatkan Produksi Tomat Di Kelurahan Lambung Bukit Kecamatan Pauh Kotamadya Padang*. Direktorat Pembinaan Pengembangan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional:1-13
- Tombe. M., 2008. *Pemanfaatan Pestisida Nabati dan Agensia Hayati Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Jamur Akar Putih pada Jambu Mete*. Bul. Littro. Vol. XIX No. 1, 2008, 68 – 77