

# EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PEMACU TUMBUH ASAL JARINGAN TANAMAN CABAI MERAH

## Exploration of Growth Promoting Endophytic Bacteria Derived From Red Chilly Tissues

Nuni Gofar

Staf pengajar Jurusan Tanah Fakultas Pertanian dan  
Program Studi Ilmu Tanaman Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya Indralaya  
email: [nigofar@yahoo.co.id](mailto:nigofar@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

The aims of this research were: to explore growth promoting endophytic bacteria isolated from roots of red chilly planted at swampy land, Ogan Ilir, South Sumatra, and to study the ability of resulted isolates to promote growth of red chilly by bioassay evaluation; and to evaluate the ability of resulted isolates to produce IAA in vitro. Different stages of red chilly as sources of endophytic bacteria samples were collected from various locations of chilly farms in Ogan Ilir District, South Sumatra. The results of this research proved that endophytic bacteria derived from root red chilly tissues acted as growth promoting, neutral and growth inhibiting bacteria. First, second and third stage of selection resulted in 8, 6 and 3 consortia of endophytic bacteria, which consistently promoted the growth of red chilly. The amount of IAA resulted by S248 isolates of endophytic bacteria ( $3.36 \text{ mg kg}^{-1}$ ) as significantly lower than those of S348 isolates ( $4.16 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and S830 isolates ( $3.93 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The amount of IAA resulted by S348 isolates did not significantly differ from that of S830 isolates. Endophytic bacteria identified from S348 and S830 isolates were *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus cereus*.

**Keywords:** exploration, growth promoting endophytic bacteria, red chilly tissues

### PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi yang tercermin dari luas areal tanaman cabai yang menempati urutan pertama diantara komoditas tanaman sayuran di Indonesia (Adiyoga 1996). Rerata-rata produksi cabai di Indonesia yang dapat dicapai adalah  $5 \text{ ton ha}^{-1}$  yang lebih rendah dibandingkan potensi yang dapat dicapai, yaitu  $18 \text{ ton ha}^{-1}$  (Duriat 1999). Penanaman cabai merah di lahan lebak Sumatera Selatan memberikan kontribusi yang cukup besar untuk pemenuhan kebutuhan konsumen cabai merah, namun produksi yang hanya  $2 \text{ ton ha}^{-1}$  jauh lebih rendah dibandingkan potensi yang dapat dicapai dan produksi rata-rata nasional. Rendahnya produksi cabai merah tersebut disebabkan kurang suburnya kondisi tanah di lahan lebak. Upaya peningkatan hasil yang dilakukan petani lahan lebak adalah memberikan pupuk terutama N dan P dan penambahan pupuk kandang. Penggunaan pupuk pada tanah

berkesuburan rendah telah dipercaya sebagai teknologi paling berhasil dalam meningkatkan produksi tanaman, namun selain harga pupuk yang semakin hari semakin meningkat yang menyebabkan petani tidak mampu membelinya, juga penggunaan pupuk yang terus menerus dapat menyebabkan kerusakan tanah dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu dicari teknologi alternatif dalam upaya peningkatan hasil tanaman dan penurunan ketergantungan terhadap pupuk pada tanah-tanah berkesuburan rendah.

Pemanfaatan mikroba endofitik merupakan suatu alternatif yang ramah lingkungan mengingat residu dan dampak penggunaannya tidak mencemari lingkungan. Definisi mikroba endofitik menurut Sturz & Nowak (2000) adalah mikroba yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya menempati jaringan tanaman hidup dan tidak menyebabkan infeksi yang nyata seperti gejala penyakit pada tanaman. Jaringan tanaman ternyata merupakan habitat yang cocok bagi kehidupan mikroba endofitik. Selain pada jaringan akar (Kloepper *et al.* 1996),

beberapa peneliti telah menemukan mikroba yang hidup pada jaringan organ tanaman lainnya seperti pada umbi (Sturz 1995), buah dan biji (McInroy & Kloepper 1995), batang (Stoltzfus *et al.* 1997) dan daun (Quadt-Hallman *et al.* 1997).

Eksplorasi dan seleksi bakteri endofitik asal tanaman cabai merah yang sehat yang tumbuh pada ekosistem lebak penting dilakukan untuk mendapatkan bakteri endofitik pemacu tumbuh pada kondisi tanah berkesuburan rendah, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan awal tanaman cabai merah dan pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitasnya pada tanah rawa lebak. Dengan menggali potensi mikroba endofitik dari jaringan tanaman cabai merah yang bersifat menguntungkan tanaman tersebut diharapkan dapat disusun strategi penerapan teknologi mikroba sebagai pupuk hayati maupun agen hayati (biokontrol) yang optimal dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengeksplorasi bakteri endofitik pemacu pertumbuhan tanaman cabai merah yang diisolasi dari akar tanaman cabai merah asal lokasi penanaman lahan rawa lebak Ogan Ilir dan mengkaji kemampuan isolat-isolat yang diperoleh dalam memacu pertumbuhan tanaman cabai merah dengan uji biologis (*bioassay*), dan 2) Menguji kemampuan isolat-isolat tersebut dalam menghasilkan IAA secara *in vitro*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan lebak Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan sebagai tempat mengambil contoh tanaman cabai merah sumber bakteri endofitik, rumah kaca Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya kampus Indralaya, dan Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unsri. Pengambilan contoh tanaman dilakukan bulan Juni 2006 di berbagai lokasi penanaman cabai merah yang telah ditetapkan melalui wawancara berdasarkan umur tanaman cabai merah dan pemakaian

pestisida. Uji biologis dilaksanakan mulai bulan Juli hingga Desember 2006. Analisis fitohormon IAA dan identifikasi bakteri endofitik pemacu tumbuh dilaksanakan pada bulan Desember 2006.

Pengambilan contoh akar tanaman cabai yang sehat dilakukan dengan cara survai. Tanaman yang dijadikan contoh ditetapkan berdasarkan metode penarikan contoh otoritas (Steel & Torrie 1980), dengan kriteria tanaman yang dijadikan contoh adalah tanaman yang sehat, bebas dari penyakit terutama penyakit bercak daun, tidak tercemar pestisida, dan dengan berbagai umur tanaman.

Seleksi isolat bakteri endofitik yang mempunyai kemampuan memacu pertumbuhan tanaman cabai merah dilakukan dengan uji biologis (*bioassay*). Kemampuan isolat bakteri endofitik dalam memacu pertumbuhan tanaman cabai merah diuji dengan uji biologis dalam 3 kali pengujian. Isolat yang secara konsisten memacu pertumbuhan tanaman cabai merah pada 3 kali pengujian tersebut akan diuji kemampuannya dalam memproduksi IAA (fitohormon auksin) secara *in vitro*.

Benih cabai merah yang akan diinokulasi dengan isolat bakteri endofitik direndam dengan akuades steril selama 24 jam, lalu ditiriskan, kemudian dikecambahkan dalam cawan petri steril selama 48 jam. Benih yang berkecambah dicirikan dengan munculnya bakal akar sepanjang 1 mm. Kecambah tersebut diinokulasi dengan cara Wei *et al.* (1996), yaitu dengan cara merendamnya dalam suspensi bakteri endofitik dengan kepekatan  $10^8$  cfu mL<sup>-1</sup> selama 30 menit. Benih lalu ditanam dalam pot berisi media tanah steril. Tanaman dipelihara dalam rumah kaca hingga berumur 6 minggu.

Melalui percobaan *bioassay* dikumpulkan bobot basah dan kering tajuk, bobot basah akar, tinggi tanaman minggu ke enam. Terhadap data tersebut dilakukan uji t-Dunnet untuk menentukan perlakuan-perlakuan yang menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol. Perlakuan-perlakuan yang menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol diinokulasikan lagi ke benih tanaman cabai untuk pengujian tahap 2, dan perlakuan-perlakuan



yang menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol dari percobaan tahap 2 diinokulasikan lagi untuk percobaan tahap 3. Perlakuan yang menunjukkan pertumbuhan terbaik dari tahap 3 diidentifikasi bakteri endofitiknya dan dianalisis fitohormon yang dihasilkan.

Tanaman yang menunjukkan performa terbaik pada percobaan tahap 3, diekstrak bakteri endofitiknya untuk dilakukan pengujian kemampuannya dalam menghasilkan fitohormon IAA. Bakteri ditumbuhkan pada medium cair *Laurell*, suhu 30°C, dikocok dengan kecepatan 112 rpm selama 72 jam. Kultur cair berumur 7 hari disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, supernatannya dipindahkan ke dalam tabung reaksi steril, lalu diberi pereaksi Salkowski (20ml FeCl<sub>3</sub> 0,1M + 400ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat + 580ml air suling) dengan perbandingan volume 1:1. Campuran tersebut diinkubasi selama 1 jam, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 530nm dengan Spektrofotometer untuk menentukan konsentrasi fitohormon IAA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 18 konsorsium bakteri endofitik yang diekstrak dari jaringan akar tanaman cabai merah yang menjadi perlakuan dalam pengujian kemampuan bakteri endofitik asal jaringan tanaman cabai merah dalam memacu pertumbuhan tanaman cabai merah. Disamping 18 konsorsium tersebut, sebagai kontrol adalah tanaman cabai merah yang tidak diinokulasi dengan ekstrak akar tanaman cabai merah yang mengandung bakteri endofitik. Adapun kode konsorsium bakteri endofitik dengan lokasi dan umur tanaman sumber bakteri disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan kriteria dari PPT (1983), contoh tanah yang digunakan sebagai media tumbuh untuk percobaan *bioassay* bereaksi masam (pH (H<sub>2</sub>O) = 4,29), mengandung C-organik (3,10%) dengan kriteria tinggi, N-total (0,22%) yang tergolong sedang dan nisbah C dan N (14) tergolong sedang. P tersedia (14,70 mg kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) tergolong rendah. Pada tanah itu, kapasitas tukar kation (15,23 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) dan kejenuhan

basa (8,14%) tergolong rendah dan sangat rendah serta basa-basa dapat ditukar seperti Ca<sup>2+</sup> (0,34 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) dan Mg<sup>2+</sup> (0,20 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) tergolong sangat rendah serta K<sup>+</sup> (0,26 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) dan Na<sup>+</sup> (0,44 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) tergolong sedang, sementara kejenuhan Al tergolong tinggi (58%). Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah di atas, secara umum tanah itu dapat dikatakan berkesuburan rendah.

Rata-rata bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk, serta tinggi tanaman cabai merah umur 6 minggu yang diinokulasi dengan bakteri endofitik asal jaringan tanaman cabai merah pada pengujian tahap I disajikan dalam Tabel 2.

Berdasarkan pengujian kemampuan konsorsium bakteri endofitik asal jaringan akar tanaman cabai merah seperti yang dapat dicermati dari Tabel 2, ternyata ada kelompok bakteri endofitik yang mampu memacu, namun ada juga yang menekan pertumbuhan tanaman cabai merah. Isolat dengan kode S455 menyebabkan bobot basah dan kering tajuk, bobot basah akar, dan tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Isolat P745 dan S930 menekan bobot kering tajuk dan bobot basah akar. Isolat tersebut menekan pertumbuhan tanaman, karena adanya mikroba patogen dan parasit yang hidup bersama-sama di dalam jaringan akar sehingga menyebabkan pertumbuhan cabai merah yang diinokulasi dengan konsorsium tersebut tertekan pertumbuhannya.

Dikemukakan oleh Azevedo *et al.* (2000) dan Morris (2001) bahwa mikroba endofitik ada yang bersifat fitopatogen dan hidup bersama-sama dengan mikroba nonpatogen. Jika yang terjadi adalah kompetisi antara mikroba patogen dengan mikroba nonpatogen, salah satu atau keduanya akan mengeluarkan senyawa kimia tertentu yang dapat memberikan efek merusak terhadap kompetitornya. Mikroba yang berkompetisi mempunyai strategi untuk menguasai ruang dengan memperbanyak diri secara cepat dan mendominasi nutrisi (Atlas & Bartha, 1993). Jenis mikroba yang dominan atau yang menang dalam berkompetisilah yang akan menentukan bagaimana pengaruhnya terhadap tanaman inang (Downie 1998).

Tabel 1. Kode konsorsium bakteri endofitik, umur tanaman dan lokasi pengambilan contoh tanaman

Kode konsorsium bakteri	Umur tanaman (hari)	Lokasi (kecamatan)	Keterangan
P165	65	Pemulutan	45 hari di persemaian dan 20 hari di lapangan
P265	65	Pemulutan	45 hari di persemaian dan 20 hari di lapangan
P365	65	Pemulutan	45 hari di persemaian dan 20 hari di lapangan
P475	75	Pemulutan	Tanaman mulai berbunga
P575	75	Pemulutan	Tanaman mulai berbunga
P675	75	Pemulutan	Tanaman mulai berbunga
P745	45	Pemulutan	Tanaman masih di persemaian
P845	45	Pemulutan	Tanaman masih di persemaian
P945	45	Pemulutan	Tanaman masih di persemaian
S148	48	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 3 hari di lapangan
S248	48	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 3 hari di lapangan
S348	48	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 3 hari di lapangan
S455	55	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 10 hari di lapangan
S555	55	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 10 hari di lapangan
S655	55	Sei Rambutan	45 hari di persemaian dan 10 hari di lapangan
S730	30	Sei Rambutan	Tanaman masih di persemaian
S830	30	Sei Rambutan	Tanaman masih di persemaian
S930	30	Sei Rambutan	Tanaman masih di persemaian

Tabel 2. Bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk, dan tinggi tanaman cabai merah umur 6 minggu yang diinokulasi dengan bakteri endofitik asal jaringan tanaman cabai merah (pengujian tahap 1)

No	Kode konsorsium	Bobot basah tajuk (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot basah akar (g)	Tinggi tanaman (cm)
1	Kontrol	0,81	0,15	0,61	11,50
2	P165	0,75	0,13	0,49	10,88
3	P265	0,86*	0,14	0,72*	11,57*
4	P365	1,26*	0,25*	1,29*	13,88*
5	P475	0,65	0,10	0,48	9,21
6	P575	1,13*	0,23*	1,11*	13,95*
7	P675	0,71	0,14	0,59	11,78*
8	P745	0,46	0,06	0,20	10,08
9	P845	0,54	0,10	0,44	8,83
10	P945	0,64	0,12	0,44	10,97
11	S148	0,55	0,11	0,44	10,60
12	S248	1,43*	0,24*	0,88*	14,62*
13	S348	1,32*	0,25*	1,07*	13,47*
14	S455	0,33	0,05	0,23	6,83
15	S555	0,97*	0,20*	0,65*	13,17*
16	S655	1,42*	0,26*	0,97*	16,32*
17	S730	0,47	0,07	0,32	8,57
18	S830	1,06*	0,19*	0,80*	13,90*
19	S930	0,46	0,06	0,22	11,20
	Koefisien keragaman	63%	65%	83%	28%



Dari seleksi tahap pertama diperoleh 8 konsorsium bakteri endofitik yang memacu pertumbuhan tanaman cabai merah. Kelompok konsorsium yang memacu pertumbuhan tanaman dari seleksi tahap pertama direisolasi dan direinokulasikan pada benih cabai merah untuk melihat konsistensi kemampuannya memacu pertumbuhan tanaman cabai merah melalui seleksi tahap 2 (Tabel 3).

Dari seleksi tahap kedua diperoleh 6 konsorsium bakteri endofitik yang memacu pertumbuhan tanaman cabai merah dan 2 konsorsium yang menekan pertumbuhan tanaman. Kelompok konsorsium yang memacu pertumbuhan tanaman dari seleksi tahap kedua direisolasi dan direinokulasikan pada benih cabai merah untuk melihat konsistensi kemampuannya memacu pertumbuhan tanaman cabai merah melalui seleksi tahap 3.

Seleksi tahap ketiga (Tabel 4) menunjukkan bahwa keenam konsorsium bakteri endofitik pemacu tumbuh hasil seleksi tahap kedua yang diinokulasikan pada benih tanaman cabai merah, semuanya menghasilkan bobot basah tajuk dan akar serta bobot kering tajuk yang lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi (kontrol). Diperoleh 3 konsorsium bakteri endofitik yang menyebabkan pertumbuhan tanaman cabai merah terbaik, yaitu konsorsium dengan kode S248, S348 dan S830.

Fitohormon adalah senyawa organik yang pada konsentrasi rendah mempengaruhi proses-proses fisiologis terutama pembelahan dan perkembangan sel tanaman (Davies 1995). Jenis fitohormon yang dianalisis pada penelitian ini adalah IAA yang disekresikan oleh konsorsium bakteri endofitik pemacu tumbuh pada tahap ketiga. Produksi fitohormon IAA oleh konsorsium bakteri endofitik pemacu tumbuh dan hasil uji bedanya disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, ketiga konsorsium bakteri endofitik terbaik terbukti menyumbangkan fitohormon IAA ke dalam media tumbuhnya. Fitohormon membantu mengkoordinasi pertumbuhan, perkembangan, dan respons tumbuhan terhadap pengaruh lingkungan (Mario 2002). Produksi IAA oleh bakteri endofitik dengan kode sumber isolat S248 (3,36 mg kg<sup>-1</sup>) lebih rendah dan berbeda dengan IAA yang diproduksi oleh bakteri endofitik dengan kode S348 (4,16 mg kg<sup>-1</sup>) dan S830 (3,93 mg kg<sup>-1</sup>) yang tidak berbeda satu sama lain. Perbedaan produksi IAA akan mengakibatkan respons pertumbuhan tanaman cabai merah yang berbeda pula. Hasil penelitian Gofar *et al.* (2004) menunjukkan bahwa adanya sumbangan fitohormon IAA dari konsorsium mikroba daun pemacu tumbuh yang diaplikasikan pada benih dapat memacu pertumbuhan.

Tabel 3. Bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk, dan tinggi tanaman cabai merah umur 6 minggu yang diinokulasi dengan bakteri endofitik asal jaringan tanaman cabai merah (pengujian tahap 2)

No	Kode konsorsium	Bobot basah tajuk (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot basah akar (g)	Tinggi tanaman (cm)
1	Kontrol	0,69	0,09	0,65	11,01
2	P265	0,36	0,05	0,13	7,10
3	P365	0,73*	0,11*	0,66*	11,75*
4	P575	0,22	0,01	0,12	6,37
5	S248	0,77*	0,10*	0,85*	9,90
6	S348	0,81*	0,13*	0,85*	13,70*
7	S555	1,22*	0,17*	1,26*	15,77*
8	S655	0,72*	0,10*	0,62	12,52*
9	S830	1,18*	0,17*	1,26*	14,67*
	Koefisien keragaman	86,8%	33,3%	116%	35,5%

Tabel 4. Bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk, dan tinggi tanaman cabai merah umur 6 minggu yang diinokulasi dengan bakteri endofitik asal jaringan tanaman cabai merah (pengujian tahap 3)

No	Kode konsorsium	Bobot basah tajuk (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot basah akar (g)	Tinggi tanaman (cm)
1	Kontrol	0,40	0,07	0,37	11,17
2	P365	0,34	0,07	0,36	11,28
3	S248	0,44*	0,06	0,54*	11,42*
4	S348	0,52*	0,08*	0,42*	11,93*
5	S555	0,32	0,05	0,24	10,87
6	S655	0,43	0,08*	0,35	10,37
7	S830	0,55*	0,11*	0,49*	14,48*
	Koefisien keragaman	35,34	14,67	24,33	19,00

Tabel 5. Produksi fitohormon IAA dari 3 isolat terpilih

Kode sumber isolat	Produksi IAA (mg kg <sup>-1</sup> )
S248	3,36 a
S348	4,16 b
S830	3,93 b
BNT <sub>0,05</sub>	0,27

tanaman jagung melalui peningkatan bobot kering akar dan peningkatan kandungan P tanaman.

Bakteri endofitik yang teridentifikasi dari konsorsium bakteri endofitik dengan kode S348 dan S803 adalah dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Spesies yang teridentifikasi adalah *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus cereus*, tetapi tidak menutup kemungkinan adanya spesies *Pseudomonas* dan *Bacillus* lainnya yang tidak teridentifikasi dengan metode konvensional. Keragaman mikroba pada lahan pertanaman cabai merah di lahan lebak memang tergolong rendah walaupun populasinya tergolong tinggi dibandingkan dengan populasi mikroba pada lahan dengan jenis tanaman budidaya lainnya (Napoleon *et al.* 2007). Oleh karena bakteri endofitik pada jaringan tanaman cabai merah kemungkinan besar berasal dari tanah dan pada lokasi pertanaman tersebut keragaman mikroba memang rendah, maka jenis bakteri endofitik yang teridentifikasi hanya dua spesies dari dua genus.

## SIMPULAN DAN SARAN

Konsorsium bakteri endofitik asal jaringan akar tanaman cabai merah ada yang bersifat sebagai pemacu tumbuh, netral, serta menekan pertumbuhan tanaman. Seleksi tahap pertama, kedua, dan ketiga berturut-turut menghasilkan 8, 6, dan 3 konsorsium bakteri endofitik yang secara konsisten memacu pertumbuhan tanaman cabai merah. Konsorsium bakteri endofitik terbaik adalah dengan kode isolat S248, S348 dan S830.

Produksi IAA oleh bakteri endofitik dengan kode isolat S248 (3,36 mg kg<sup>-1</sup>) lebih rendah dan berbeda dengan IAA yang diproduksi oleh bakteri endofitik dengan kode S348 (4,16 mg kg<sup>-1</sup>) dan S830 (3,93 mg kg<sup>-1</sup>) yang tidak berbeda satu sama lain. Bakteri endofitik yang teridentifikasi baik dari isolat dengan kode S348 maupun S830 adalah *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus cereus*.

Beberapa aspek penelitian yang perlu dilanjutkan antara lain: 1) pengujian bakteri



teridentifikasi sebagai pemacu tumbuh tanaman cabai merah pada skala rumah kaca dengan berbagai konsentrasi, 2) isolasi dan identifikasi zat pemacu tumbuh selain fitohormon IAA yang disekresikan oleh bakteri endofitik teridentifikasi, dan 3) pengembangan bakteri endofitik sebagai inokulan atau pupuk hayati yang dikemas secara komersial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W. 1996. Produksi dan konsumsi cabai merah. Hal. 4-13. Dalam A.S. Duriat *et al.* (ed.). Teknologi produksi cabai merah. Balitsa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, BPPP, Lembang.
- Atlas, R.M. & R. Bartha. 1993. Microbial ecology: Fundamentals and applications. 3<sup>rd</sup> Ed. Benjamin/Cummings Publ. Company. Inc.
- Azevado, J.L., W. Maccheroni Jr., & J.O. Pereira. 2000. Endophytic microorganisms: A review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic J. of Biotech.* Vol. 3 No. 1. Available at: <http://www.ejb.org/content/vol3/issue1/full/4> (diakses tanggal 12-1-2002)
- Davies, P.J. 1995. The plant hormones: The nature, occurrence, and functions. P. 1-12. In P.J. Davies (ed.) *Plant hormone: Physiology, biochemistry, and molecular biology.* 2<sup>nd</sup> Ed. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.
- Duriat, A.S. 1999. Non-chemical control of pest and diseases of hot pepper. *IARD Journal.* 21(2): 21-36.
- Gofar, N., D.H. Arief, Y. Sumarni, H. Salim, & D.A. Santosa. 2004. Eksplorasi dan seleksi konsorsium mikroba daun pemacu tumbuh asal tumbuhan dari ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah. *Agrikultura* 15(2): 97-102.
- Kloepper, J.W., R. Rodriguez-Ubana, G.W. Zehnder, J.F. Murphy, E. Sikora, & C. Fernandez. 1996. Plant root-bacterial interactions in biological control of soil borne disease and potential extension to systemic and foliar disease. *Aust. Plant Pathol.* 28: 21-26.
- Mario de Sá, M. 2002. Control system in plants. *Biology 1215 Lecture Notes*, Langara College.
- McInroy, J.A. & J.W. Kloepper. 1995. Survey of indigenous bacterial endophytes from cotton and sweet corn. *Plant and Soil.* 186: 213-218.
- Morris, C. 2001. The impact of biofilms on the ecology and control of epiphytic bacteria. *Interdisciplinary Plant Biology Seminar Speaker*, January 29, 2001. Plant Pathology Station, INRA, France.
- Napoleon, A., N. Gofar & M.A. Diha. 2007. Komunitas mikroba pada beberapa agroekosistem dan intensitas penggunaan lahan rawa lebak. Laporan Penelitian PHK A2 Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Quadt-Hallman, A.N. Benhamou & J.W. Kloepper. 1997. A bacterial endophytic in cotton: mechanism of entering the plant. *Can. J. Microbiol.* 43: 577-582.
- Steel, R.G.D., & J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach.* 2<sup>nd</sup> Ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- Stoltzfus, J.R., R.So.P.P. Malarvithi, J.K. Ladha, & F.J. De Bruijn. 1997. Isolation of endophytic bacteria from rice and assessment of their potential for supplying rice with biologically fixed nitrogen. *Plant & soil.* 194: 25-36.
- Sturz, A.V. 1995. The role of endophytic bacteria during seed piece decay and potato tuberization. *Plant & soil.* 175: 257-263.
- Sturz, A.V., & J.Nowak. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and strategies required to create yield-enhancing associations with crops. *Appl. Soil Ecol.* 15:183-190.
- Wei, G., J.W. Kloepper, & S. Tuzun. 1996. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. *Phytopatol.* 86: 221-224.