

## RESPON TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) TERHADAP PEMBERIAN PUPUK BIO PADA KONDISI AGROEKOLOGI YANG BERBEDA

MUCHAMAD YUSRON

Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik  
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor  
E-mail : [much\\_yusron@yahoo.com](mailto:much_yusron@yahoo.com)

(Terima tgl. 11- 5 - 2009 – Terbit tgl. 2 – 11 – 2009)

### ABSTRAK

Efisiensi pemupukan dan peningkatan produktivitas temu-temuan dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk bio. Penelitian untuk mengetahui respon temulawak terhadap pupuk bio telah dilaksanakan di dua kondisi agroekologi yang berbeda di Kabupaten Boyolali, yakni di Desa Wonoharjo, Kecamatan Kemusu (jenis tanah Mediteran coklat tua, 200 m dpl, tipe iklim C, tegakan jati umur 3 tahun, intensitas cahaya sekitar 60%), dan Desa Kaligentong, Kecamatan Ampel (Andosol, 600 m dpl, tipe iklim B, hutan sengon rakyat, intensitas cahaya sekitar 40%). Penelitian dilaksanakan mulai Oktober 2002 sampai September 2003. Jarak tanam temulawak 50 cm x 75 cm, luas petak 10 m x 10 m. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 perlakuan dan 9 ulangan. Perlakuan adalah dosis pupuk bio, yaitu (i) 0, (ii) 45, dan (iii) 90 kg/ha. Sedangkan pupuk dasar yang diberikan adalah 10 ton pupuk kandang + 200 kg urea + 200 kg SP-36 + 200 kg KCl per ha. Pupuk bio yang digunakan mengandung mikroorganisme aktif *Azospirillum lipoferum* Beijerinckii, *Azotobacter vinelandii* Beijerinckii, *Aeromonas punctata* Zimmermann, dan *Aspergillus niger* van Tiegham. Pupuk urea diberikan tiga kali, masing-masing 1/3 bagian pada 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam (BST). Pengamatan dilakukan terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, produksi rimpang dan mutu rimpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah anakan tidak dipengaruhi oleh kondisi agroekologi. Pupuk bio secara nyata mampu meningkatkan produktivitas temulawak, namun peningkatan tersebut dipengaruhi oleh kondisi agroekologi. Penambahan pupuk bio sebesar 45 dan 90 kg/ha meningkatkan produksi rimpang segar temulawak sebesar 24 dan 47%. Mutu simplisia yang dihasilkan memenuhi standar *Materia Medica* Indonesia.

Kata kunci : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb, pupuk bio, kondisi agroekologi

### ABSTRACT

#### *Response of Java Turmeric (Curcuma xanthorrhiza Roxb) to Biofertilizers Application Under Different Agroecological Condition*

Fertilization efficiency and yield of zingiberaceae may be improved through the application of biofertilizers. A field experiment to evaluate the response of Java turmeric to the application of biofertilizers under different agroecological conditions was carried out at Wonoharjo, Kemusu Subdistrict (dark brown Mediterranean soil, 200 m asl., climate type C, 3 years teak plantation, light intensity 60%), and Kaligentong, Ampel Subdistrict (Andosol, 600 m asl., climate type B, 5 years albizia plantation, light intensity 40%). Both experimental sites were located at Boyolali District. The experiment was conducted from October 2002 to September 2003. Planting distance was 50 cm x 75 cm, and plot size was 10 m x 10 m. The experiment was arranged using randomized block design with three treatments and 9 replicates. The treatments were biofertilizer dosage, i.e. (i) 0, (ii) 45 and (iii) 90 kg/ha. Inorganic fertilizers was applied as basal fertilization, i.e. 10 ton manure + 200 kg urea + 200 kg SP-36 + 200 kg KCl per hectare. Biofertilizer contained some active microorganisms, i.e. *Azospirillum lipoferum* Beijerinckii, *Azotobacter vinelandii* Beijerinckii,

*Aeromonas punctata* Zimmermann and *Aspergillus niger* van Tiegham. Urea was applied 1/3 dosage each at 1, 2, 3 months after planting (MAP). Manure was applied a week before planting, while SP-36 and KCl were applied at planting time. Parameters observed were plant height, numbers of clump, fresh rhizome yield and dried rhizome quality. The results showed that plant growth was not significantly affected by agroecological conditions. Biofertilizers significantly affected crop yield, however, the increase of crop yield was affected by agroecological conditions. Application 45 and 90 kg/ha of biofertilizers of increased fresh rhizome yield of about 24 and 47%. Dried rhizome quality of all treatments meet *Materia Medica* Indonesia standard.

Keywords : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb, biofertilizers, agroecological conditions

### PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) merupakan salah satu dari sembilan jenis tanaman unggulan dari Ditjen POM yang memiliki banyak manfaat sebagai bahan obat. Tanaman ini telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas, baik dipergunakan oleh masyarakat dalam pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan atau pengobatan penyakit, maupun dalam industri obat tradisional dan kosmetika (HERNANI, 2001). Manfaat temulawak untuk kesehatan cukup banyak, di antaranya untuk memperbaiki nafsu makan, fungsi pencernaan, fungsi hati, mengurangi nyeri sendi dan tulang, menurunkan lemak darah, menghambat penggumpalan darah, sebagai antioksidan, dan memelihara kesehatan (BADAN POM, 2004). Melihat banyaknya manfaat temulawak, pada tahun 2004 pemerintah mencanangkan Gerakan Nasional Minum Temulawak.

Temulawak merupakan komponen penyusun hampir setiap jenis obat tradisional yang dibuat di Indonesia. Hasil survei pemanfaatan tanaman obat dalam industri obat tradisional menunjukkan bahwa temulawak dipergunakan sebagai bahan baku 44 jenis produk obat tradisional. Penggunaan temulawak mengalami perkembangan, dimulai dari sediaan obat tradisional, melalui sediaan obat herbal terstandar, akhirnya menjadi sediaan fitofarmaka. Saat ini total serapan temulawak dalam industri obat tradisional dan

obat fitofarmaka diperkirakan mencapai 8.750 ton/tahun (KEMALA *et al.*, 2004). Sementara itu ekspor temulawak Indonesia ke Jerman pada tahun 1999 hanya menduduki urutan ke-33 berdasarkan volume yaitu 106 ton dan urutan ke-41 berdasarkan nilai yaitu US \$ 154,000.00, padahal peluang untuk mengisi pasar luar negeri sangat luas. Pesaing Indonesia di pasar Internasional adalah India, Indocina, dan Hongaria (BPEN DEPERINDAG dalam DIREKTORAT ANEKA TANAMAN, 2000).

Bagian yang berkhasiat dari temulawak adalah rimpangnya yang mengandung berbagai komponen kimia, di antaranya zat kuning kurkumin, protein, pati, dan minyak atsiri. Pati, salah satu komponen terbesar temulawak sering disebut sebagai pati yang mudah dicerna sehingga disarankan digunakan sebagai makanan bayi. Minyak atsirinya mengandung senyawa phelandren, kamfer, borneol, sineal, xanthorhizol. Kandungan xanthorhizol dan kurkumin ini yang menyebabkan temulawak sangat berkhasiat (AFIFAH, 2003).

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman adalah asupan bahan organik dan anorganik dengan dosis optimal. Untuk mengoptimalkan produktivitas temulawak, saat ini petani banyak menggantungkan pada pupuk organik dan buatan. Upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk bio. Beberapa spesies mikroorganisme yang banyak dimanfaatkan sebagai pupuk bio antara lain adalah *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., dan *Aspergillus* sp. (LYNCH, 1983; GOENADI *et al.*, 2000), *Bacillus megaterium* dan *B. patontheticus* (WIDAWATI dan SULIASIH, 2006). Setiap mikroorganisme mempunyai kemampuan untuk melarutkan atau mengikat unsur hara. *Azospirillum* sp mampu menangkap dan mengikat nitrogen atmosfer, sedangkan *Aspergillus* sp. mampu melarutkan fosfat tanah (RUIZ, 2003). Dengan demikian, pemakaian pupuk bio diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara.

Efisiensi pemupukan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh, antara lain kondisi tanah, suhu, dan curah hujan. Ketersediaan unsur hara dari pupuk yang diaplikasikan dipengaruhi oleh kondisi tanah, seperti tekstur tanah, kandungan bahan organik, dan kandungan unsur hara dalam tanah. Pertumbuhan dan hasil tanaman juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh, yang secara langsung akan menentukan suhu udara, dan efisiensi metabolisme tanaman. Faktor lain yang juga berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi tanaman adalah curah hujan, yang selanjutnya akan menentukan jumlah air yang tersedia bagi pertumbuhan tanaman.

Dengan memperhatikan faktor tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon temulawak terhadap aplikasi pupuk bio pada kondisi agroekologi yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan pada dua kondisi agroekologi yang berbeda di Kabupaten Boyolali, yakni di Desa Wonoharjo, Kecamatan Kemusu dan Desa Kaligentong, Kecamatan Ampel. Lokasi penelitian di Desa Wonoharjo terletak pada ketinggian tempat 200 m dpl., jenis tanah Mediteran coklat tua, tipe iklim C menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Fergusson, dan di bawah tegakan hutan jati umur 3 tahun dengan intensitas penyiangan sekitar 60%. Lokasi penelitian di Desa Kaligentong terletak pada ketinggian tempat 600 m dpl., jenis tanah Andosol, tipe iklim B, dan di bawah tegakan hutan rakyat sengon umur 5 tahun dengan intensitas penyiangan sekitar 40%.

Penelitian dilaksanakan mulai Oktober 2002 sampai September 2003. Jarak tanam temulawak 50 cm x 75 cm, luas petak 10 m x 10 m. Percobaan di masing-masing lokasi disusun menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 perlakuan dan 9 ulangan. Perlakuan adalah dosis pupuk bio EMAS, terdiri atas 0, 45, dan 90 kg/ha. Pupuk dasar yang diberikan adalah 10 ton pupuk kandang + 200 kg Urea + 200 kg SP36 + 200 kg KCl per ha. Pupuk urea diberikan tiga kali, masing-masing 1/3 bagian pada 1, 2 dan 3 bulan setelah tanam (BST). Mikroorganisme aktif dari pupuk bio yang digunakan adalah formula dari *Azospirillum lipoferum* Beijerincki, *Azotobacter vinelandii* Beijerincki, *Aeromonas punctata* Zimmermann, dan *Aspergillus niger* van Tiegham. Pengamatan dilakukan terhadap peubah pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah anakan per rumpun) dan peubah produksi (bobot rimpang segar, produksi per ha).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Tanah

Kondisi tanah di kedua lokasi penelitian sangat berbeda. Hasil analisis tanah di kedua lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 1. Jenis tanah di Desa Wonoharjo termasuk dalam kelompok Mediteran Coklat Tua. Kandungan C organik, N total, dan P tersedia tergolong sangat rendah, sedangkan C/N ratio (11,63) dan K (7,66 me/100 g tanah) tergolong sedang. Demikian juga dengan kapasitas tukar kation yang tergolong rendah (18,62 me/100 g tanah). Kandungan liat tanah cukup tinggi (55,11%), sehingga tekstur tanah termasuk dalam klasifikasi liat.

Kondisi kesuburan tanah di Desa Kaligentong, Kecamatan Ampel lebih baik dibandingkan dengan tanah di Desa Wonoharjo. Hasil analisis tanah memperlihatkan bahwa pH tanah agak masam (5,97), kandungan unsur hara N, P, K, Ca, dan Mg berkisar antara rendah sampai sedang.

Jenis tanah Andosol mempunyai struktur tanah yang remah sehingga mudah diolah, kandungan bahan organik tinggi (3,03%), nilai KTK tinggi (27,18 me/100 g tanah) dan kelas tekstur tanah lempung berpasir.

### Pertumbuhan Tanaman

Respon temulawak terhadap pupuk bio di kedua lokasi memperlihatkan kecenderungan yang sama, dimana penambahan pupuk bio secara nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang terbentuk. Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa kondisi agroekologi dan dosis pupuk bio secara terpisah berpengaruh terhadap tinggi tanaman (Tabel 1). Tanaman temulawak tumbuh lebih tinggi di Desa Kaligentong dibandingkan di Desa Wonoharjo. Dengan adanya penambahan pupuk bio 45 kg/ha dan 90 kg/ha, tinggi tanaman meningkat sekitar 5% dan 10%.

Jumlah anakan temulawak di dua lokasi penelitian tidak berbeda nyata, tetapi dengan adanya penambahan pupuk bio pada kedua lokasi penelitian menunjukkan peningkatan yang berbeda (Tabel 2). Di Desa Wonoharjo, jumlah anakan meningkat sebesar 15% dan 41% sebagai akibat penambahan pupuk bio sebesar 45 kg/ha dan 90 kg/ha. Sementara itu, jumlah anakan temulawak di Desa Kaligentong meningkat sebesar 12% dengan penambahan pupuk bio sebesar 45 kg/ha dan 30% pada pemberian pupuk bio sebesar 90 kg/ha.

Hasil ini memperlihatkan respon temulawak terhadap aplikasi pupuk bio dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh. Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa pada perlakuan tanpa pupuk bio, jumlah anakan yang terbentuk di Desa Wonoharjo tidak berbeda nyata dengan di Desa Kaligentong. Namun persentase peningkatan jumlah anakan di Desa Wonoharjo lebih tinggi dibandingkan di Desa Kaligentong. Aplikasi pupuk bio pada tanah yang kurang subur mampu memperbaiki kondisi tanah, sehingga pertumbuhan jumlah anakan menjadi lebih baik. Adanya mikroorganisme aktif dalam pupuk bio mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara dan meningkatkan aktivitas perakaran tanaman.

### Produksi Tanaman

Tabel 3 memperlihatkan bahwa produktivitas temulawak dipengaruhi oleh kondisi agroekologi. Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa ada interaksi antara pengaruh kondisi agroekologi dan dosis pupuk bio. Produksi rimpang segar tertinggi diperoleh di Desa Wonoharjo dengan dosis pupuk bio 90 kg/ha. Produksi rimpang segar tanpa pupuk bio di Desa Wonoharjo adalah 11,28 ton/ha, lebih tinggi dibandingkan dengan di Kaligentong (7,84 ton/ha). Perbedaan ini berkaitan dengan kondisi tekstur tanah. Perkembangan dan pengisian rimpang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, udara,

dan unsur hara tanah. Tekstur tanah yang lebih kasar di Kaligentong mempunyai kemampuan yang rendah dalam mengikat dan melepas air dan unsur hara untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Banyak unsur hara yang tercuci karena adanya air perkolasi yang tinggi. Berbeda dengan tekstur tanah di Wonoharjo dengan kandungan liat tinggi menyebabkan tanah lebih efisien dalam mengikat dan melepaskan air dan unsur hara bagi tanaman. Dengan kondisi yang lebih menguntungkan menghasilkan ukuran rimpang di Wonoharjo lebih besar dibandingkan di Kaligentong, sehingga produktivitas temulawak lebih tinggi.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi pupuk bio terhadap tinggi tanaman (cm) umur 4 BST pada dua lokasi dengan kondisi agroekologi yang berbeda

Table 1. Effect of biofertilizer application on plant height (cm) at 4 MAP under different agroecological conditions

Dosis pupuk bio Dosage of Biofertilizers (kg/ha)	Tinggi tanaman Plant height (cm)
<b>Lokasi</b>	
Wonoharjo	157.30 a
Kaligentong	162.20 b
<b>Dosis pupuk bio (kg/ha)</b>	
0	153.25 a
45	158.00 b
90	168.00 c

Keterangan : \*) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Note : \*) Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% probability test by Duncan

Tabel 2. Pengaruh aplikasi pupuk bio terhadap jumlah anakan umur 4 BST pada dua lokasi dengan kondisi agroekologi yang berbeda

Table 2. Effect of biofertilizer application on number of clumps at 4 MAP under different agroecological conditions

Dosis pupuk bio Dosage of Biofertilizers (kg/ha)	Jumlah anakan Number of clumps	
	Wonoharjo	Kaligentong
0	2,50 a	2,70 a
45	2,90 ab	3,00 ab
90	3,60 b	3,60 b

Keterangan : \*) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Note : \*) Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% probability test by Duncan

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk bio terhadap hasil bobot segar rimpang temulawak pada kondisi agroekologi yang berbeda

Table 3. Effect of biofertilizers application on fresh rhizome yield of Java turmeric under different agroecological conditions

Dosis pupuk bio Dosage of Biofertilizers (kg/ha)	Bobot rimpang segar Fresh rhizome weight (g/rumpun) g/clump		Produksi rimpang segar Fresh rhizome yield (ton/ha)	
	Wonoharjo	Kaligentong	Wonoharjo	Kaligentong
0	604 c	420 a	11,28 c	7,84 a
45	757 e	514 b	14,13 e	9,60 b
90	887 f	617 d	16,56 f	11,52 d

Keterangan : \*) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Note : \*) Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% probability test by Duncan

Intensitas penyinaran matahari juga menentukan pertumbuhan dan perkembangan rimpang temulawak. Temulawak membutuhkan penyinaran matahari yang cukup untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Peningkatan tingkat naungan akan mengurangi intensitas penyinaran yang diterima oleh tanaman, sehingga menurunkan produksi tanaman. Tingkat naungan di bawah jati di Desa Wonoharjo sekitar 60%, sedangkan tingkat naungan di bawah sengon di Desa Kaligentong sekitar 40%. JANUWATI dan YUSRON (2003) melaporkan bahwa produktivitas jahe menurun dengan peningkatan tingkat naungan. Tanaman temu-temuan umumnya merupakan tanaman yang tahan naungan, namun demikian produksi rimpang menurun tajam jika intensitas penyinaran kurang dari 50%.

Pemberian pupuk bio secara nyata meningkatkan produksi tanaman temulawak. Respon temulawak terhadap aplikasi pupuk bio berbeda di masing-masing kondisi agroekologi. Pada dosis pupuk anorganik sesuai rekomendasi, produksi di kedua lokasi penelitian adalah 604 g/rumpun dan 420 g/rumpun, atau setara dengan 11,28 ton/ha dan 7,84 ton/ha, masing-masing untuk Desa Wonoharjo dan Desa Kaligentong. Di Desa Kaligentong pemberian pupuk bio sebesar 45 kg/ha hanya mampu meningkatkan produksi temulawak sebesar 22%, sedangkan di Desa Wonoharjo mampu meningkatkan produksi temulawak sebesar 25%. Tetapi pemberian pupuk bio sebesar 90 kg/ha memberikan pengaruh yang sama di kedua lokasi penelitian, yakni mampu meningkatkan produksi temulawak sebesar 47%.

Pengaruh pemberian pupuk bio terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman temu-temuan tampaknya ditentukan oleh kondisi kesesuaian tanah untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Hasil penelitian penggunaan pupuk bio pada kencur (YUSRON dan JANUWATI, 2003), jahe (JANUWATI dan YUSRON, 2003), dan kunyit (YUSRON dan JANUWATI, 2004) memperlihatkan bahwa mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi ternaungi. Sebaliknya pada kondisi monokultur terbuka, mikroorganisme yang ditambahkan tidak dapat berkembang dengan baik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana penambahan pupuk bio meningkatkan produktivitas tanaman temulawak.

Penambahan pupuk bio yang mengandung beberapa mikroorganisme mempengaruhi ketersediaan unsur hara dan aktivitas perakaran tanaman. *Azotobacter vinelandii* Beijerinck mampu mengikat N yang ada di atmosfer dan mengkovernya menjadi  $\text{NH}_4\text{-N}$ , bentuk yang tersedia bagi tanaman. Sedang *Aspergillus niger*, di samping mampu meningkatkan P terlarut dan tersedia bagi tanaman, mikroorganisme ini juga menghasilkan ethylene yang dapat memacu pertumbuhan akar, serta memacu perkembangan akar lateral (RUIZ, 2003). Adanya penambahan mikroorganisme melalui pupuk bio juga memperbaiki kondisi fisik tanah. Beberapa mikro-organisme menghasilkan polisakarida yang dapat memperbaiki agregasi tanah dan

memperbaiki aerasi dan perkolasi tanah (HORNBY, 1990). Kondisi demikian menjadi media yang baik untuk perkembangan rimpang temulawak. Kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah yang berimbang meningkatkan ketersediaan dan serapan hara tanah oleh tanaman, yang selanjutnya membentuk keseimbangan antara wadah (*sink*) dan sumber (*source*). Hal demikian memungkinkan pembentukan dan pengisian rimpang secara maksimum (CARLSON, 1980)

Secara ekonomi, penambahan pupuk bio pada budidaya temulawak dengan pemupukan standar secara nyata cukup menguntungkan. Dengan penambahan pupuk bio sebesar 90 kg/ha, produksi temulawak meningkat antara 3,68 – 5,28 ton/ha. Dengan asumsi harga jual temulawak adalah Rp. 1.500/kg dan harga pupuk bio adalah Rp. 5.000/kg, maka keuntungan tambahan yang diperoleh berkisar antara Rp. 5.000.000 sampai Rp. 7.400.000 per hektar. Sedangkan dengan penambahan pupuk bio sebesar 45 kg/ha, maka keuntungan tambahan yang diperoleh antara Rp. 2.150.000 sampai Rp. 3.800.000 per hektar.

## KESIMPULAN

Produksi rimpang segar temulawak dipengaruhi oleh kondisi agroekologi. Produktivitas rata-rata di Desa Wonoharjo dan Kaligentong masing-masing adalah 13,99 ton/ha dan 9,65 ton/ha.

Pupuk bio secara nyata mampu meningkatkan produktivitas temulawak, namun peningkatan tersebut dipengaruhi oleh kondisi agroekologi. Produksi rata-rata rimpang temulawak segar dengan paket pemupukan anorganik sesuai rekomendasi adalah 9,56 ton/ha, meningkat menjadi 11,86 ton/ha dan 14,04 ton/ha dengan penambahan pupuk bio sebesar 45 kg/ha dan 90 kg/ha, atau meningkat sebesar 24% dan 47%.

## DAFTAR PUSTAKA

- AFIFAH, E. 2003. Khasiat dan Manfaat Temulawak: Rimpang Penyembuh Aneka Penyakit. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN RI. 2004. Informasi temulawak Indonesia, 36p.
- CARLSON, P.S. 1980. The Biology of Crop Productivity. Academic Press. New York. 453p.
- DIREKTORAT ANEKA TANAMAN. 2000. Budidaya Tanaman Temulawak. Jakarta. 44p.
- GUNAWAN, D. dan S. MULYANI. 2004. Ilmu Obat Alam (Farmakognosi) Jilid 1. Penebar Swadaya, Jakarta...
- GOENADI, D.H., SISWANTO, and Y. SUGIARTO. 2000. Bioactivation of poorly soluble phosphate rocks with a phosphorus-solubilizing fungus. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:927-932.

- HERNANI. 2001. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) tumbuhan obat Indonesia. Penggunaan dan khasiatnya. Pustaka Popular Obor, Jakarta.p.130-132.
- HORNBY, D. 1990. Biological control of soil borne plant pathogens. C.A.A International. 479p.
- JANUWATI, M. dan M. YUSRON. 2003. Pengaruh P-alam, pupuk bio dan zeolit terhadap produktivitas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku. p.125-128.
- KEMALA, S., SUDIARTO, E.R. PRIBADI, JT. YUHONO, M. YUSRON, L. MAULUDI, M. RAHARJO, B. WASKITO, dan H. NURHAYATI. 2004. Serapan, pasokan dan pemanfaatan tanaman obat di Indonesia. Laporan Hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.187-247.
- LYNCH, J. M. 1983. Soil Biotechnology. Microbiological Factors in Crop Productivity. Blackwell Scientific Publications.
- RUIZ, E.L. 2003. The Bio-Plus Activator. Its Discovery and Application. (Unpublished)
- WIDAWATI, S. dan SULIASIH. 2006. Augmentasi bakteri pelarut fosfat (BPF) potensial sebagai pemacu pertumbuhan Caysin (*Brasica caventis* Oed.) di tanah marginal. Biodiversitas 7(1):10-14.
- YUSRON, M. and M. JANUWATI. 2003. Improvement phosphate use efficiency on east Indian galangae production. Proceedings of International Symposium on Biomedicines, Bogor, 18-19 September 2003. p. 156-163.
- YUSRON, M. dan M. JANUWATI. 2004. Pengaruh pupuk bio terhadap pertumbuhan dan produksi kunyit (*Curcuma domestica* Vahl.) di bawah hutan rakyat sengon. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional XI Persada di Bogor, 5 Juli 2004. 8p.

Lampiran 1. Analisis sifat fisik dan kimia tanah lokasi penelitian  
Appendix 1. *Soil physical and chemical analysis of experimental site soil*

Parameter	Wonoharjo		Kaligentong	
	Nilai <i>Value</i>	Kategori <i>Category</i>	Nilai <i>Value</i>	Kategori <i>Category</i>
pH	5,88	Agak masam <i>Slightly acid</i>	5,97	Agak masam <i>Slightly acid</i>
C-Organik <i>C-Organic (%)</i>	0,69	Sangat rendah <i>Very low</i>	3,03	Tinggi <i>High</i>
N-Total (%)	0,80	Sangat rendah <i>Very low</i>	0,27	Sedang <i>Medium</i>
C/N ratio	11,63	Sedang <i>Medium</i>	10,43	Sedang <i>Medium</i>
P-Tersedia <i>Available P (ppm)</i>	8,71	Sangat rendah <i>Very low</i>	1,01	Sangat rendah <i>Very low</i>
Basa dapat ditukar <i>Exchangeable base (me/100 g)</i>				
K	7,66	Sedang <i>Medium</i>	0,52	Sedang <i>Medium</i>
Na	1,39	Sedang <i>Medium</i>	0,68	Sedang <i>Medium</i>
Ca	0,24	Rendah <i>Low</i>	8,28	Sedang <i>Medium</i>
Mg	0,33	Rendah <i>Low</i>	0,88	Rendah <i>Low</i>
KTK <i>CEC (me/100 g)</i>	18,62	Rendah <i>Low</i>	27,18	Tinggi <i>High</i>
Kejenuhan Basa <i>Base saturation (%)</i>	51,66	Tinggi <i>High</i>	38,12	Rendah <i>Low</i>
Tekstur tanah <i>Soil texture</i>		Lempung berliat <i>Clay loam</i>		Lempung berpasir <i>Sandy loam</i>
Pasir <i>Sand (%)</i>	27,26		48,55	
Debu <i>Silt (%)</i>	17,63		40,13	
Liat <i>Clay (%)</i>	55,11		11,33	

