

VIABILITAS BIOAKTIVATOR JAMUR *TRICHODERMA KONINGII* PADA MEDIA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Agus Susanto, A.E. Prasetyo, Fahridayanti, A.F. Lubis, A.P. Dongoran

ABSTRAK

Jamur Trichoderma spp. merupakan salah satu agens antagonis yang banyak digunakan sebagai bioaktivator maupun biokontrol penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit yang disebabkan oleh G. boninense. Jamur ini berkembang baik pada bahan organik. Salah satunya adalah tandan kosong kelapa sawit yang sering diaplikasikan petani pada pertanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas T. koningii isolat MR-14 dalam media kompos tandan kosong kelapa sawit dan kemampuannya dalam menghambat patogen G. boninense secara in vitro dan sebagai pupuk organik di pembibitan pre nursery. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah spora T. koningii dalam media kompos pada konsentrasi 5% masih diatas 10^6 spora/gram kompos dengan umur inkubasi 4 bulan sehingga menjadi konsentrasi terbaik sebagai biofungisida. T. koningii juga mampu menghambat pertumbuhan G. boninense sampai 90% secara in vitro. Sedangkan aplikasi kompos dicampur dengan isolat T. koningii pada perbandingan kompos dan tanah 50%:50% memberikan hasil terbaik pada pembibitan pre nursery dengan rata-rata tinggi tanaman 16,8 cm dan jumlah pelepah 3,17 daun.

Kata kunci: T. koningii, kompos tandan kosong kelapa sawit, G. boninense

ABSTRACT

Trichoderma spp. is one of the antagonist agents as a bioactivator or biocontrol of basal stem rot disease in oil palm. It grew well in organic matters, one of them was empty fruits bunch. The research was investigated to access the viability of T. koningii isolate MR-14 in empty fruits bunch and the capability to inhabit G. boninense in vitro and it was also in an organic manners in pre nursery seedlings. The results were concluded that the number of spores of T. koningii in organic manner of empty fruits bunch at 5% concentrations was more than 10^6 spores/g for 4 months incubations, thus it could be the best concentrations of biofungicides. T. koningii was also be able to inhabit the G. boninense growth until 90% in vitro conditions. While 50% biofungicides applications of the soils as a medium of oil palm seeds gave the best result in pre nursery seedlings with the average of the height of palm was 16,8 cm and the number of fronds were 3,17.

Key Words: T. koningii, empty fruits bunch, G. boninense

PENDAHULUAN

Trichoderma spp. merupakan jamur saprofitik yang banyak digunakan sebagai agens biokontrol terhadap banyak jamur patogen tanaman seperti *Botrytis cinerea*, *Pythium ultimum*, *Fomes annosus*, *Armillaria sp.*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, dan sebagainya (4,11). Aktivitas mikoparasitik dari *Trichoderma* mungkin melalui antibiosis (7), kompetisi (4), produksi enzim pendeградasi dinding sel (4,15), atau kombinasi dari beberapa aktivitas antagonistik di atas. Mekanisme anti jamur dari *Trichoderma* yang berperan dalam degradasi dinding sel misalnya kitinase dan glukonase (9,10). Pada studi tingkat laboratorium, *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan miselia *Ganoderma* (1,6,12,17) dan *T. harzianum* menunjukkan daya penghambatan yang lebih tinggi daripada spesies lain dari *Trichoderma*. Keberhasilannya sangat bervariasi, ada yang sukses dan tidak sedikit pula yang mengalami kegagalan. Berdasarkan hasil percobaan di atas, jamur agens biokontrol ini sangat menjanjikan dalam pengendalian penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan *G. boninense* (17).

Jamur antagonistik yang paling potensial yang berasal dari tanah per-tanaman kelapa sawit adalah *Trichoderma* spp. Antagonis ini bisa digunakan dalam pengendalian hayati patogen tersebut (13). Turner (19), menyatakan bahwa *Trichoderma sp.* bersifat antagonistik terhadap *Ganoderma* dan berpeluang sebagai agensia biologis.

Tandan kosong (tankos) kelapa sawit termasuk jenis limbah yang mengandung lignoselulosa dengan penyusun utama selulosa, hemiselulosa, dan lignin (5). Selulosa merupakan fraksi yang terbesar diantara ketiga komponen tersebut yaitu 45,95% basis kering atau 206 kg selulosa per ton tankos. Komponen-komponen tersebut merupakan sumber karbon bagi mikroorganisme yang dimanfaatkannya sebagai substrat fermentasi, dengan menjadikannya sebagai bahan dasar pembuatan asam organik, etanol, protein sel tunggal atau bahan kimia lainnya melalui biokonversi (5). Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit yang pernah dilakukan adalah untuk produksi pulp dan kertas, sebagai sumber energi, bahan pengisi plastik, briket arang, dan kompos (2,8,18). Pemanfaatan ini didasarkan pada kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Tankos kelapa sawit mengandung 42,8% C, 2,90% K₂O, 0,80 % N, 0,22%P₂O₅, 0,30% MgO, 10 ppm B, 23 ppm Cu, dan 51 ppm Zn (16).

Penelitian yang selama ini dilakukan pada formulasi *T. koningii* dalam media dedak menunjukkan bahwa pada umur simpan di atas 6 bulan viabilitas *T. koningii* semakin menurun sehingga diharapkan dalam media kompos tandan kosong kelapa sawit, viabilitasnya dapat bertahan lebih lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya tahan/viabilitas *Trichoderma* spp. dalam kompos tandan kosong kelapa sawit, mengetahui komposisi yang paling sesuai pada penyimpanan *Trichoderma* spp. dalam kompos dan mengetahui keefektifan *Trichoderma* spp. dalam menekan pertumbuhan *Ganoderma*

boninense kaitannya dengan lama penyimpanan. Selanjutnya konsentrasi *T. koningii* dalam media kompos yang paling sesuai digunakan sebagai pupuk organik, bioaktivator maupun bio-fungisida pada pembibitan *pre nursery*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Kelompok Peneliti Proteksi Tanaman Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Sumatera Utara. Bahan-bahan yang digunakan adalah kompos dari tandan kosong kelapa sawit, jamur *Trichoderma koningii* koleksi laboratorium PPKS, medium *PDA* (*Potato Dextrose Agar*), menir, dan air suling steril. Dan alat yang digunakan kantong plastik, petridis, tabung reaksi, erlenmeyer, drigalski, gelas ukur, gelas benda, mikro pipet, jarum ent, stirrer, vortex, pH meter, penggaris, termometer ruangan, lampu bunsen, *hand counter*, dan mikroskop cahaya.

Uji viabilitas *T. koningii* dalam Media Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit

Penelitian dimulai dengan perbanyak isolat murni *T. koningii* yang diuji pada medium *PDA* selama 4 hari yang kemudian diperbanyak kembali pada media menir. Selanjutnya dilakukan pencampuran hingga homogen antara isolat *Trichoderma* dalam media menir dengan kompos tandan kosong kelapa sawit pada perbandingan 0% (TK), 5% (TA), 10% (TB), 15% (TC), 20% (TD), dan 25% (TE). Campuran tersebut kemudian dimasukkan dalam kantong plastik sebanyak 5 kg/kantong masing-

masing 3 ulangan. Populasi *Trichoderma koningii* dihitung setiap satu bulan sekali selama satu tahun.

Penghitungan dilakukan dengan metode seri pengenceran yang dilanjutkan dengan penanaman dalam medium *PDA*. Sampel campuran *Trichoderma koningii* dan kompos diambil sebanyak 25 g, disuspensikan ke dalam erlenmeyer yang berisi 250 ml air suling steril dan dihomogenkan menggunakan *stirrer* selama 15 menit. Suspensi ini diambil 1 ml dan disuspensikan kembali pada 9 ml air suling steril dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex* sehingga diperoleh seri pengenceran sampai 10^{-4} . Sebanyak 0,1 ml dari seri pengenceran 10^{-4} dituang pada medium *PDA* dalam petridis masing-masing perlakuan 3 ulangan dan diratakan dengan drigalski. Inkubasi selama 4 hari. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah koloni *T. koningii*.

Uji Ganda *T. koningii* dan *G. boninense* Secara *In Vitro*

Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan isolat *T. koningii* dan *G. boninense* pada dua titik dengan jarak antar titik 3 cm dalam satu petridis diameter 9 cm. Pengamatan didasarkan pada zona penghambatan *T. koningii* atas *G. boninense* dengan mengukur jari-jari pertumbuhan *G. boninense* menurut rumus Skidmore sebagai berikut:

$$Irp = \frac{r1-r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

Irp : Keefektifan penghambatan

- r1 : Jari-jari koloni *G. boninense* berlawanan arah dengan *T. koningii*
r2 : Jari-jari koloni *G. boninense* ke arah *Trichoderma*

Aplikasi *T. koningii* dalam Kompos Pada Pembibitan Kelapa Sawit Pre Nursery

Campuran *T. koningii* dalam media kompos juga diperlakukan sebagai pupuk organik pada bibit kelapa sawit *pre nursery*. Konsentrasi *T. koningii* pada kompos yang diuji adalah 5% dengan perlakuan media tanam: (A) tanah 100%; (B) kompos 25% dan tanah 75%; (C) kompos 50% dan tanah 50%; (D) kompos 75% dan tanah 25%; dan (E) kompos 100%. Pengamatan dilakukan pada jumlah pelepah dan tinggi tanaman pada umur 3 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

T. koningii merupakan salah satu dari jamur bioaktivator yang telah digunakan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) sebagai sebuah biofungisida dengan nama Marfu-P untuk mengendalikan berbagai penyakit tular tanah khususnya penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit yang disebabkan oleh *G. boninense*. Jamur tersebut dikembangkan dalam media dedak dan telah dikomersialkan secara luas. Aplikasi *Trichoderma* spp. di lapangan akhir-akhir ini sering dilakukan berkaitan dengan paket Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang menempatkan pengendalian hayati sebagai metode yang lebih utama

untuk dilaksanakan. Praktek langsung di lapangan membutuhkan berbagai syarat, diantaranya adalah mudah diaplikasikan dan murah biaya.

Kompos yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit yang diproduksi oleh PPKS, juga telah banyak digunakan oleh para pekebun di lapangan. Dibandingkan dengan media dedak, harga kompos relatif murah, dengan kemudahan aplikasi yang relatif sama. Oleh karena itu dalam percobaan ini digunakan media kompos tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan pembawa agens antagonis. Jamur *Trichoderma koningii* yang dikembangkan PPKS diuji ketahanannya di dalam kompos tersebut pada berbagai konsentrasi sehingga diketahui sampai sejauh mana agens antagonis tersebut mampu bertahan dalam media kompos.

Uji viabilitas *T. koningii* dalam Media Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit

Hasil pengamatan jumlah spora per gram perlakuan pada umur inkubasi 4 bulan menunjukkan bahwa antar konsentrasi bahan aktif *T. koningii* belum menunjukkan adanya beda nyata kecuali dengan kontrol (Tabel 1). Hal ini menggambarkan bahwa konsentrasi bahan aktif yang digunakan baik 5% maupun 25% menghasilkan jumlah spora yang sama atau hampir sama pada penyimpanan 4 bulan yakni lebih dari 10^6 spora per gram kompos. Konsentrasi ini masih efektif untuk diaplikasikan di lapangan mengingat jumlah spora yang efektif untuk diaplikasikan di lapangan melebihi 10^5 spora per gram tanah.

Tabel 1. Rata-rata jumlah spora jamur *Trichoderma koningii* dalam kompos setiap bulan.

No	Plk	Kerapatan spora/gram kompos bulan ke-			
		1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
1.	TK	1×10^4	4×10^4	$2,3 \times 10^5$	$9,6 \times 10^4$
2.	TA	$2,17 \times 10^6$	$9,07 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$7,73 \times 10^6$
3.	TB	$3,7 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$2,9 \times 10^6$	$4,53 \times 10^6$
4.	TC	$4,63 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$5,77 \times 10^6$	6×10^6
5.	TD	$7,06 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$10,5 \times 10^6$	$1,82 \times 10^7$
6.	TE	$7,2 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$6,6 \times 10^7$	$9,5 \times 10^7$

Keterangan :

- TK : kompos tidak diaplikasi dengan *Trichoderma*
- TA : kompos dicampur dengan *Trichoderma* sebanyak 5%
- TB : kompos dicampur dengan *Trichoderma* sebanyak 10%
- TC : kompos dicampur dengan *Trichoderma* sebanyak 15%
- TD : kompos dicampur dengan *Trichoderma* sebanyak 20%
- TE : kompos dicampur dengan *Trichoderma* sebanyak 25%

Trichoderma spp. tumbuh dengan baik pada bahan organik (19).

Kerapatan spora jamur *T. koningii* masih tinggi dalam media dedak (Marfu-P) pada umur inkubasi 1 tahun. Kerapatan spora pada konsentrasi 5% masih tetap diatas 10^6 spora per gram dedak (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa *T. koningii* masih bisa bertahan hidup dengan baik sampai umur 1 tahun. Hasil ini apabila dibandingkan dengan kerapatan spora jamur dalam media

kompos pada konsentrasi 5% masih sama diatas 10^6 spora per gram media. Sifat ketahanan hidup tersebut kemungkinan disebabkan oleh media sebagai bahan pembawa, memiliki sumber makanan yang selalu tersedia bagi jamur. Selain itu, jamur ini juga dapat membentuk struktur tahan kekeringan yaitu klamidospora atau sering disebut dengan 'hifa istirahat' yang memungkinkan bertahan hidup pada kondisi yang kurang memungkinkan.

Tabel 2. Rata-rata jumlah spora jamur *Trichoderma koningii* dalam media dedak pada bulan inkubasi tertentu

No	Plk	Kerapatan spora/gram kompos bulan ke-			
		3 bulan	6 bulan	9 bulan	12 bulan
1.	5%	$1,50 \times 10^6$	$1,45 \times 10^6$	$1,42 \times 10^6$	$1,26 \times 10^6$

Uji Ganda *T. koningii* dan *G. boninense* Secara *In Vitro*

Daya tahan *T. koningii* tersebut perlu ditunjang dengan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini uji antagonisme secara *in vitro* juga dilakukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *T. koningii* mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Mekanisme penghambatan *Trichoderma* spp. yang terjadi pada patogen menunjukkan sebagai miko-parasit dan kompetitor yang sangat aktif (3). Selain kompetitor dan mikoparasitisme, *Trichoderma* spp. juga melakukan antibiosis terhadap miselium *G. boninense* dengan akan melilit hifa *G. boninense* yang selanjutnya mendegradasi dinding sel *G. boninense*, agens biokontrol mengeluarkan enzim kitinase dan glukukanase (17). Kitin dan glukukan merupakan komponen utama dinding sel hampir semua jenis cendawan. Kandungan kitin pada *G. lucidum* adalah 2,4 % dari total berat keringnya (14).

Analisa sidik ragam hasil pengamatan dari rumus

$$Irp = \frac{r1-r2}{r1} \times 100\%$$

menunjukkan adanya pengaruh lama penyimpanan terhadap keefektifan penghambatan *T. koningii* terhadap *G. boninense* secara *in vitro* (Tabel 3). Keefektifan jamur antagonis semakin menurun sesuai dengan lama penyimpanan pada umur inkubasi 4 hari setelah inokulasi. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh menurunnya daya tumbuh jamur antagonis tersebut sesuai dengan penurunan kandungan hara dalam media pembawa. Keadaan ini memungkinkan miselium jamur kebanyakan telah membentuk klamidospora sehingga memerlukan waktu tumbuh yang lebih lama. Spora yang telah terbentuk juga akan menurun daya kecambahnya seiring dengan waktu penyimpanan. Meskipun demikian, jamur antagonis masih tetap menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* pada umur inkubasi 8 hari setelah inokulasi. Daya hambat *T. koningii* terhadap *G. boninense* antara

Tabel 3. Rata-rata pengaruh interaksi lama penyimpanan dan suhu terhadap keefektifan daya penghambatan pertumbuhan pada *Ganoderma* (%)

Umur	Rata-rata pengaruh interaksi lamanya penyimpanan terhadap efektifitas spora <i>T. koningii</i> (%)	
	Umur 4 hari	Umur 8 hari
3 bulan	70,85 c	90,23 a
6 bulan	56,80 d	81,57 b
9 bulan	37,64 e	82,14 b
12 bulan	25,84 f	80,74 b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

80-90%. Daya hambat ini lebih disebabkan karena kemampuan *T. koningii* dalam memarasit maupun kemampuan antibiosisnya terhadap *G. boninense*. Oleh karena itu, aplikasi di lapangan sebaiknya dilakukan sebelum bibit ditanam sehingga jamur antagonis akan berkembang terlebih dahulu di sekitar lubang tanam.

Aplikasi *T. koningii* dalam Kompos Pada Pembibitan Kelapa Sawit Pre Nursery

Daya tahan *T. koningii* dalam media kompos pada konsentrasi 5% relatif sama dengan konsentrasi lebih tinggi yang lain. Keadaan ini disebabkan oleh kemampuannya sebagai jamur saprofitik yang mampu tumbuh dengan cepat. Konsentrasi ini kemudian digunakan pada percobaan selanjutnya pada pembibitan. *T. koningii* dalam kompos digunakan sebagai pupuk organik pada pembibitan pre nursery. Perbandingan antara kompos dan tanah yang digunakan menjadi perlakuannya.

Hasil pengamatan pada jumlah pelepah dan tinggi tanaman sebagai

parameter pengamatannya menunjukkan bahwa tinggi tanaman maupun jumlah pelepah yang paling baik dicapai pada perbandingan kompos dan tanah 50%:50% sebesar 16,81 cm dan 3,17 pelepah pada umur 3 bulan (Tabel 4). Hasil ini membuktikan bahwa penambahan kompos sebagai bahan organik tanah akan memberikan unsur hara sebagai penunjang pertumbuhan bibit kelapa sawit. Selain itu, jamur *Trichoderma* selain sebagai agens antagonis terhadap jamur tular tanah, juga berperan sebagai bioaktivator atau *plant growth promoting fungi* (PGPF) yang berarti dapat memacu pertumbuhan tanaman (20). Namun demikian, penambahan kompos yang berlebih bahkan sampai 100% justru akan menurunkan laju pertumbuhan bibit (Tabel 4). Selama 3 bulan pengamatan, semua bibit yang diuji tidak memperlihatkan adanya gejala penyakit.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa konsentrasi 5% *T. koningii* dalam kompos tandan kosong kelapa sawit

Tabel 4. Rerata pengaruh pemberian *Trichoderma koningii* 5% dalam kompos pada pembibitan pre nursery umur 3 bulan

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah pelepah
A	14,50	3,00
B	15,90	3,08
C	16,81	3,17
D	15,80	3,00
E	14,60	2,71

A: tanah 100%

B: perbandingan kompos dan tanah 25%:50%

C: perbandingan kompos dan tanah 50%:50%

D: perbandingan kompos dan tanah 75%:25%

E: kompos 100%

masih efektif sebagai biofungisida terhadap *Ganoderma* dalam umur simpanan 4 bulan sehingga menjadi konsentrasi terbaik biofungisida. Namun demikian, pengamatan masih harus terus dilakukan sampai sejauh mana viabilitas jamur tersebut dapat bertahan hidup dalam kompos. Daya penghambatan *T. koningii* terhadap *G. boninense* sangat besar yaitu 80-90% secara *in vitro*. Sedangkan aplikasinya sebagai pupuk organik, bioaktivator maupun biofungisida yang terbaik dicapai pada perbandingan 1:1 untuk kompos yang dicampur dengan 5% *T. koningii* dan tanah sebagai media pembibitan *pre nursery*.

DAFTAR PUSTAKA

1. ABADI, A. L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan pengaruh beberapa mikroba tanah antagonistik terhadap pertumbuhannya. Disertasi. PPS IPB. Bogor. 147 p.
2. ARYA, A. 1998. Utilisation of oil palm empty fruit bunches for technical application. Proc. 1998. International Oil Palm Conference. Bali, Indonesia. 518 - 521.
3. CAMPBELL R. 1989. Biological control of microbial plant pathogens. Cambridge Univ. Press. Cambridge. UK. 218p.
4. CHET, I. 1987. *Trichoderma*-application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne pathogenic fungi. In Chet, I (ed). Innovative Approaches to Plant Disease Control. John Wiley & Sons, New York pp. 137-160.
5. DARNOKO, 1992. Potensi pemanfaatan limbah lignoselulosa kelapa sawit melalui biokonversi. Berita Penelitian Perkebunan. 2: 85-97.
6. DHARMAPUTRA OS. 1989. Fungi antagonistik terhadap *Ganoderma boninense* Pat. penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit di kebun Adolina, Sumatera Utara. Laporan tahunan kerjasama penelitian Pusat Penelitian Marihat-Biotrop tahun 1989.
7. GHISALBERTHI, E. L. and K. SIVASITHAMPARAM. 1991. Antifungal antibiotics produced by *Trichoderma* spp. Soil. Biol. Biochem. 23: 1011-1020.
8. GOENADI, D. H., Y. AWAY, Y. SUKIN, H. H. Yusuf, Gunawan, and P. Aritonang. 1998. Teknologi produksi kompos bioaktif tandan kosong kelapa sawit. Dalam: Pertemuan teknis bioteknologi perkebunan untuk praktek, Bogor 6-7 Mei 1998. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan . Bogor.
9. LORITO, M., C. K. HAYES, A. DI PIETRO, S. L. WOO and G. E. HARMAN. 1994. Purification, characterization and synergistic activity of a glucan B- glucosidase and N-acetyl-glucosamidase from *Trichoderma harzianum*. Phtopathology 84: 398-405.

10. LORITO, M., S. L. WOO, M. D. AMBROSIO, G. E. HARMAN, C. K. HAYES, C. P. KUBICEK and F. SCALA. 1996. Synergistic interaction between cell wall degrading enzymes and membrane affecting compounds. *Mol. Olant. Microb. Interact.* 9: 206-213
11. PAPAIVIZAS, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology, and potential for biocontrol. *Ann. Rev. Phytopath.* 23: 23-54
12. PURBA R. Y, A. SIPAYUNG and C. UTOMO. 1994. Antagonistic soil fungi on *Ganoderma boninense* Pat and the possibility of their application in oil palm estate. *Bulletin PPKS.* Vol 2, Januari-Maret 1994.
13. PURBA, R. Y. 1996. Pengendalian Jamur Fitopatogenik *Ganoderma* dengan Jamur Antagonistik *Trichoderma* Pada Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. 15 pp.
14. RAJARATHNAM, S, SHASHIREKHA MNJ and Z. BANO. 1998. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. *Crit. Rev. in Biotechnol.* 18: 91-236.
15. SCHIRMBOCK, M., M. LORITO, Y. WANG, C. K. HAYES, I. ARISANARTAC, F. SCALA, G. E. HARMAN and C. P. KUBICEK. 1994. Parallel formation and synergism of hydrolitic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanism involved in the antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against pathogenic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:4364-4370
16. SINGH, G., S. MANOHARAN and T.S. TOH. 1990. United plantation approach to oil palm mill by product management and utilisation. In. J. Sukaimi et al. (Eds). *Proceeding of 1989 International Palm Oil Development Conference-Agriculture.* Palm Oil Research Institut of Malaysia, Kuala Lumpur. 225-234.
17. SUSANTO, A. 2002. Kajian pengendalian hayati *Ganoderma boninense* Pat. penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. Disertasi Program Pasca-sarjana Institut Pertanian Bogor, Hal. 32. Bogor.
18. SUSANTO, H. and Y. W. BUDHI. 1997. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif melalui proses gasifikasi. Dalam *Prosiding pertemuan teknis kelapa sawit dwi bulanan 1997* (Pamin, K., et al. Eds). Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 41-53.
19. TURNER, P. D. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders.* Oxford University Press.. Oxford. 280 p.
20. WINDHAM MT, Y. ELAD and R. BAKER. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* soo. *Phytopathol.* 76: 518-521.