

INDUKSI KETAHANAN DAN PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN PENGINDUKSI BERBEDA JAMUR *Trichoderma virens* ENDOFIT TERHADAP PENYAKIT BUSUK BATANG ATAS

INDUCTION AND GROWTH OF RESISTANCE BREEDING OF PALM WITH DIFFERENT MATERIALS INDUCER of *Trichoderma virens* ENDOPHYTE FUNGI THE UPPER STEM ROT OF THE DISEASE

Nur Halimah¹, Fifi Puspita²

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau

Nur_halimah534@yahoo.com (082389478355)

ABSTRACT

The Diseases found in oil palm plantations is the Upper Stem Rot (BBA) caused by pathogens *Ganoderma* sp. The alternatives that can used in controlling the disease BBA is by use endophyte microorganisms derived from plant tissue one of the *Trichoderma virens* endophyte. This study aimed to determine the effect of the administration of the different material inducer *T. virens* endophyte and get the best inducers ingredient in promoting growth and controlling upper stem rot disease on the oil palm seedlings, This research has been conducted in the experimental garden of the Faculty of Agriculture, State University of Riau, Industrial Business Unit Biofertilizer and Biopesticides University of Riau, Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Riau, the Laboratory photomicrography and Laboratory of Biochemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Riau, on Campus Binawidya km 12.5 Baru Simpang Village District of Handsome Pekanbaru. This study was conducted in May 2016 to November 2016. This study was conducted experiments using completely randomized design with 3 treatments and 7 replications so that obtained 21 experimental units. Data were analyzed statistically by ANOVA and tested with LSD at 5% level. The results showed that treatment of inducing materials in the form of *T. virens* endophyte suspension showed is the best treatment to be better increase plant height, stem diameter, root volume, and tend to be higher in prolong the incubation period, reduce the intensity of the disease, and increases the concentration of salicylic acid in the leaves of oil palm seedlings.

Keywords: *Upper Stem Rot, Trichoderma virens endophyte, The Induction of Resistance*

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit di Riau sebagian besar diusahakan oleh perkebunan rakyat. Perkebunan rakyat dalam pengelolaan lahan dan mutu bibitnya belum sesuai dengan standar teknis yang ditentukan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2011). Kondisi ini harus diupayakan agar produksi kelapa sawit kedepannya meningkat yaitu dengan penyediaan bibit berkualitas.

Bibit berkualitas harus diupayakan agar terhindar dari adanya gangguan penyakit. Penyakit yang terdapat diperkebunan kelapa sawit adalah Busuk Batang Atas (BBA) yang disebabkan oleh patogen *Ganoderma* sp. Penelitian Susanto *et al*, (2013) membuktikan bahwa setelah didiagnosis secara molekuler penyebab penyakit dengan gejala BBA kelapa sawit adalah *Ganoderma boninense*. Alternatif

1). Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

2). Dosen Pembimbing Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

pengendalian yang diperlukan dalam mengatasi penyakit BBA yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme endofit yang berasal dari jaringan tanaman salah satunya *Trichoderma virens* endofit.

Mikroorganisme endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Petrini, 1985 dalam Davis *et al*, 2003). *Trichoderma* sp. endofit yang bersifat antagonis dapat meningkatkan ketahanan terinduksi pada tanaman terhadap penyakit (Sudantha *et al*, 2006). Induksi ketahanan merupakan suatu mekanisme untuk mengaktifkan sistem ketahanan dengan menstimulasi mekanisme resistensi yang dimiliki oleh tanaman itu sendiri.

Heil dan Bostock (2002) melaporkan bahwa pengendalian *T. virens* terhadap patogen dapat disebabkan karena adanya kemampuan jamur ini dalam memacu pembentukan senyawa pada tanaman yang bersifat antipatogen seperti *Pathogenesis Related Proteins* (PR-protein). Respons sistemik terjadi saat transinduksi senyawa PR protein (*Pathogenesis Related Proteins*) dan asam salisilat dapat

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Unit Usaha Industri Biofertilizer dan Biopestisida (BICCOM) Fakultas Pertanian Universitas Riau, Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau, Laboratorium Fotomikrografi dan Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, di Kampus Binawidya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru Kecamatan Tampan Pekanbaru.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Trichoderma virens* endofit dari koleksi Unit Usaha Industri Biofertilizer dan Biopestisida (BICCOM), isolat *Ganoderma* sp. berasal

ditransfer secara intraseluler ke seluruh bagian tanaman (Hammerschmidt *et al*. 2000; Heil *et al*. 2002; Vallad *et al*. 2004).

Suganda (2000) melaporkan bahwa asam salisilat dari air perasan daun melati mampu menginduksi ketahanan sistemik yang diberikan pada tanaman kacang tanah terhadap penyakit karat (*Puccinia arachidis*). Asam salisilat merupakan senyawa fenolik yang disintesis tumbuhan sebagai respon terhadap berbagai infeksi serta berperan sebagai sinyal reaksi ketahanan tanaman dan merupakan bahan penginduksi resistensi sistemik yang sangat baik pada berbagai tanaman. *Trichoderma* sp. dapat merangsang ketahanan tanaman secara sistemik pada beberapa tanaman seperti *Graminae*, *Solanaceae*, dan *Cucurbitaceae* terhadap jamur patogen *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria* sp. (Woo *et al*, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan penginduksi *T. virens* endofit yang berbeda dan mendapatkan bahan penginduksi terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan mengendalikan penyakit busuk batang atas pada bibit kelapa sawit.

dari tanaman yang menunjukkan gejala BBA pada perkebunan kelapa sawit rakyat di Hamparan 19, Desa Sialang Indah Kecamatan Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan, kecambah kelapa sawit varietas Dura x Pisifera yang berasal dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat Sumatera Utara, tanah steril, medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), *Pepton Dextrosa Broth* (PDB), NaOH 0,1 N, *Indicator Fenolftalein*, aquades steril, air, dan alkohol 70 %.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, pisau steril, parang, enkas, cawan petri berdiameter 9 cm, *Erlenmeyer* 250 ml, gelas ukur 500 ml, gelas piala, gelas beker, termometer, tabung reaksi, pipet tetes, *automatic*

mixer, orbital rotary shaker, enkase, kompor gas, sentrifus, timbangan analitik, penggaris, gunting, gembor, inkubator, oven, kulkas, autoclave, jarum ose, selotip, ayakan, blender, lampu bunsen, korek api, tisu, aluminium foil, mikroskop binokuler, hansprayer, polybag kecil ukuran 15 x 23 cm, label dan tali plastik, alat tulis, kamera, *polybag* dan polinet.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 3 perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak 7 kali, sehingga diperoleh 21 unit percobaan. Perlakuan yang diuji suspensi dan supernatan *T. virens* endofit sebagai bahan pengimbas ketahanan yang diinduksikan pada kecambah kelapa sawit (T) sebagai berikut : T0: tanpa perlakuan, T1: suspensi *T.*

Peremajaan isolat jamur *Trichoderma virens* endofit

Isolat *T. virens* endofit yang digunakan diremajakan dari koleksi Unit Usaha Industri Biofertilizer dan Biopestisida Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Isolat *T. virens* endofit diremajakan ke media PDA baru, dengan cara isolat direisolasi dengan memindahkan hifa yang tumbuh pada medium PDA pada cawan petri dengan menggunakan jarum ose yang telah steril kedalam cawan petri yang telah berisi medium PDA baru yang telah dipersiapkan. Selanjutnya isolat dimasukkan ke dalam plastik *polyethylen* berukuran 15 cm x 20 cm dan disimpan di dalam *cool box* berukuran 81 cm x 47 cm x 47 cm dengan suhu kamar.

Isolasi busuk batang atas (BBA)

Isolasi BBA dari tanaman kelapa sawit dilakukan menurut prosedur Radu dan Kgueen (2002) dan Zaiton *et al.* (2006) dengan modifikasi. Bagian tanaman kelapa sawit yang terserang patogen dicuci dengan air mengalir selama 20 menit. Ambil potongan bagian tanaman dengan ukuran 1 cm × 1 cm disterilisasi

virens endofit (sebanyak 35 ml), T2: supernatan *T. virens* endofit (sebanyak 35 ml).

Parameter yang diamati adalah Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi masa inkubasi (hari), intensitas penyakit (%), konsentrasi asam salisilat pada daun bibit kelapa sawit (%), tinggi bibit (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (cm), volume akar (ml), ratio tajuk akar, dan berat kering bibit (g). Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan sidik ragam atau analisis of variance (ANOVA), Apabila berpengaruh nyata pada hasil analisis ragam dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

menggunakan alkohol 70 % selama 2 menit, selanjutnya dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali dan dikeringkan dengan tisu. Potongan sampel bagian dalam diletakkan pada permukaan media PDA. Selanjutnya hasil isolasi BBA diinkubasi pada suhu 25 °C untuk menumbuhkan jamur.

Identifikasi karakteristik morfologi *Ganoderma* sp.

Pengamatan morfologi isolat yang diperoleh dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis meliputi bentuk, warna koloni dan diameter pertumbuhan jamur *Ganoderma* sp. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari pada biakan murni jamur *Ganoderma* sp. sedangkan secara mikroskopis yang diamati meliputi bentuk konidiofor, fialid dan konidia dengan metode mikrokultur (*slide culture*). Identifikasi secara mikroskopis diamati pada hari ke 5 menggunakan mikroskop binokuler. Persiapan preparat dibuat dengan mengambil hifa *Ganoderma* sp. menggunakan jarum ose. Hifa diletakkan di atas glas objek, kemudian ditutup dengan *cover glass*. Preparat diletakkan di

bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 40 X.

Persiapan sumber inokulum *Ganoderma* sp.

Medium tumbuh yang digunakan sebagai sumber inokulum adalah pelepah kelapa sawit yang dipotong dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 2 cm. Pelepah kelapa sawit yang sudah dipotong direndam dengan aquades steril selama 24 jam dan ditiriskan hingga tidak ada air yang menetes. Pelepah dimasukkan ke dalam plastik *polypropilen* berukuran 15 cm x 20 cm. Bagian mulut plastik diberi cincin paralon dan ditutup dengan kapas dan aluminium foil, setelah

Penyiapan suspensi dan supernatan antagonis

Pembuatan suspensi *T. virens* dilakukan dalam medium PDB, sebanyak 3 ose hifa dari jamur *T. virens* endofit diambil dari medium PDA pada tingkat pengenceran 10^{-6} , kemudian dimasukkan kedalam Erlenmeyer yang berisi medium PDB sebanyak 100 ml, selanjutnya digoyang dengan menggunakan *Orbital Shaker* selama 3 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang. Selanjutnya, *T. virens* dihitung kerapatannya sebelum digunakan, yaitu sebanyak 1×10^6 konidium ml^{-1} larutan. Supernatan dibuat dengan cara suspensi *T. virens* disentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Supernatan yang terbentuk diambil, dipisahkan dari peletnya, dan siap digunakan (Soesanto, dkk. 2010).

Konsentrasi Asam Salisilat Pada Daun Bibit Kelapa Sawit (%)

Konsentrasi asam salisilat pada daun bibit kelapa sawit dilakukan di akhir penelitian. Sampel tanaman diambil pada

itu disterilisasi dengan cara *Tyndalisasi* yaitu memanaskan sumber inokulum dengan menggunakan dandang pada suhu $80^{\circ}C$ selama 60 menit setiap harinya selama 3 hari berturut-turut. Setelah dingin dipindahkan ke dalam enkas untuk melakukan inokulasi dengan *Ganoderma* sp. Inokulasi dilakukan pada bagian atas pelepah kelapa sawit. Inokulum berupa sepotong biakan patogen berdiameter 0,5 cm pada media PDA. Biakan diinkubasi selama 3 minggu dengan suhu $27^{\circ}C$, selanjutnya siap untuk digunakan sebagai sumber inokulum awal *G. boninense*.

bagian daun tanaman muda kemudian ditimbang sebanyak 5 gram selanjutnya di potong kecil-kecil, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. tambahkan 20 ml etanol yang telah dinetralkan pH nya dengan NaOH 0,1 N, shaker selama 15 menit, kemudian disaring dengan kertas saring yang berukuran $0,45 \mu m$, ambil etanolnya masukan kedalam erlenmeyer baru, selanjutnya analisis konsentrasi asam salisilat secara kuantitatif diukur menggunakan titrasi dengan NAOH 0,1 N memakai *indicator fenolftalein* sampai terbentuk warna merah bata, untuk menghitung kadar asam salisilat secara kuantitatif sebagai berikut :

$$\text{Kadar asam salisilat} = \frac{V \times N \times 0,01381 \text{ gr} \times 100 \%}{B}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi (Hari)

Tabel 2. Rerata masa inkubasi (hari) jamur *Ganoderma* sp. pada bibit kelapa sawit dengan pemberian bahan penginduksi *T. virens* endofit

Perlakuan	Masa Inkubasi (hari)
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	118,43
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	132,57
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	125,14

Tabel 2 menunjukkan bahwa masa inkubasi yang disebabkan oleh patogen *Ganoderma* sp. pada bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Masa inkubasi pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit terjadi lebih lambat dibandingkan perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki masa inkubasi yang lebih cepat yaitu 118,43 hari. Hal ini disebabkan tidak adanya *T. virens* endofit sebagai agen hayati antagonis yang mampu menekan pertumbuhan *Ganoderma* sp. sehingga patogen dapat menginfeksi bibit kelapa sawit lebih awal dibandingkan perlakuan lainnya. Tanah yang telah disterilkan tidak mengandung mikroba-mikroba termasuk mikroba antagonis, maka jamur patogen yang diinokulasikan akan lebih cepat menyebar dengan serangan yang lebih hebat (Sastrahidayat, 1992).

Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk suspensi *T. virens* endofit menunjukkan masa inkubasi yang cenderung lebih lambat yaitu 132,57 hari. Hal ini diduga pemberian *T. virens* endofit dalam bentuk suspensi mengandung sel hidup jamur *T. virens* sehingga kolonisasi perakaran bibit kelapa sawit terjadi lebih cepat dan mampu menghambat perkembangan patogen *Ganoderma* sp. untuk melakukan penetrasi ke akar tanaman. Penekanan terhadap *G. boninense* yang dilakukan *T. virens* endofit karena kemampuannya dalam mengkolonisasi perakaran bibit kelapa sawit sehingga mencegah *G. boninense* melakukan penetrasi dan menginfeksi perakaran bibit kelapa sawit (Puspita *et al*, 2016).

Jamur *T. virens* masuk ke jaringan tanaman melalui akar dengan bantuan eksudat akar selanjutnya tanaman akan memberikan sinyal ketahanan terinduksi

untuk pengaktifan fitoaleksin salah satunya senyawa asam salisilat. Kolonisasi *T. virens* pada permukaan akar dapat memperkecil peluang *Ganoderma* sp. untuk melakukan infeksi pada bibit kelapa sawit. Hal ini sesuai dengan penelitian Soesanto (2000) dan didukung oleh Widodo (1993) bahwa patogen sukar melakukan penetrasi apabila sistem perakaran terdominasi oleh antagonis. Pemberian suspensi *T. virens* pada konsentrasi 10^7 dapat menekan perkembangan patogen *P. palmivora* saat diinokulasi pada buah kakao secara *in vitro* (Faisal, 2012 dalam Umrah *et al*, 2009).

Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk supernatan *T. virens* endofit menunjukkan masa inkubasi terjadi lebih lambat dibandingkan pada perlakuan tanpa bahan penginduksi yaitu 125,14 hari. Perlakuan supernatan *T. virens* endofit diduga mampu mengimbas ketahanan pada bibit karena terbentuknya senyawa metabolit sekunder diantaranya fitoaleksin dengan peningkatan konsentrasi asam salisilat. Hal ini sejalan dengan hasil konsentrasi asam salisilat (Tabel 3), dimana asam salisilat yang terbentuk lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian agens hayati sehingga masa inkubasi yang terjadi lebih lambat. Hasil penelitian Adriansyah *et al*, (2015) menunjukkan bahwa metabolit sekunder *Trichoderma* sp. memiliki sifat antimikrobia terhadap *P. solanasearum*.

Pemberian agen hayati dalam bentuk supernatan dan suspensi *T. virens* endofit yang diberikan pada saat perendaman kecambah kelapa sawit, dapat memberikan respon ketahanan tanaman melalui terbentuknya ketahanan secara lokal dan sistemik terhadap serangan patogen tanaman, karena terjadi akumulasi fitoaleksin dan peningkatan aktivitas beberapa enzim penginduksi seperti kitinase, β -1,3-glukosidase yang dapat menekan perkembangan patogen. Hal ini sesuai dengan pendapat (Callan *et al*,

1997; Komedahl *et al.*, 1981), Pengendalian dengan menggunakan mikroba yang diaplikasi ke biji berpotensi untuk melindungi tanaman sehingga memperluas perlindungan terhadap patogen akar,

Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa efisiensi penggunaan *T. virens* endofit sebagai jamur antagonis memiliki kemampuan ketahanan terhadap patogen. *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan enzim hidrolitik β -1,3 glukonase, kitinase dan selulase (Sukanto, *et.al.* 1999), Enzim–enzim tersebut secara aktif mendegradasi sel-sel jamur lain yang sebagian besar tersusun dari bahan β -1,3 glukon dan kitin, sehingga mampu melakukan penetrasi ke

Intensitas Penyakit (%)

Tabel 3. Rerata Intensitas penyakit (%) jamur *Ganoderma* sp. pada bibit kelapa sawit dengan pemberian bahan penginduksi *T. virens* endofit

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	27,60
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	23,32
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	25,41

Tabel 3 menunjukkan bahwa intensitas penyakit pada bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Intensitas penyakit pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki intensitas penyakit yang lebih tinggi yaitu 27,60 %. Hal ini disebabkan pada perlakuan ini tidak terdapat *T. virens* endofit sebagai jamur antagonis dalam medium tanam yang dapat mengkolonisasi akar dan dapat merangsang penginduksian ketahanan bibit sehingga *Ganoderma* sp. dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada bibit kelapa sawit. akibatnya *Ganoderma* sp. dapat menginfeksi perakaran bibit kelapa sawit kemudian bibit akan menimbulkan gejala awal

dalam hifa jamur patogen. *Trichoderma* sp. sangat potensial meningkatkan ketahanan tanaman baik secara lokal maupun sistemik (Harman *et al.*, 2004).

Induksi ketahanan sistemik yang diaktivasi oleh *T. virens* endofit juga akan mempengaruhi masa inkubasi *Ganoderma* sp. pada tanaman. kemampuan *T. virens* endofit dalam menginduksi ketahanan secara sistemik dihubungkan dengan produksi asam salisilat oleh tanaman. Asam salisilat yang terbentuk sebagai adanya ketahanan yang terinduksi dengan mengeluarkan senyawa yang berupa protein skstraseluler kesubstratnya sehingga dapat menginduksi ketahanan bibit kelapa sawit terhadap jamur patogen.

klorosis yang selanjutnya akan mengalami nekrosis pada daun (Lampiran 5) yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen, sehingga kemungkinan terserang penyakit lebih besar dibandingkan yang diberi perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit. Agrios (2004) menjelaskan bahwa saat munculnya gejala awal dapat mempengaruhi perkembangan suatu penyakit, semakin cepat saat munculnya gejala awal penyakit maka intensitas serangan penyakit akan semakin tinggi.

Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk suspensi *T. virens* endofit menunjukkan intensitas penyakit yang cenderung lebih rendah yaitu 23,32 %, dapat dihubungkan dengan masa inkubasi dimana saat munculnya gejala awal penyakit terjadi lebih lama (Tabel 2) pada bibit kelapa sawit sehingga intensitas penyakit juga akan lebih rendah. Hal ini juga disebabkan populasi jamur *T. virens*

endofit setelah dihitung kerapatan spora $17,5 \times 10^5$ cfu/ml pada tingkat pengenceran 10^{-6} dalam jumlah banyak, sehingga diduga telah mampu menginduksi ketahanan tanaman dicirikan adanya produksi *Pathogenesis related-protein* (PR-protein) seperti asam salisilat dalam jumlah banyak (Tabel 4). Menurut Gultom (2008) meningkatnya populasi jamur antagonis menyebabkan aktivitasnya dalam menghambat patogen juga meningkat.

Banyaknya jumlah propagul dari *T. virens* endofit menjadikan kompetitor yang baik dalam memperebutkan nutrisi, oksigen, dan ruang Harwitz (2003) Pertumbuhan yang sangat cepat dapat mengkolonisasi dan tumbuh berasosiasi dengan baik pada perakaran tanaman, sehingga dapat mencegah *Ganoderma* sp. melakukan infeksi ke perakaran, karena *T. virens* mampu menginduksi ketahanan tanaman bibit kelapa sawit. Hasil penelitian Nurjanani (2010) persentase serangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao yang disemprot dengan suspensi dari empat isolat jamur *Trichoderma* spp. 2 minggu setelah aplikasi, memberikan pengaruh

Konsentrasi Asam Salisilat pada Daun Bibit Kelapa Sawit (%)

Tabel 4. Rerata konsentrasi asam salisilat (%) setelah pemberian agens penginduksi *T.virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	11.05
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	13.18
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	11.60

Tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi asam salisilat pada daun bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Konsentrasi asam salisilat pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit lebih tinggi dibandingkan perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki konsentrasi asam

penghambatan yang lebih rendah terhadap persentase serangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao dibandingkan yang tidak disemprot dengan suspensi jamur *Trichoderma* spp.

Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk supernatan *T. virens* endofit menunjukkan intensitas serangan penyakit yang lebih rendah dibandingkan tanpa perlakuan *T. virens* endofit yaitu sebesar 25.41 %. Hal ini karena pemberian dalam bentuk supernatan berupa metabolit sekunder dari *Trichoderma* mampu mengimbas ketahanan tanaman berupa peningkatan fitoaleksin salah satunya senyawa asam salisilat (Tabel 4). Hasil penelitian Soesanto dan Rahayuniati (2009) menyatakan bahwa peningkatan senyawa asam salisilat pada bibit pisang akibat penambahan metabolit *T. virens* diduga karena supernatan jamur *T. virens* yang digunakan diserap dengan baik oleh bibit pisang dan ditranslokasikan secara sistemik keseluruh bagian tanaman, sehingga menimbulkan zat yang bertanggung jawab dalam ketahanan terimbas, di antaranya adalah senyawa asam salisilat.

salisilat yang lebih rendah yaitu 11,049 %. Hal ini karena pada bibit kelapa sawit tidak terdapat *T. virens* sebagai agen hayati yang dapat menginduksi ketahanan tanaman, sehingga asam salisilat yang dihasilkan sedikit.

Perlakuan supernatan *T. virens* endofit memiliki konsentrasi asam salisilat sebanyak 11,60 %. Peningkatan konsentrasi asam salisilat ini karena pada perlakuan supernatan yang diaplikasikan pada saat perendaman kecambah berupa

metabolit sekunder *T. virens* endofit, diduga mampu diserap kecambah kelapa sawit dengan baik, selanjutnya ditranslokasikan ke seluruh bagian bibit, sehingga apabila suatu tanaman diinfeksi suatu patogen diharapkan tanaman tersebut mampu membentuk ketahanan terimbas berupa senyawa asam salisilat. Menurut Hammond *et al.*, (1996) asam salisilat memberikan sinyal penting dalam mekanisme ketahanan untuk menghambat mikroorganisme. adanya akumulasi sinyal asam salisilat mengakibatkan terjadinya kerusakan dinding sel patogen dalam jaringan tanaman sehingga tanaman lebih tahan terhadap penyakit.

Perlakuan suspensi *T. virens* endofit cenderung memberikan konsentrasi asam salisilat secara kuantitatif lebih

Tinggi Tanaman (cm)

Tabel 5. Rerata tinggi tanaman (cm) setelah pemberian agens penginduksi *Trichoderma virens* Endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	23,14 b
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	26,58 a
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	25,14 ab

Ket: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5 %.

Tabel 5 menunjukkan bahwa tinggi tanaman kelapa sawit pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *T. virens* endofit, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan supernatan *T. virens* endofit. Perlakuan suspensi cenderung memberikan pertambahan tinggi tanaman yang lebih baik yaitu 26,58 cm. Hal ini disebabkan karena pemberian suspensi mengandung sel hidup dari *T. virens* endofit yang dapat mengkoloniasi perakaran bibit kelapa sawit dengan cepat, sehingga dapat meningkatkan perkembangan akar dalam menyediakan unsur hara yang akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman untuk meningkatkan pertambahan tinggi

tinggi yaitu 13.18 %. Hal tersebut dapat dihubungkan dengan munculnya gejala awal jamur *Ganoderma* sp. pada perlakuan suspensi (Tabel 1), tingginya konsentrasi asam salisilat pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit dikarenakan adanya aktivasi sistem pertahanan tanaman yang menyebabkan infeksi yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp. juga terhambat sehingga intensitas penyakit yang ditimbulkan lebih rendah dan gejala awal muncul lebih lama. Peningkatan konsentrasi asam salisilat di dalam tanaman mengindikasikan terjadinya peningkatan resistensi terhadap patogen, meskipun asam salisilat dalam konsentrasi rendah dapat dimanfaatkan oleh beberapa tanaman (Yu *et al.*, 1997).

tanaman. *Trichoderma* sangat efektif mengkolonisasi akar dengan melindungi akar dari serangan penyakit, juga meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar, produktivitas tanaman, dan serapan hara tanaman (Harman *et al.* 2004; Contreras *et al.* 2009).

Perlakuan supernatan *T. virens* endofit menunjukkan peningkatan tinggi tanaman sebesar 25.14 cm. Hal tersebut terjadi karena pemberian supernatan *T. virens* endofit mampu menekan patogen sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang tanpa adanya serangan dari patogen dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, adanya peningkatan tinggi tanaman karena *T. virens* endofit berperan sebagai *Plant*

Growth Promoting Fungi (PGPF) dengan menghasilkan beberapa hormon pertumbuhan seperti *Indol Acetic Acid* (IAA) yang berperan dalam meningkatkan tinggi tanaman kelapa sawit. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Puspita *et al.* (2016) Isolat *T. virens* endofit asal akar, batang, dan pelepah kelapa sawit mampu menghasilkan hormon IAA sehingga dapat dijadikan sebagai pemacu pertumbuhan pada bibit kelapa sawit.

Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki tinggi tanaman yang cenderung lebih rendah yaitu 23.14 cm. Rendahnya tinggi bibit yang tidak diberi perlakuan *T. virens* endofit diduga karena pada bibit yang tidak diberi perlakuan *T. virens* endofit, bibit hanya

Jumlah Daun (helai)

Tabel 6. Rerata jumlah daun (helai) setelah pemberian agens penginduksi *Trichoderma virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	5,7
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	6,0
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	5,8

Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah daun bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Jumlah daun bibit kelapa sawit pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit lebih banyak dibandingkan perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit cenderung memiliki rerata jumlah daun yang lebih sedikit yaitu 5,7 helai. Hal ini diduga perlakuan tanpa pemberian *T. virens* endofit tidak begitu berperan pada pertumbuhan jumlah daun, tetapi telah mencapai dengan standar pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 5 bulan (Lampiran 2). Tanaman pada fase tertentu dapat meningkatkan jumlah daun secara maksimal yang berkaitan erat dengan faktor genetik sehingga menyebabkan jumlah daun hampir sama. Menurut

mendapat unsur hara yang ada pada medium tanam sehingga ketersediaan unsur hara pada bibit belum mencukupi untuk menunjang pertumbuhan tinggi bibit dan mengakibatkan lambatnya pertumbuhan tanaman. Sesuai dengan hasil intensitas penyakit yang tinggi (Tabel 3), Proses fisiologis tanaman terganggu ditandai dengan adanya infeksi *Ganoderma* sp. pada bibit kelapa sawit melalui jaringan akar dengan cara masuk ke pembuluh xylem dan floem (Riantin, 2009), Sehingga menyebabkan terjadinya penghambatan transportasi air, dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, akibatnya dapat menghambat pertumbuhan tinggi tanaman.

Pangaribuan (2001), jumlah daun merupakan sifat genetik dari tanaman kelapa sawit dan juga tergantung pada umur tanaman.

Perlakuan suspensi *T. virens* endofit memiliki rerata jumlah daun cenderung lebih banyak yaitu 6 helai. Hal ini dapat disebabkan karena adanya senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan berupa IAA yang dihasilkan dari sel hidup jamur *T. virens* endofit yang berperan dalam pertumbuhan tanaman, dan dihubungkan dengan populasi jamur *T. virens* endofit setelah dihitung kerapatan spora $17,5 \times 10^5$ cfu/ml pada tingkat pengenceran 10^{-6} dalam jumlah banyak. Sesuai dengan pendapat (Castro *et al.* 2009) yang mengemukakan bahwa *T. virens* adalah kompetitor ruang tumbuh yang sangat baik, pertumbuhannya yang sangat cepat dapat mengkolonisasi dan tumbuh berasosiasi dengan baik pada perakaran tanaman, serta secara signifikan

meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan jumlah daun tanaman.

Perlakuan supernatan *T. virens* memiliki jumlah daun sebanyak 5.8 helai, dan telah mencapai dengan standar pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 5 bulan (Lampiran 2). Pertumbuhan jumlah

Diameter Batang (cm)

Tabel 7. Rerata diameter tanaman (cm) setelah pemberian agens penginduksi *Trichoderma virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	1,22 b
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	1,33 a
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	1,26 ab

Ket: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5 %.

Tabel 7 menunjukkan bahwa diameter batang bibit kelapa sawit pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *T. virens* endofit, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan supernatan *T. virens* endofit. Perlakuan suspensi *T. virens* endofit cenderung memberikan pertambahan diameter batang yang lebih baik yaitu 1,33 cm. Hal ini menunjukkan bahwa *T. virens* mampu menghambat perkembangan patogen *Ganoderma* sp. untuk melakukan penetrasi ke akar tanaman, juga memberikan pengaruh menguntungkan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman terutama pertambahan diameter batang melalui perannya sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) dengan menghasilkan senyawa hormon tumbuh seperti IAA.

Puspita *et al.* (2016) isolat *T. virens* endofit asal jaringan kelapa sawit mampu menghasilkan hormon IAA yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan pada tanaman. IAA berperan dalam aspek

Volume Akar (ml)

Tabel 8. Rerata volume akar (ml) setelah pemberian agens penginduksi *T. virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	6,3 b
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	9,9 a
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	9,6 a

daun juga erat kaitannya dengan tinggi tanaman, batang tanaman tersusun dari ruas yang merentang diantara buku-buku batang tempat melekatnya daun, dan jumlah buku sama dengan jumlah daun (Gardner *et al.*, 1991).

pertumbuhan dan perkembangan tanaman yaitu pembesaran sel pada koleoptil atau batang sehingga dapat meningkatkan diameter batang.

Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki diameter batang lebih kecil yaitu 1,22 cm, hal ini diduga karena tidak adanya sel hidup jamur *T. virens* yang dapat meningkatkan perkembangan akar tanaman sehingga kurang tersedianya nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jumin (1992) batang merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman khususnya pada tanaman yang lebih muda sehingga dengan adanya unsur hara dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman diantaranya pembentukan klorofil pada daun sehingga akan memacu laju fotosintesis. Fotosintesis ditentukan dengan jumlah laju fotosintat yang dihasilkan, jika unsur hara yang tersedia sedikit maka jumlah fotosintat yang dihasilkan juga sedikit sehingga pertambahan diameter batang sedikit.

Ket: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5 %.

Tabel 8 menunjukkan bahwa volume akar kelapa sawit pada perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berbeda nyata dengan tanpa bahan penginduksi. Perlakuan suspensi *T. virens* endofit cenderung lebih besar dalam meningkatkan volume akar yaitu 9,8, dibandingkan dengan tanpa pemberian agens penginduksi yaitu 6,2. Hal ini diduga karena pemberian suspensi *T.virens* endofit dalam bentuk sel hidup jamur *T. virens* berperan sebagai PGPF yang mampu mengkoloni daerah perakaran sehingga mampu menekan perkembangan jamur *Ganoderma* sp. selain itu sel hidup dapat menginduksi ketahanan tanaman melalui pembentukan senyawa asam salisilat. Senyawa asam salisilat yang terbentuk berhubungan dengan hormon pertumbuhan tanaman salah satunya IAA.

IAA yang dihasilkan dari *T. virens* merupakan salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan laju pertumbuhan akar, seperti pemanjangan akar primer serta perbanyakkan akar lateral dan akar adventif yang merupakan keuntungan bagi suatu bibit dalam meningkatkan kemampuannya untuk lebih merikat pada

Rasio Tajuk dan Akar

Tabel 9. Rerata rasio tajuk dan akar setelah pemberian agens penginduksi *T. virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	1,39
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	1,43
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	1,42

Tabel 9 menunjukkan bahwa rerata rasio tajuk dan akar bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Rasio tajuk dan akar pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan suspensi *T. virens* endofit memiliki rasio tajuk dan

tanah, menyerap air, serta nutrisi dari lingkungan sehingga tanaman tersebut dapat bertahan dan berkembang (Tarabily *et al.* 2003 dalam Selian, 2010). Puspita *et al.* (2016) isolat *T. virens* endofit menghasilkan hormone IAA yang berkisar 69,500-70,33 μ M yang berperan dalam pemanjangan sel-sel akar yang menyebabkan serapan hara meningkat.

Volume akar yang tinggi pada perlakuan bahan penginduksi juga berhubungan dengan intensitas serangan penyakit. Intensitas serangan penyakit yang rendah (Tabel 2) menyebabkan pertumbuhan akar lebih bagus dibanding perlakuan yang intensitasnya tinggi, selanjutnya dapat meningkatkan laju pertumbuhan akar, seperti pemanjangan akar primer serta perbanyakkan akar lateral dan akar adventif sehingga dapat meningkatkan volume akar. Vasudevan *et al.* (2002) melaporkan bahwa panjang akar pada varietas padi IR 24, IR 50, dan Joythi berturut-turut sebesar 47.82; 46.95; dan 44.02% meningkat setelah pemberian jamur endofit. Penyerapan nutrisi akan lebih banyak dan pertumbuhan tanaman akan lebih baik, lebih vigor dan lebih tahan penyakit.

akar yang lebih tinggi yaitu 1,43. Hal ini diduga pemberian *T. virens* endofit dalam bentuk suspensi mengandung sel hidup jamur *T. virens* pada medium tumbuh bibit kelapa sawit sehingga pada medium tersebut terdapat *T. virens* yang mampu meningkatkan laju pertumbuhan akar, seperti pemanjangan akar primer serta perbanyakkan akar lateral dan akar adventif sehingga mudah dalam menyerap air. Hal ini sejalan dengan hasil jumlah daun

(Tabel 6), dan volume akar (Tabel 8), dimana jumlah daun dan volume akar yang dihasilkan lebih tinggi pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit.

Akibatnya pertumbuhan akar bibit akan lebih baik dan selanjutnya akan mendorong pertumbuhan tajuk bibit yang juga baik. Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa perbandingan atau rasio tajuk akar mempunyai pengertian bahwa pertumbuhan satu bagian tanaman diikuti dengan pertumbuhan bagian tanaman lainnya dan berat akar tinggi akan diikuti dengan peningkatan berat tajuk.

Menurut Sutanto (2002), *Trichoderma* merupakan mikroba tanah yang mempunyai peran dalam kesuburan tanah, dan membuat hara tersedia bagi tanaman (efek tidak langsung). *Trichoderma* sp. yang tumbuh didalam tanah dapat melarutkan berbagai nutrisi dalam tanah seperti *Rock Phosphate*, Fe, Cu⁺², Mn⁺⁴, dan Zn sehingga dapat lebih tersedia bagi tanaman (Harman *et al.*, 2004). Ketersediaan hara sangat mempengaruhi proses fotosintesis dan pembentukan jaringan baik tajuk serta akar.

Berat Kering Bibit (gram)

Tabel 10. Rerata berat kering (gram) setelah pemberian agens penginduksi *T. virens* endofit

Perlakuan	Rerata
Tanpa <i>T. virens</i> endofit	4,0
Suspensi <i>T. virens</i> endofit	4,9
Supernatan <i>T. virens</i> endofit	4,2

Tabel 10 menunjukkan bahwa berat kering bibit kelapa sawit dengan perlakuan bahan penginduksi *T. virens* endofit berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit. Berat kering bibit pada perlakuan suspensi *T. virens* endofit lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan supernatan *T. virens* endofit dan tanpa *T. virens* endofit. Perlakuan suspensi *T. virens* endofit memiliki berat kering bibit yang lebih tinggi yaitu 4,9 gram. Hal

Perlakuan tanpa bahan penginduksi *T. virens* endofit memiliki rasio tajuk dan akar yang cenderung lebih rendah yaitu 1.39, dibandingkan perlakuan T2 (supernatan *T. virens* endofit) yang memiliki rasio tajuk dan akar yaitu 1.42. Rasio tajuk dan akar mencerminkan proses penyerapan unsur hara oleh akar tanaman yang akan ditranslokasikan keseluruh bagian tanaman. Perlakuan tanpa pemberian bahan penginduksi menunjukkan rasio tajuk dan akar terendah, hal ini dapat dihubungkan dengan intensitas penyakit yang tinggi (Tabel 2) sehingga *Ganoderma* sp. dapat menginfeksi perakaran bibit kelapa sawit, akibatnya akar tidak dapat berkembang normal, yang selanjutnya akan menimbulkan gejala awal klorosis pada daun diikuti dengan pertumbuhan jumlah daun lebih sedikit (Tabel 4) yang menyebabkan rasio tajuk dan akar rendah. Jamur endofit yang berasosiasi dengan tanaman dapat meningkatkan tinggi tajuk 33.09% dan panjang akar pada bibit padi sebesar 47.83% dibandingkan dengan kontrol (Vasudevan *et al.* 2002).

ini karena bahan penginduksi dalam bentuk suspensi mengandung sel hidup dari jamur *T. virens* endofit sehingga lebih cepat dalam melakukan kolonisasi daerah perakaran tananam, dan sejalan dengan hasil rasio tajuk dan akar (Tabel 9) dimana pada perlakuan dengan menggunakan suspensi *T. virens* endofit menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kontrol. Pada tanaman timun yang diinokulasi *Trichoderma* sp. diketahui adanya peningkatan pertumbuhan akar dan

bobot segar 2 kali dibandingkan dengan kontrol (Nederhoff, 2001).

Perlakuan suspensi *T. virens* endofit melalui peranannya sebagai PGPF menghasilkan hormon IAA yang dapat merangsang perakaran tanaman. Akar dapat berkembang dengan baik diikuti penyerapan hara yang juga baik, hasil serapan hara tersebut ditranslokasikan keseluruh bagian tanaman dan dimanfaatkan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama bagian tajuk tanaman untuk membantu dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan jumlah fotosintat yang banyak. Penumpukan hasil fotosintat ini akan mempengaruhi peningkatan berat kering bibit (Gardner *et al.*, 1991).

Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk supernatan *T. virens* endofit memiliki berat kering yang lebih baik dibandingkan tanpa bahan penginduksi yaitu 4,2 gram. Hal tersebut diduga pada perlakuan supernatan berupa metabolit sekunder *T. virens* endofit mampu diserap kecambah kelapa sawit dengan baik, selanjutnya ditranslokasikan ke seluruh bagian bibit, sehingga dapat menghambat perkembangan *Ganoderma* sp. untuk melakukan penetrasi ke akar tanaman. Sesuai dengan hasil pengamatan volume akar (Tabel 8) yang menunjukkan hasil yang lebih baik, sehingga apabila perakaran tanaman baik diharapkan perumbuhan bagian tajuk tanaman juga baik yang dapat meningkatkan berat kering tanaman. Hasil penelitian Naim (2004) melaporkan adanya penyuntikan supernatan jamur antagonis dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder pada tanaman, seperti glikosida, saponin, dan tannin, yang ditranslokasi ke seluruh jaringan tanaman. bobot kering mencerminkan status nutrisi tanaman atau kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara (Lakitan 2004).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan bahan penginduksi yang berbeda hanya dapat memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, diameter batang, dan volume akar, serta memperlambat masa inkubasi, menurunkan intensitas penyakit, dan meningkatkan konsentrasi asam salisilat.
2. Perlakuan bahan penginduksi dalam bentuk suspensi *T. virens* endofit menunjukkan kemampuan lebih baik pada pengamatan tinggi tanaman, diameter batang, volume akar, dan cenderung lebih tinggi dalam memperlama masa inkubasi, memperkecil intensitas penyakit, dan meningkatkan konsentrasi asam salisilat pada daun bibit kelapa sawit.

Saran

Aplikasi *T. virens* endofit dipembibitan kelapa sawit dapat diberikan dalam bentuk suspensi sebanyak 35 ml/tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi. A. L. 2003. **Ilmu Penyakit Tumbuhan 1 Edisi Pertama**. Bayumedia Publishing dan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 137 Hal.
- Agrios G. N. 1997. **Plant Phythopathology. Fourth Edition**. Academic Press. New York.
- Barnet H. L. and B. B. Hunter. 1998. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth ed**. Burgess Publishing Company. Minneopolis. Minnesota.
- Chairul. 2003. **Identifikasi Secara Cepat Bahan Bioaktif Pada Tumbuhan**

- di Lapangan.** Berita Biologi 6 (4) : 621-628.
- CIBA-GEIGY. 1997. **Field Trial Manual Basle.** San Fransisco.
- Conrath U. Z., Chen J., Duener J., Hennig J. P., Shances C. H. Silva J. Recigliano, and D. F. Klessing, 1995. **The Salisilic Acid Signall For the Activation of Plant Disease Resistance.** Induction. Modification, (Eds). Modern Fungicides and Antifungal Compounds. Intercept Ltd, Andover. 27.29.
- Darmosarkoro W., Akiyat., Sugiyono., dan E.S. Sutarta. 2008. **Pembibitan Kelapa Sawit.** Pusat penelitian Kelapa Sawit. Medan, Indonesia.
- Dekker J. 1998. **Resistance.** Dalam: R. W. Marsh. 1977. **Systemic Fungicides.** Longman. New York: 176-197.
- Deverall B. J. 1982. **The Concept of phytoalexin.** dalam: J. A. Bailey dan J. W. Mansfield. 1982. **Phytoalexins.** Blackie. Glasgow dan Lodon. 334 p.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2011. **Statistik Perkebunan Indonesia 2010-2012.** Kelapa Sawit (Oil Palm). Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Djonovic S. 2005. **Role of Two Secreted Proteins From *Trichoderma virens* in Mycoparasitism and Induction of Plant Resistance.** Disertasi. Texas (US): UMI.
- Fauzi Y., Yustina E., Widyastuti., Satyawibawa I. Paeru, R. H. 2002. **Kelapa Sawit.** Varietas dan Ekologi Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Flood J., Hasan Y., Foster H. 2002. **Ganoderma Diseases of Oil Palm-an Interpretation.** From Bah Lias Research Station. Planter. 78 : 689-710.
- Fuchs, J.G, Y. Moenne-locco and G. Devago. 1997. **Non pathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 induces resistance to fusarium wilt in tomato.** Journal Plant Disease, volume 81; 492-496.
- Gardner F. P. and R. P. Brent. 1991. **Fisiologi Tanaman Budidaya.** Diterjemahkan oleh Herawati Susilo. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Guest, D. 2007. **Black Pod.** Diverse Pathogens with A Global Impact on Cocoa Yield. Phytopathol. 97:1650-1653.
- Hammond K. E and Jones J. D. 1996. **Resistance Gene-Dependent Plant Defence Respons.**
- Hanson L. E., Howel C.R. 2004. **Elicitors of Plant Defense Responses Elisitor Respon Biocontrol Strains of *Trichoderma virens*.** Phytopathology, 94 (2): 171-176.
- Harman G. E., Howell C. R., Viterbo A, Chet I, Lorito M. 2004. ***Trichoderma* Species Opportunistic.** Avirulent Plant Symbionts. USA
- Harwitz, A. 2003. **TmKA. A Mitogen Activated Protein Kinase of *T. virens*, is Involved in Biocontrol Properties and Repression of Conidiation in the Dark.** <http://ec.asm.org/content/abstract/2/3/446>. (Diakses pada tanggal 15 November 2015).
- Jumin H. B. 1992. **Ekologi Tanaman.** Rajawali. Jakarta.
- Kiswayanto J. H. Purwanta, B. Wijayanto, 2008. **Teknologi Budidaya Kelapa Sawit.** Agroinovasi. Jakarta. ISBN: 978-979-1415-32-3.
- Kubicek C., Harman G. E. 1998. ***Trichoderma dan Gliocladium.*** Volume 1 Basid Biology, Taxonomy and Genetis. Taylor dan Francus Ltd.
- Kuc.1883. **Induced Systemic Resistance in Plants to Diseases Caused by Fungi and Bacteria.** Dalam: J. A. Bailey dan B. J. Deverall (Eds.) 1983. **The Dynamic of Host**

- Defence.** Acad Press. Sydney: 191-215.
- Lakitan B. 2004. **Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan.** Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lubis A. U. 2000. **Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).** Teknik Budidaya Tanaman. Sinar. Medan.
- Lumyong S., P. Lumyong and K. D. Hyde, 2004. **Endophytes.** In Jones, E. B. G., M. Tantichareon and K. D. Hyde (Ed.), **Thai Fungal Diversity.** Published by BIOTEC Thailand and Biodiversity Research and Training Program (BRTI/TRF. Biotec). 197 – 212.
- Misaghi I. J. 1982. **Physiology and Biochemistry of Plant-Pathogen Interaction.** Plenum Press. New York.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). 2003. **Budidaya Kelapa Sawit.** Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Puspita F., dan T. T Nugroho. 2016. **Karakterisasi Molekuler *Trichoderma* spp. Endofit dan Potensinya Sebagai AntiFungi Jamur *Ganoderma boninense* Pat. Dan Pemacu Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit.** Laporan Tahunan Penelitian Fundamental. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Radu S., and C. Y. Kqueen. 2002. **Preliminary Screenittg of Endophytic Fungi From Medicinal Plants in Malaysia For Antimicrobial and Antifumor Activity.** Malaysia Journal of Medical Sciences, Volume 9 (2): 23-33.
- Selian R. D. 2010. **Efektifitas Dosis Dan Waktu Aplikasi *Trichoderma virens* Terhadap Serangan *Sclerotium Rolfsii* Pada Kedelai.** Skripsi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Darussalam. Banda Aceh. (Tidak dipublikasikan).
- Semangun H. 2008. **Penyakit-Penyait Tanaman Perkebunan di Indonesia.** Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sinaga M. S. 2003. **Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan.** Penebar Swadaya. Yogyakarta.
- Sriwati R. 2012. **The Use of *Trichoderma* for Management of Cacao Diseases by Field Application and Development of Organic Compost.** Fellowship Report. Aceh..
- Sudantha, I. M. dan A. L. Abadi. 2006. **Biodiversitas Jamur Endofit Pada Vanili (*Vanilla Planifolia Andrews*) dan Potensinya Untuk Meningkatkan Ketahanan Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang.** Laporan Kemajuan Penelitian Fundamenatal DP3M DIKTI. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram.
- Susanto L. R. F. Rahayuniati. 2009. **Pengimbasan Ketahanan Bibit Pisang Ambon Kuning Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Dengan Beberapa Jamur Antagonis.** Jurnal HPT Tropika, volume 9 (2) : 130 – 140.
- Tarabily K., A. H. 2003. **Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung.** Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 128 – 143.