

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nenas

Nenas merupakan tanaman buah yang berupa semak dari famili Bromeliaceae, termasuk tanaman hortikultura yang sangat cocok dibudidayakan di daerah tropis yang cukup banyak turun hujan. Tanaman ini tidak tumbuh baik pada daerah kering atau pada lahan yang airnya tergenang. Di Indonesia hampir semua daerah tanaman nenas dapat dibudidayakan (Haryanto dan Hendarto, 1996).

Klasifikasi tanaman nenas menurut (Haryanto dan Hendarto, 1996). Kingdom; Plantae (tumbuh-tumbuhan), Divisi: Spermatophyta (tumbuhan berbiji), Kelas: Angiospermae (berbiji tertutup), Ordo; Bromeliales, Famili; Bromeliaceae, Genus; *Ananas*, Spesies; *Ananas comosus* L.

Tanaman nenas dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi 1.200 m dari permukaan laut (dpl). Tanaman ini tahan terhadap kekeringan dan buahnya peka terhadap sinar matahari (mudah terbakar). Walaupun demikian, tanaman ini lebih senang terhadap tanah yang subur, daerah yang beriklim basah dengan curah hujan 1.000 - 2.500 mm per tahun. Tanaman dapat tumbuh pada tanah masam yang mempunyai pH 3-5, tetapi lebih baik pada pH antara 5,0-6,5. Berdasarkan hal di atas tanaman nenas baik dikembangkan di lahan gambut, daerah yang beriklim kering (4-6) bulan kering tanaman nenas masih mampu berbuah asalkan kedalaman air tanah antara 50-150 cm, Sunarjono, (2003).

Menurut Haryanto dan Hendarto, (1996). Tanaman nenas hanya menghasilkan satu buah pada satu masa panen. Apabila buah telah dipetik maka

tanaman akan dapat berbuah lagi tetapi buah tidak akan muncul pada pokok tanaman semula. Buah pada periode berikutnya akan muncul pada tanaman baru yang merupakan anakan dari tanaman nenas tersebut.

2.2. Mikroorganisme Rizosfir dan Peranannya Sebagai Antagonis

Mikroorganisme rizosfir merupakan mikroorganisme yang berada di daerah permukaan akar dan daerah sekitar perakaran di dalam tanah, mikroorganisme ini dapat juga bersifat patogenik dan non patogenik terhadap tanaman. Mikroorganisme non patogenik bersifat saprofit atau antagonis yang secara umum menguntungkan bagi tanaman. Mikroorganisme rizosfir yang bersifat patogenik terhadap tanaman pada umumnya adalah patogen terbawa tanah (*soil borne pathogen*) antara lain: *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp, *Rhizoctonia* sp dan *Pseudomonas* sp. (Chester, 1950 dalam Elfina, 1990).

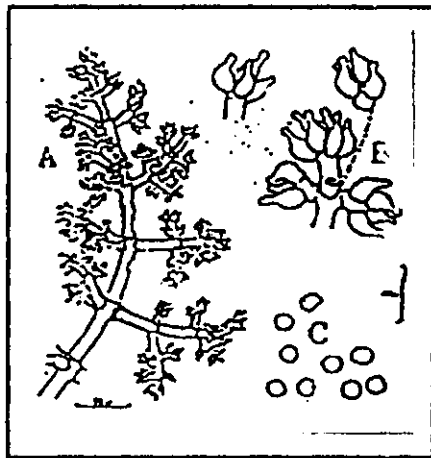
Mikroorganisme rizosfir yang non patogenik yaitu; *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, *Penicillium* sp, *Rhizobium* sp, *Azospirillum* sp dan *Aspergillus* sp. Mikroorganisme rizosfir non patogenik ada yang berperan sebagai antagonis yaitu mampu menghambat pertumbuhan jamur lain yang bersifat merugikan tumbuhan, antara lain: *Trichoderma* sp, *Gliocladium* sp, (Isnaini, 1987). Akibat adanya persaingan dalam hal nutrisi dan tempat tumbuh, antibiosis dan perusakan dinding sel patogen karena hifa dari *Trichoderma* sp mampu menembus dinding sel dengan bantuan enzim kitinase, sehingga dapat membunuh dan menghambat perkembangan jamur patogen. (IPTEK, 2003).

Trichoderma spp. Merupakan salah satu jamur tanah yang termasuk Divisi Eumycota. Sub divisi Deuteromycotina (Agrios, 1997). Klas Deuteromycetes,

Ordo Monilales dan Family Moniliaceae, sedangkan bentuk sempurnanya termasuk Ascomycetes dan Genus *Hypocrea* (Alexopoulos dan Mims, 1979). Menurut Rifai (1969), spesies dari Genus *Trichoderma* spp terdiri atas sembilan spesies, sifat-sifatnya adalah sebagai berikut :

1. *Trichoderma Piluliferum*

T. Piluliferum hifanya hialin, bercabang banyak, bersepta, berdiameter 10 μm dan tidak adanya perpanjangan hifa steril. Koloni berwarna putih atau hijau kenutihan sampai hijau. Konidiofor panjang dan tebal, bercabang banyak, (Gambar 1A). Pada ujung konidiofor terdapat fialid yang bergerombol, pendek dan gemuk berukuran 4,5 – 6,5 x 2,8 – 3,5 μm (Gambar 1B). Konidia hialin dengan bentuk bulat atau membulat dengan diameter 2,5 – 3,5 μm (Gambar 1C), (Rifai, 1969).

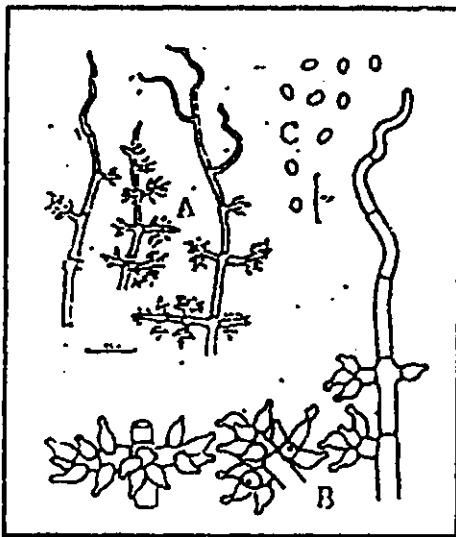


Gambar 1. Struktur morfologi *T. Piluliferum*
A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
(Sumber ; Rifai 1969)

2. *Trichoderma Polysporum*

T. Polysporum koloninya dalam medium agak berwarna putih, selanjutnya berubah jadi hijau kekuningan. Miselium tumbuh agak jarang hifanya bercabang,

hialin dan bersepta dengan diameter $1,8 - 10 \mu\text{m}$. Pada ujung hifanya berpilin, bengkok atau berbentuk cambuk. Konidiofor tumbuh tidak beraturan dan sangat rapat sehingga membentuk sebaran kelompok yang kompak (Gambar 2A). Fialid berukuran $4 - 6,5 \times 3 - 3,5 \mu\text{m}$, pendek, berkelompok dan hampir menyerupai buah pear dengan bagian atas dan tengah agak lebih besar dari bagian dasar, sedangkan bagian lehernya runcing seperti kerucut (Gambar 2B). Konidia tidak berwarna berbentuk ellips sampai bulat dengan dinding rata, dari berukuran $2,8 - 3,7 \times 1,8 - 2 \mu\text{m}$ (Gambar 2C), (Rifai, 1969).

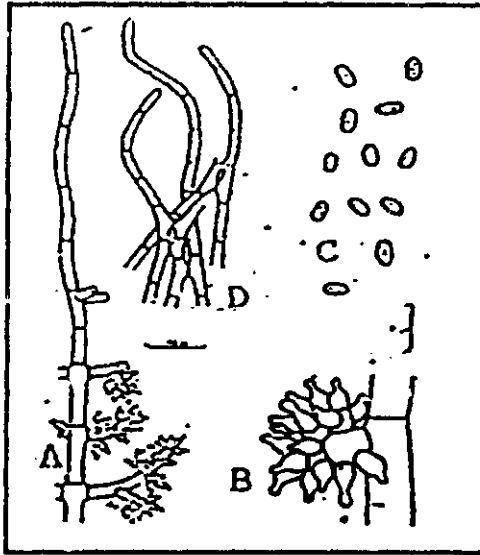


Gambar 2. Struktur morfologi *T. Polysforum*
A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
(Sumber ; Rifai 1969)

3. *Trichoderma Hamatum*

T. Hamatum koloninya bervariasi dari putih atau hijau keabu-abuan. Hifa hialin, berdinding halus, bercabang, bersepta dengan diameter hifa $2 - 9 \mu\text{m}$, adanya perpanjangan hifa steril, perpanjangan hifa steril ini kebanyakan pendek dan tebal. Konidiofor panjang, tipis dan bercabang (Gambar 2A), cabang konidiofornya pendek dan tipis. Pada ujung konidiofor atau perpanjangan hifa

steril (Gambar 3D), terdapat 2 – 5 fialid yang bentuknya seperti buah pear dan pendek (Gambar 3B), yang dapat menghasilkan konidia. Konidia sub silindris berbentuk ellips berwarna hijau pucat, dengan ukuran $3,8 - x 2,2 - 2,8 \mu m$ (Gambar 3C), (Rifai, 1969).

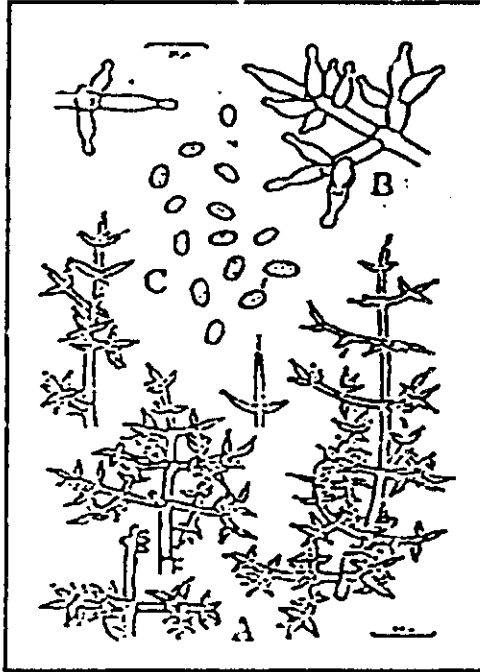


Gambar 3. Struktur morfologi *T. hamatum*
A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
(Sumber ; Rifai 1969)

4. *Trichoderma koningii*

T. koningii hifanya hialin, bercabang banyak, bersepta dan berdinding halus dengan diameter hifa $2 - 10 \mu m$, warna koloni berubah-ubah dari putih, karena pembentukan konidia menjadi putih kehijauan, putih kehijauan hingga hijau gelap. Konidiofor juga bercabang banyak dengan kerangka berbentuk kerucut atau limas yang tersusun kompak dengan zona berbentuk cincin (Gambar 4A). Pada ujung-ujung konidiofor terdapat lima fialid yang berbentuk peniti, kadang-kadang tunggal dan tidak tetap jumlahnya, fialid berukuran $7,5 - 12 x 2,5 - 3,5 \mu m$ (Gambar 4B). Pada ujung fialid terdapat konidia yang berbentuk ellips

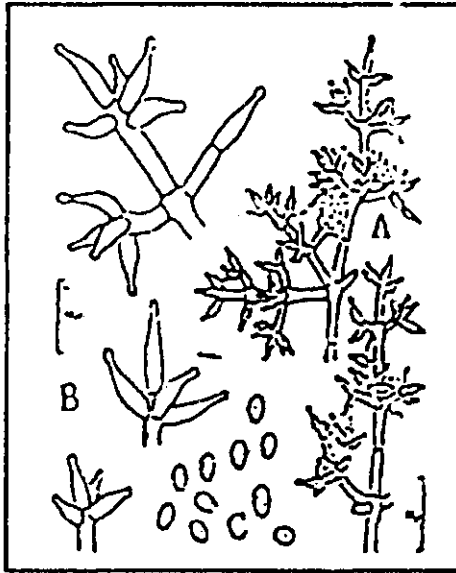
atau membujur dan sering bersudut dengan ukuran $3,0 - 4,8 \times 1,9 - 2,8 \mu\text{m}$ (Gambar 4C). (Rifai, 1969).



Gambar 4. Struktur morfologi *T. koningii*
A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
(Sumber ; Rifai 1969)

5. *Trichoderma aureoviride*

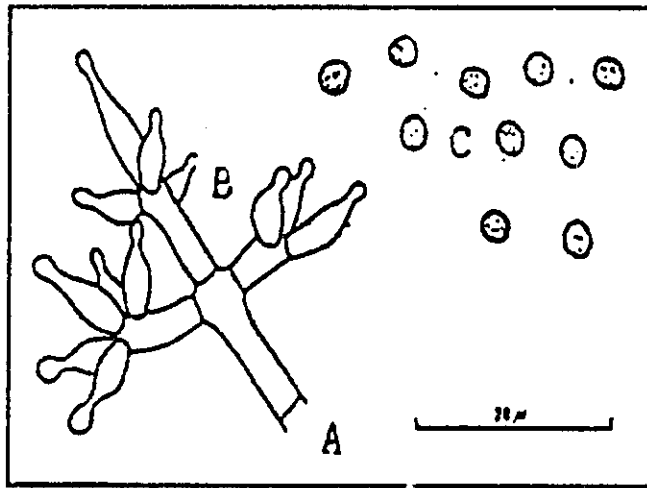
T. aureoviride koloninya dalam medium mempunyai pertumbuhan yang kompak, berwarna kehijauan. Hifanya bercabang, berdinding tipis, bersepta dan tidak berwarna, berdiameter $1,5 - 1,8 \mu\text{m}$. Konidiofor bercabang seperti pohon (Gambar 5A). Pada ujung konidiofornya ditemukan fialid. Fialidnya panjang, berukuran $7 - 14 \times 2 - 2,5 \mu\text{m}$, bentuknya seperti botol asimetris, berjumlah 3 atau 4 atau lebih secara beraturan (Gambar 5B). Konidianya obvoid dan kadang-kadang ellips, berdinding halus berukuran $3,0 - 4,8 \times 2,0 - 3,0 \mu\text{m}$, berwarna hijau kekuningan (Gambar 5C), (Rifai, 1969).



Gambar 5. Struktur morfologi *T. aureoviride*
 A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
 (Sumber ; Rifai 1969)

6. *Trichoderma harzianum*

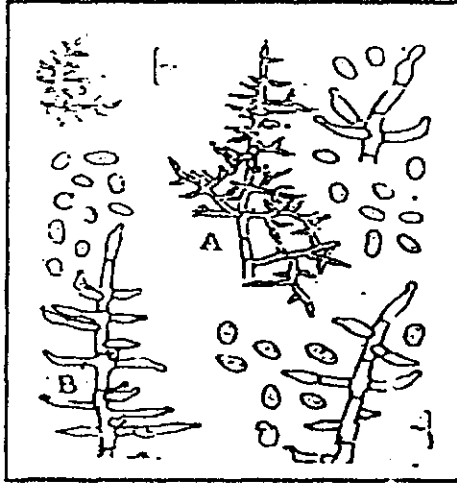
Koloni *T. harzianum* dalam medium buatan tumbuh dengan cepat dan membentuk daerah melingkar yang berwarna hijau terang sampai gelap (Barnet dan Hunter, 1972). Hifa bersepta, dindingnya licin, ukurannya 1,5 – 12 μm . Percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama, konidiofor membentuk suatu kelompok yang agak lonjong kemudian berkembang membentuk daerah seperti cincin (Rifai, 1969). Hifa tegak dan bercabang banyak (Gambar 6A) (Barnet dan Hunter, 1972). Pada ujung konidiofornya terbentuk fialid yang berjumlah satu sampai lima. Berbentuk pendek dengan kedua ujungnya meruncing dibandingkan dengan bagian tengahnya dan berukuran 5 – 7 x 3 – 3,5 μm (Gambar 6B). Konidia bulat obvoid pendek dengan ukuran 2,8 – 3,2 x 2,5 – 2,8 μm (Gambar 6C), (Rifai, 1969).



Gambar 6. Struktur morfologi *T. harzianum*
 A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
 (Sumber ; Rifai 1969)

7. *Trichoderma longibrachiatum*

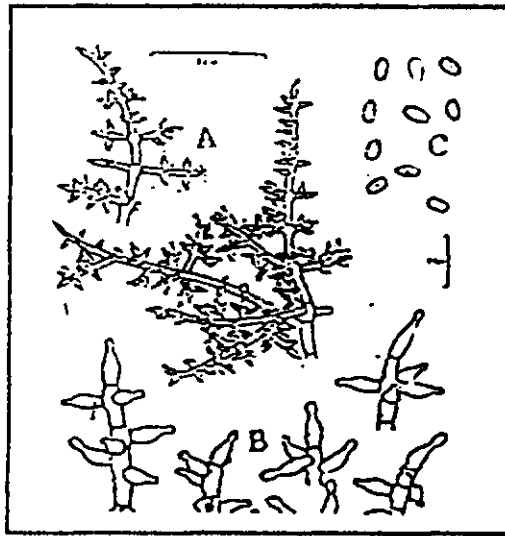
Pertumbuhan koloni *T. longibrachiatum* pada medium sangat cepat, halus, jarang, berwarna putih bening, hifanya bercabang, bersepta, berdinding halus, hialin, berdiameter 2 – 10 μm . Konidiofornya mempunyai percabangan yang sangat sederhana (Gambar 7A), ujung konidiofornya ditemukan fialid. Fialid tersusun secara lateral dan tidak beraturan, sering muncul sendiri (Gambar 7B). Konidia jamur ini besar dan panjang 7 μm , berwarna hijau dan kebanyakan berbentuk ellips (Gambar 7C), (Rifai, 1969).



Gambar 1. Struktur morfologi *T. longibrachiatum*
 A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
 (Sumber ; Rifai 1969)

8. *Trichoderma pseudokoningii*

Koloni *T. pseudokoningii* pada medium buatan tumbuh agak jarang, halus, warnanya berubah-ubah sesuai dengan perkembangan konidia dari putih, putih kehijauan sampai gelap dan dapat mengeluarkan pigmen kedalam medium sehingga koloni dapat berubah warnanya menjadi kekuningan. Miseliumnya tersusun oleh kumpulan hifa yang bercabang, bersepta, berdinding halus, tidak berwarna, berdiameter 1 – 10 μm . Konidiofor bercabang (Gambar 8A), dan pada ujung konidiofor terdapat fialid berbentuk "nine-pin-shaped", berukuran 5,5 – 8 x 2,7 – 3,5 μm (Gambar 8B). Konidianya lebih kecil, berwarna hijau pucat bentuknya kebanyakan ellips, berukuran 3,4 – 4,6 x 2 – 2,5 μm (Gambar 8C), (Rifai, 1969).

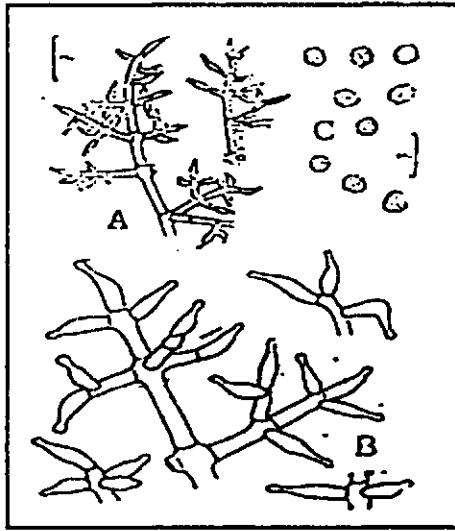


Gambar 8. Struktur morfologi *T. pseudokoningii*
 A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
 (Sumber ; Rifai 1969)

9. *Trichoderma viride*

T. viride mempunyai konidia yang berukuran $2,8 - 4,5 \mu\text{m}$ (Gambar 9C).

Konidiofor bentuknya tetap dan homogen, cabang utama konidiofor berukuran $4 - 5 \mu\text{m}$ dan membentuk cabang lateral yang tersebar secara tunggal. Cabang-cabang lateral tersebut berjumlah dua sampai tiga dan dapat berkelompok (Gambar 9A). Fialid tumbuh pada ujung konidiofor berjumlah dua sampai tiga buah, tapi dapat juga tumbuh satu-satu, berukuran $4 - 14 \times 2,4 - 3 \mu\text{m}$, kadang-kadang panjang fialid ini dapat mencapai $20 \mu\text{m}$ (Gambar 9B). Hifanya hialin, dinding selnya tipis, bersepta dan diameternya $1,5 - 2 \mu\text{m}$. Bentuk koloni mula-mula permukaan lembut bening, kemudian berkembang jadi bulu-bulu tipis yang jarang dan berwarna keputihan (Rifai, 1969).



Gambar 9. Struktur morfologi *T. viride*
 A = Konidiofor B = Fialid C = Konidia
 (Sumber ; Rifai 1969)

Mikroorganisme rizosfir yang bersifat non patogenik selain *Trichoderma* spp. ada juga *Aspergillus* sp yang mempunyai konidiofor tidak bercabang muncul dari sel kaki dan berakhir sebagai vesikel yang menyebabkan munculnya sterigmata berbentuk botol. Rantai-rantai konidia terbentuk pada sterigmata sekunder (cabang-cabang sterigma primer). Pada beberapa spesies, kepala sporanya berbentuk bola, pada spesies-spesies lain penataan sterigmatanya memberikan penampilan seperti kipas atau silinder. Bila dibentuk ada delapan askospora berbentuk bulat seperti sampai lonjong pada setiap askus. Askus-askus tersebut tertata secara tidak beraturan diseluruh peritesium. Sporanya berwarna-warni dan karena itulah kapang-kapang ini mempunyai warna khas masing-masing. (William dkk dalam Pelczar dkk, 1988).

Menurut CAB dalam Mulyadi, (2002). *Aspergillus* sp. ada beberapa spesies di antaranya; *Aspergillus flavus* Link; konidianya menyebar dengan kedua metula dan filid, konidia dari globose sampai sub globose, echinulate, biasanya berdiameter 3 - 6 μm . Sklerotia merah gelap sampai hitam dan berdiameter 400-700 μm . *Aspergillus niger* Tiegh, koloni jamur mempunyai ciri-ciri yaitu konidia hitam dengan miselium putih sampai kuning muda, kepala konidia berdiameter 500-600 μm . Konidia hitam, kebanyakan berdiameter 4 - 5 μm dan kasar. Menurut Hayden dalam Mulyadi, (2002), miselium basal adalah putih, agak padat, agak menonjol dengan sisi yang kasar, sedangkan pada permukaan adalah penutup warna hitam. Miselium pada awalnya putih atau agak abu-abu, kemudian kuning kotor pada pada cawan petri.

Mikroorganisme lain seperti; *Penicillium* sp. memiliki ciri-ciri; kapang hijau-biru, miselium menembus substrat. Hifanya bercabang-cabang dengan bebas dan berdinding tipis, serta mempunyai dua nukleus atau lebih. Pada beberapa spesies, miselium berkembang menjaui sklerotium. *Penicillium* sp berkembang biak secara aseksual dengan membentuk berkas konidia menyerupai sapu pada ujung-ujung konidiofora multiseluler. Terdapat dua puluh spesies atau lebih yang menghasilkan askokarp, mengakibatkan terbentuknya peridium pseudoparenkim pada yang lain. Menurut William dkk dalam Pelczar dkk, (1988), *Rhizobium* sp memiliki batang 0,5 - 0,9 μm x 1,2 - 3,0 μm . Pada umumnya pleomorfik dalam keadaan pertumbuhan yang kurang menguntungkan. Karena mengandung butiran poli- β -hidroksibutirat, pada pengamatan dengan mikroskop fase kontras, dengan berwarna hitam sudan D, dan larut dalam kloroform, bulat bersifat motil mempunyai dua sampai enam flagelum yang peritrikus dan sebuah flagel polar

atau subpolar yang tidak membentuk spora. Bagian tersebut secara khas mampu menembus rambut-rambut akar tanaman polong-polongan dan mengakibatkan pembentukan bintil akar, yang di dalamnya bakteri tersebut hidup sebagai simbion intraseluler.

Gliocladium sp; konidiofornya bercabang-cabang hialin dan ujungnya berongga, hifanya bersepta, bagian paling bawah bercabang-cabang dengan serabut kecil membentuk sebuah padatan “sikat” seperti dalam *Penicillium* sp; koloninya berwarna bening atau kebanyakan berwarna terang, bersel satu, secara berturut-turut dihasilkan pada ujung dan bersifat saprofit, biasanya berada di tanah. Gerusnya seperti *Penicillium* sp. Konidia hialin atau berwarna terang, bergerombol, memiliki satu sel apikal dan berhasil menghasilkan kumpulan tetesan lendir, (Barnet dan Hunter, 1972).

Bispora sp miselium berwarna gelap, konidiofornya gelap, pendek, bercabang sederhana. Konidia berwarna gelap, bentuknya memanjang sampai ellips, dua sel atau biasanya kurang dari tiga sel, bersekat dan sekatnya terlihat jelas, membentuk mata rantai, (Barnet dan Hunter, 1972).

Trichocladium sp konidiofornya pendek. Konidia berwarna gelap, bengkok satu sampai empat sekat. Bentuknya bulat telur sampai ellips atau memanjang, (Barnet dan Hunter, 1972).

Di dalam tanah terdapat banyak sekali bakteri dan jamur, tetapi beberapa di antaranya tidak aktif karena lingkungan yang terbatas seperti temperatur, airase dan penggunaan substrat untuk metabolisme dan pertumbuhan. Pada daerah perakaran terdapat eksudat yang dihasilkan oleh akar-akar tumbuhan seperti asam amino dan organik, karbohidrat, enzim dan gula lainnya, karena ada eksudat ini



maka menyebabkan kehidupan mikroba tanah di daerah perakaran terjamin nutrisinya (Soedarsono, 1981 dalam Elfina, 1999).

Mikroorganisme rizosfir dapat berperan sebagai antagonis terhadap patogen terbawa tanah. Menurut Istikorni (2002), mekanisme antagonisme meliputi (a) kompetisi nutrisi dalam jumlah terbatas tetapi diperlukan oleh OPT, (b) antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang lain oleh mikroorganisme dan berbahaya bagi OPT dan (c) predasi, hiperparasitisme, mikroparasitisme atau bentuk yang lain dari eksploitasi langsung terhadap OPT oleh mikroorganisme yang lain. Secara tidak langsung keberadaan mikroorganisme rizosfir sangat mempengaruhi perkembangan penyakit pada tanaman nenas (*Ananas comosus* L.) baik yang hidup sebagai saprofit, epifit, maupun parasit (Istikorni, 2002).

Interaksi *Trichoderma* spp terhadap jamur *Thielaviopsis paradoxa* diawali dengan pelilitan hifanya yang membentuk struktur seperti kait yang disebut haustorium, menusuk jamur *T. paradoxa*. (Anonimus, 2002). Miselium *Trichoderma* spp dalam melakukan penyerangan terhadap patogen, biasanya melilit hifa inangnya dengan lilitan spiral yang agak jarang. Bila pertumbuhan hifanya sejajar dengan pertumbuhan hifa inang, maka hifa *Trichoderma* spp akan menempel pada hifa inangnya dan membentuk suatu alat pengait. Selama pertumbuhannya *Trichoderma* spp menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler β (1,3) glukanasase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel patogen (Lewis dan Papavizas, 1980).



2.3. *Thielaviopsis paradoxa*

Jamur *T. paradoxa*, pada tanaman nenas dapat menyerang bagian batang, pangkal daun dan bibit. Kerugian terbesar pada nenas yang disebabkan oleh penyakit ini adalah pada buah setelah dipetik akibat cara pemanenan yang kurang baik. Penyakit ini menyebabkan daun bercak-bercak putih kekuningan atau coreng-coreng yang lebar dan pendek. Buah yang matang jika terinfeksi akan membusuk, berwarna kuning yang akhirnya berubah menjadi hitam, biasanya mulai dari pemotongan tangkai. Pembusukan ini mengeluarkan bau yang khas, pada pangkal bibit nenas dapat terjadi busuk lunak yang berwarna coklat. Pembusukan ini dapat meluas ke atas daun sebelum atau sesudah bibit dipindahkan ke lapangan yang disebabkan oleh jamur *Ceratocytis paradoxa* (Semangun, 2000).

Jamur *T. paradoxa* merupakan stadium tidak sempurna dari *C. paradoxa* jamur ini memiliki konidiofor tipis, keluar dari samping hifa, bersekat, hialin sampai coklat pucat sekali, panjangnya sampai 200 μm , meruncing ke ujung dan menghasilkan serangkaian konidium dari ujungnya yang terbuka. Konidium berbentuk tabung atau agak bulat telur setelah masak, hialin atau agak coklat, berdinding halus 6 - 24 (13) x 2 - 5,5 μm . Klamidiospora dibentuk di ujung (terminal), membentuk rantai, bulat telur berbalik sampai bulat telur, berdinding tebal, coklat, 10 - 25 x 7,5 - 20 μm . Pada stadium sempurna jika jamur membentuk peritesium yang tenggelam sebagian sampai seluruhnya, coklat muda, bulat, bergaris tengah 190 - 350 μm , mempunyai banyak rambut yang berbentuk bintang atau bercabang banyak, berwarna coklat, leher peritesium panjang, hitam, makin keujung makin coklat pucat, meruncing, sampai 1,4 mm, hifa ostiol hialin,

tegak atau agak condong. Askospora hialin, jorong, sering sisi-sisinya tidak sama lengkungannya, tidak bersekat, halus $7 - 10 \times 2,5 - 4 \mu\text{m}$ (Semangun, 2000).

Jamur *C. paradoxa* dapat menginfeksi melalui luka, baik luka karena pemotongan maupun karena penanganan yang kasar. Jamur ini disebarkan oleh angin atau hujan. (Semangun, 2000).

