

RHIZOCTONIA

LaWAN atau KawAN

Rhizoctonia dikenal sebagai patogen rebah semai atau *damping off* pada tanaman di persemaian, namun ternyata juga berfungsi sebagai pengendali penyakit (biokontrol) dan simbiosis mutualisme dari mikoriza pada tanaman anggrek (*orchid mycorrhizae*). *Rhizoctonia* sebagai patogen bersifat multinukleat (memiliki banyak inti) dan sebagai biokontrol/mikoriza bersifat binukleat (memiliki dua inti) atau lebih dikenal dengan *binucleate Rhizoctonia* (BNR).

Buku ini merupakan hasil penelitian tentang *Rhizoctonia* baik sebagai patogen, fungi mikoriza pada anggrek, dan juga agens pengendali hayati. Sehingga dapat memberikan pemahaman bagi mahasiswa pada khususnya maupun masyarakat akademis lainnya yang ingin mempelajari dan memahami *Rhizoctonia*. Didalam buku ini juga dijelaskan tentang karakteristik umum dan khusus dari *Rhizoctonia* baik yang bersifat multinukleat maupun binukleat, pengelompokannya berdasarkan kemampuan anastomosis grupnya, struktur dan anatomi inti, karakteristik hifa maupun sclerotium, struktur peloton, peranan *Rhizoctonia* selama siklus hidupnya dalam lingkungan ekosistem yang lebih luas. Pemahaman tentang teknik isolasi dan perbanyakan inokulum juga akan dijelaskan secara singkat untuk memudahkan pemahaman pembaca dengan disertai foto-foto yang dirangkum dari hasil penelitian penulis untuk membantu pembaca didalam memahaminya.

Buku ini merupakan kolaborasi dari dua penulis dibidang kehutanan dan pertanian yang telah terlibat dalam banyak penelitian-penelitian mikologi dan beberapa diantaranya adalah *Rhizoctonia* sebagai patogen, mikoriza fungi maupun sebagai agens biokontrol. Seperti kata pepatah tidak ada gading yang tak retak, maka penulis berharap banyak masukan dari para pembaca untuk penyusunan edisi berikutnya.



978602 746021

RHIZOCTONIA LAWAN atau KawAN
Buku ini merupakan kolaborasi dari dua penulis dibidang kehutanan dan pertanian yang telah terlibat dalam banyak penelitian-penelitian mikologi dan beberapa diantaranya adalah Rhizoctonia sebagai patogen, mikoriza fungi maupun sebagai agens biokontrol. Seperti kata pepatah tidak ada gading yang tak retak, maka penulis berharap banyak masukan dari para pembaca untuk penyusunan edisi berikutnya.



PENERBIT CV. SARNU UNTUNG

RHIZOCTONIA

LaWAN atau KawAN

Pemahaman tentang *Rhizoctonia*

dalam bidang kehutanan

berikut cara isolasi dan identifikasinya



Rosa Suryantini
R. Soelistijono

RHIZOCTONIA

LaWAnatauKawAN

Pemahaman tentang *Rhizoctonia* dalam bidang kehutanan dan pertanian berikut cara isolasi dan identifikasinya

Rosa Suryantini

R. Soelistijono



CV. SARNU UNTUNG Penerbit CV. SARNU UNTUNG

**RHIZOCTONIA LaWAN atau KawAN Pemahaman tentang
Rhizoctonia dalam bidang kehutanan berikut cara
isolasi dan identifikasinya**

Hak Cipta© Rosa Suryantini, R. Soelistijono 2021

Penulis:

Rosa Suryantini

R. Soelistijono ISBN : 978- 623-6766-33-0

Desain sampul dan ilustrasi:

Yahya Abdulloh

Penerbit: CV.

Sarnu Untung

Redaksi:

**Jalan R.Suprpto, Gg.Pringgondani, RT 07, RW 21,
Purwodadi-Grobogan, Jawa Tengah,58111**

No. HP 085726280111

Email: ntoeng87@yahoo.co.id

Anggota IKAPI (No. 146/JTE/2015)

Cetakan pertama, Januari 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang

**Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara**

Apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur yang dalam kepada Allah subhanahuwata'ala dalam segala ruang dan kesempatan. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada segenap pihak yang telah membantu penyelesaian buku ini, ucapan terimakasih juga diperuntukkan bagi keluarga besar Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura dan Fakultas Pertanian Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, khususnya Dekanat, Jurusan dan jajarannya yang memberikan kesempatan dan menyediakan segenap fasilitas dalam rangka penerbitan buku ini.

Penulis juga berterimakasih kepada dosen-dosen aktif maupun yang purna tugas di Universitas Gadjah Mada yang dengan segala kesabaran memberikan bimbingan dan berbagi ilmu pengetahuan selama menimba ilmu di lingkungan Universitas Gadjah Mada, mengenai penyakit tanaman, *Rhizoctonia* dan fungi pembentuk mikoriza, bahkan sampai detik ini masih setia berbagi ilmu, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Christanti Sumardiyono SU, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
2. Prof. Dr. Ir. SM. Widyastuti. M.Sc., yang dengan sabar membimbing mulai dari penulis tidak paham dengan dunia penyakit dan mikoriza sampai mengenal dan paham, memberikan ruangan untuk belajar di Laboratorium Perlindungan Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
3. Prof. Dr. Ir. Achmadi Priyatmojo, M.Sc., yang sabar memberikan keleluasaan berpikir tentang apa itu *Rhizoctonia* dan strain hipovirulen dan bantuan serta pendapat terutama juga setelah penulis menyelesaikan program S3.

4. Dr. Rina Sri Kasiamdari yang penuh kerendahan hati memberikan pemahaman tentang biologi fungi serta bersedia menjadi kolega dalam salah satu penelitian tentang *Rhizoctonia*.

Kepada teman-teman seperjuangan, Reine Suci Wulandari, S.Hut., MP, Nurhaida, S.Hut., M.Sc., Muflyhati, S.Hut., M.Sc., Herlina Darwati, S.Hut., MP., yang memberikan segala informasi mengenai grand riset, semangat untuk menulis dan banyak bantuan riil ataupun non riil baik sebagai tim riset maupun sebagai kolega di Fakultas Kehutanan UNTAN Pontianak.

Penulis juga berterimakasih kepada teman-teman dalam tim Mata Kuliah Perlindungan Hutan khususnya Dr. Ir. Wiwik Ekyastuti, M.Si. dan Mata kuliah Bioteknologi Prof. Dr. Ir. Abdurrani Muin, yang selalu menjadi figure meski tidak pernah menimba ilmu dalam lingkungan formal dari beliau, Dr. Ir. Hana Artuti, yang selalu berbagi dalam hal apapun, sebagai senior yang tidak kenal bosan memberikan arahan kepada juniornya.

Penulis
Pontianak, Desember 2020

KATA PENGANTAR

Fungi sebagai kingdom tersendiri dalam dunia organisme memiliki keragaman yang tinggi. Peranan fungi dalam ekosistem tidak saja pada satu peran tetapi bisa multi peran, salah satunya kelompok *Rhizoctonia* dan atau *Rhizoctonia*-like. *Rhizoctonia* dalam dunia ilmu penyakit tumbuhan termasuk perlindungan hutan dikenal sebagai patogen rebah semai atau *damping off*, namun ternyata juga memiliki peran lebih besar yaitu sebagai agens pengendali penyakit (biokontrol) dan simbiosis alami dari mikoriza pada anggrek.

Buku ini merupakan hasil penelitian yang dikemas dalam bentuk buku yang mudah dipahami dan hanya mengulas tentang fungi *Rhizoctonia* dari filum Basidiomycota. Buku ini dimaksudkan dapat memberikan pemahaman bagi mahasiswa pada khususnya yang ingin mempelajari dan memahami fungi *Rhizoctonia* maupun masyarakat akademis lainnya sebagai buku pengayaan ilmu pengetahuan. Buku ini merupakan kompilasi dari kajian perlindungan hutan khususnya penyakit tanaman dan bioteknologi pertanian, sehingga buku ini dapat menjadi buku tambahan bagi mahasiswa pertanian khususnya kehutanan dalam memahami penyakit yang disebabkan *Rhizoctonia* dan biokontrol termasuk mikoriza-anggrek pada anggrek hutan (sebagai plasma nutfah), yang menjadi ikon tanaman hias unggulan dan indikator kelestarian hutan.

Buku ini menjelaskan tentang karakteristik umum dan khusus dari *Rhizoctonia*, pengelompokannya berdasarkan kemampuan anastomosis dan jumlah inti sel dalam setiap sel hifa. Buku ini juga menjelaskan peranan *Rhizoctonia* selama siklus hidupnya dalam lingkungan ekosistem yang lebih luas. Pemahaman tentang teknik isolasi dan perbanyakan inokulum juga di jelaskan secara singkat untuk memudahkan pemahaman pembaca, serta penulis menyertakan foto-foto hasil penelitian untuk membantu dalam penjelasan per kalimat.

Penulis

Pontianak, Desember 2020

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xiv
PENDAHULUAN.....	1
KARAKTERISTIK RHIZOCTONIA	7
1..... <i>Rhizoctonia</i> sebagai Patogen.....	24
2..... <i>Rhizoctonia</i> sebagai sebagai Fungi Mikoriza-Anggrek.....	27
3..... <i>Rhizoctonia</i> sebagai Agens Pengendali Hayati	40
TEKNIK ISOLASI <i>RHIZOCTONIA</i>	Error! Bookmark not defined.
TANTANGAN MASA DEPAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
GLOSARIUM.....	Error! Bookmark not defined.
ASOSIASI RHIZOCTONIA DENGAN TANAMAN	
BIOGRAFI PENULIS.....	92

RHIZOCTONIA LaWAn atau KawAN

DAFTAR GAMBAR

1. Jumlah kematian semai *P. merkusii* akibat infeksi *R. solani* (Achmad et al. 1999)..... 1
2. Hubungan antara suhu dengan laju pertumbuhan *Rhizoctonia* spp. (Suryantini et al. 2012) 4
3. Pengaruh inokulasi *Rhizoctonia* hipovirulen terhadap penyakit rebah semai (*R. solani*)..... 6
4. Isolat *Rhizoctonia* spp. (tanda panah kuning: hifa udara; tanda panah hitam: lingkaran konsentris) (Soelistijono et al. 2011; Suryantini et al. 2011; Suryantini et al. 2015; Soelistijono et al. 2020)..... 7
5. Pembentukan dan perkembangan sklerotia isolat *Rhizoctonia*. A) Proses penggumpalan hifa membentuk sklerotia (Kareem and Hassan 2018); B) Gumpalan miselia; C) sklerotia (lingkaran kuning) (Suryantini et al. 2015) (X: jaring-jaring hifa; Y: Gumpalan miselia; Z: sklerotia muda; V: sklerotia tua)10
6. Tahap perkembangan sklerotia *R. solani* AG 1. A) Sklerotia pada ADK; B) Sklerotia menggunakan SEM; C) Struktur permukaan sklerotia (Kwon et al. 2014)..... 11
7. Karakteristik morfologi sklerotia pada media V8 (*V8 juice agar*), CA (*carrot decoction agar*), OA (*oatmeal agar*), ADK/PDA (*potato dextrose agar*), OA-YE (*oatmeal-yeast extract agar*), Czapek (*Czapek-Dox solution agar*), SDA (*Sabourauds agar*), Richard, MEA-peptone (*malt extractpeptone-dextrose agar*), MEA (5% *malt extract agar*) Wang et al. 2018..... 13
8. Percabangan hifa *Rhizoctonia* dengan sudut 90° pada akar: A) pinus (*Rhizoctonia* binukleat hipovirulen); B) *Appendiculata* (*Rhizoctonia* mikoriza) dan; C) *Spathoglottis plicata* (*Rhizoctonia* mikoriza) (Suryantini et al. 2011; Suryantini et al. 2015; Soelistijono et al. 2011)..... 15

9. Sel moniloid pada <i>Rhizoctonia</i> spp. yang diisolasi dari akar anggrek (Suryantini et al. 2015). Ukuran sel moniloid dalam mikrometer (μm) (D) (Kareem and Hassan 2018).....	16
10. Hifa <i>Rhizoctonia</i> (lingkaran kuning menunjukkan inti sel) (Suryantini et al. 2011).....	19
11. Reaksi anastomosis isolat <i>Rhizoctonia</i> : (a) tidak ada interaksi (C0) antara isolat 2 x isolat 3; (b) terjadi kontak hifa tanpa ada fusi (C1) antara isolat 1 x isolat 3; (c) terjadi fusi diikuti kematian sel (C2) antara isolate 3 x isolat 4; (d) terjadi fusi tanpa diikuti kematian sel (C3) antara isolat 1 x isolat 4 (bar = 10 μm) (Suryantini et al. 2011).....	22
12. Siklus penyakit <i>damping off</i> yang disebabkan <i>R. solani</i>	26
13. Gejala nekrosis pada A) tanaman herba muda, B) semai pinus sukulen, dan C) semai pinus lepas sukulen.....	28
14. Siklus hidup tumbuhan anggrek dan ketergantungannya terhadap fungi mikoriza-anggrek.....	30
15. Struktur mikoriza: A) ektomikoriza (panah kuning = mantel dan panah merah = jala hartig) (Ducousso et al. 2012); B) endomikoriza (panah kuning : arbuskul; panah merah : vesikel) (Pérez-Moreno et al. 2019).....	32
16. Peloton pada akar anggrek: A) <i>Dendrobium aphyllum</i> ; B) <i>Appendiculata</i> ; C) <i>B. becarii</i> ; D) <i>C. vestica</i> , (tanda panah merah mantel, tanda panah kuning peloton) (Suryantini et al. 2015; Soelistijono et al. 2020).....	33
17. Peloton pada akar <i>Gastrocilus calceolaris</i> (Hossain 2019).....	33
18. Orchid mikoriza (<i>Rhizoctonia</i> -akar anggrek): A) <i>Appendiculata</i> , B) <i>B. becarii</i> , C) <i>C. vestica</i> , D-F) koloni <i>Rhizoctonia</i> -like binukleat; G) koloni <i>Rhizoctonia</i> -like mikoriza pada <i>Lineale blue</i> (Suryantini et al. 2015; Soelistijono et al. 2020).....	34
19. Model transport nutrisi pada mikoriza-anggrek: A) sel akar anggrek yang terkolonisasi <i>Rhizoctonia</i> mikoriza (ditandai adanya peloton), pada kondisi tidak berlangsung fotosintesis, tanaman mengirim NH_4^+ sebagai nutrisi	

	<i>Rhizoctonia</i> . Tanaman mengirim carbon (C) ke <i>Rhizoctonia</i> mikoriza pada kondisi tanaman sedang berlangsung fotosintesis. Tanaman menerima nitrogen (N), fosfor (P) and C dari <i>Rhizoctonia</i> melewati melewati membran apoplast; B) dalam sel akar yang mengandung peloton tua, tanaman menerima N, P dan C sebagai hasil terdegradasinya peloton (Dearnaley and Cameron 2017).....	35
20.	Anggrek pada tahap tidak ada fotosintesis: A) protocorm dalam mikropropagasi; B) semai kecil (<u>Orchideenvermehrung Ederer 2020</u>).....	36
21.	Pengaruh inokulasi <i>Rhizoctonia</i> mikoriza pada <i>Dendrobium agregatum</i> (Soelistijono 2018, tidak dipublikasikan).....	38
22.	Pengaruh inokulasi fungi mikoriza dan <i>Fusarium</i> pada <i>Phalaenopsis amabilis</i> terhadap lebar daun (Soelistijono 2015).....	40
23.	Pengaruh interaksi fungi mikoriza dengan <i>Fusarium</i> pada <i>Phalaenopsis amabilis</i> terhadap lebar daun (Soelistijono 2015).....	41
24.	Gejala infeksi <i>Rhizoctonia</i> spp. pada beberapa semai: A) mentimun; B) tomat; C) jagung; D) cabai; E) pinus.....	43
25.	Fusi sempurna (lingkaran kuning) antara isolat <i>Rhizoctonia</i> A dan B (Suryantini et al. 2011).....	46
26.	Infeksi <i>Rhizoctonia</i> pada semai pinus: A) bantalan infeksi strain virulen; B) tidak terbentuknya bantalan infeksi strain hipovirulen (data tidak dipublikasikan).....	47
27.	Infeksi <i>Rhizoctonia</i> pada tanaman jagung: A) strain hipovirulen; B) strain virulen (data tidak dipublikasikan).....	48
28.	Mekanisme agens hayati <i>Rhizoctonia</i> hipovirulen: A) Persaingan antara <i>R. solani</i> (x) dengan <i>Rhizoctoni</i> hipovirulen (y) pada media ADK; B) tidak terjadi mikoparasitism antar <i>R. solani</i> dengan <i>Rhizoctonia</i> hipovirulen (Suryantini et al. 2012).....	50

29. Pengaruh <i>Rhizoctonia</i> hipovirulen dari kelompok binukleat (HBNR) terhadap tingkat keparahan penyakit <i>Fusarium</i> crown dan rot root pada tomat. A) Eksperimen 1, B) eksperimen 2, C) eksperimen 3, D) eksperimen 4 (Muslim et al. 2003).....	53
30. Pengaruh <i>Rhizoctonia</i> hipovirulen binukleat terhadap pathogen <i>R. solani</i> pada semai pinus. R= <i>R. solani</i> , MR = inokulasi <i>Lactarius</i> sp. dan <i>R. solani</i> , H ₉ R= inokulasi <i>R. solani</i> dan HBNR 9 hari setelah semai ditanam, H ₁₄ R= inokulasi <i>R. solani</i> dan HBNR 14 hari setelah semai ditanam, MH ₉ R = inokulasi <i>R. solani</i> , <i>Lactarius</i> sp. dan HBNR diinokulasi 9 hari setelah semai ditanam, MH ₁₄ R = inokulasi <i>R. solani</i> , <i>Lactarius</i> sp. dan HBNR diinokulasi 14 hari setelah semai ditanam (semai tusam ditanam berumur 11 hari setelah penaburan benih) (Suryantini et al. 2012).....	54
31. Famili virus yang diduga menginfeksi <i>R. solani</i> (Abdoulaye et al. 2019).....	56
32. Senyawa fenol sederhana (Kulbat 2016).....	57
33. Pembentukan fenol sederhana (asam sinamat) dari fenialanin (Kulbat 2016).....	58
34. Konsentrasi fenol total pada tanaman pinus.....	59
35. Potongan-potongan β -1,3-glucan yang berikatan (Chen and Kim 2009).....	60
36. Deposisi kalose dan akumulasi senyawa fenol pada <i>Arabidopsis thaliana</i> yang diinokulasi <i>Botrytis cinera</i> . A) deposisi kalose dan B) kontrol; C) akumulasi senyawa fenol dan D) kontrol (González et al. 2006).....	61
37. Deposisi kalose pada <i>Pinus merkusii</i> . A) control; B, C, D) semai diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> hipovirulen.....	62
38. Deposisi kalose dan akumulasi senyawa fenol pada <i>Arabidopsis thaliana</i> yang diinokulasi <i>Botrytis cinera</i> (González et al. 2006).....	63
39. Metode umpan jerami (tanda panah menunjukkan dugaan miselium <i>Rhizoctonia</i>).....	65
40. Metode <i>plant debris partikel</i> (diduga <i>Rhizoctonia</i>).....	66

41. Metode *dilution plate*..... 67

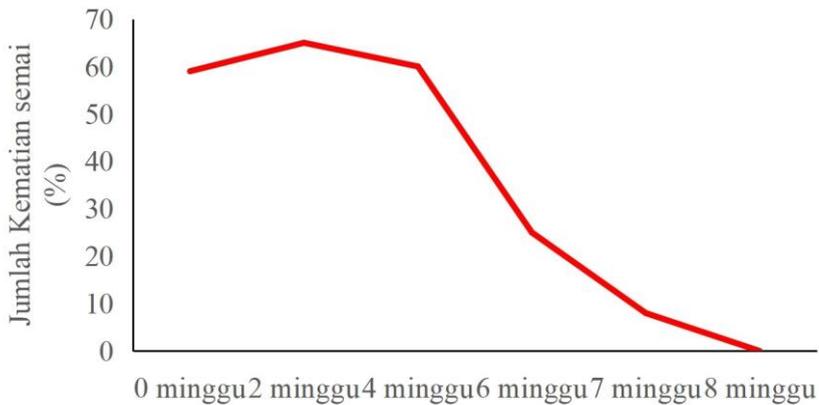
42. Potongan melintang akar anggrek. A-B) akar tidak bermikoriza (perbesaran 10 x dan 40 x); C-D) akar bermikoriza (perbesaran 10 x dan 40x) (tanda panah merah: peloton) (Suryantini et al. 2015).....	69
43. Isolasi <i>Rhizoctonia</i> mikoriza dari akar anggrek.....	70
44. Tingkatan trofik dalam piramida ekosistem.....	72
45. Kerusakan pohon <i>Acacia crassicarpa</i> akibat penyakit jamur upas (Suryantini and Soelistijono 2020).....	73
46. Anggrek endemik Kalimantan Barat. A) Anggrek mini atau <i>Dendrobium mucrovaginatum</i> (LIPI 2012)); B) Anggrek bercula atau <i>Malleola inflata</i> (LIPI 2013); C) <i>Coelogyne pandurata</i> Lindl (LIPI 2020).....	77
47. Produksi senyawa IAA (<i>indole acetic acid</i>) oleh fungi endofit pada sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i>).....	79
RHIZOCTONIA LaWAn atau KawAN	

DAFTAR TABEL

1. Sinopsis taksonomi Genus <i>Rhizoctonia</i> (antara genera teleomorph dengan anamorph) (González García et al. 2006).....	2
2. Isolat <i>Rhizoctonia</i> spp. pada media ADK (umr 7 hari) (Suryantini et al. 2015).....	14
3. Karakteristik <i>Rhizoctonia</i> pembentuk mikoriza anggrek (Soelistijono et al. 2011).....	18
4. Pengelompokan isolat <i>Rhizoctonia</i> berdasarkan jumlah inti sel.....	20
5. Klasifikasi reaksi anastomosis menurut (MacNish et al. 1994).....	21
6. Pengelompokan isolat <i>Rhizoctonia</i> dari tanah hutan tusam berdasarkan reaksi anastomosis (Suryantini et al. 2011).....	23
7. Virulensi <i>Rhizoctonia</i> spp. di beberapa tanaman.....	42
8. Skoring kategori serangan infeksi <i>Rhizoctonia</i>	44
9. Virulensi isolat <i>Rhizoctonia</i> berdasarkan nilai indeks keparahan penyakit (DSI) (Sneh et al. 2004).....	44
10. Intensitas kalose pada semai pinus (<i>P. merkusii</i>).....	62

PENDAHULUAN

Rhizoctonia, dalam dunia pertanian dan kehutanan, dikenal sebagai patogen yang menyerang tanaman herba atau tanaman muda (tingkat semai) melalui perakaran. Pada semai hutan seperti pinus, serangan *Rhizoctonia* bisa mencapai hampir 50% sehingga menyebabkan kegagalan pembibitan. Sumardi dan Widyastuti (2001) dalam Suryantini et al. (2012) melaporkan bahwa kematian semai pinus mencapai 1833.76% akibat penyakit rebah semai, yang salah satunya disebabkan *Rhizoctonia solani*. Kematian semai akibat infeksi *R. solani* bisa menjadi lebih tinggi dengan menurunnya umur semai. Hal ini dibuktikan oleh Achmad et al. (1999) dimana ketika umur semai 2 minggu kematian akibat infeksi *R. solani* mencapai 65%, kemudian menurun seiring meningkatnya umur tanaman (Tabel 1).



Gambar 1. Jumlah kematian semai *P. merkusii* akibat infeksi *R. solani* (Achmad et al. 1999).

Secara umum *Rhizoctonia* termasuk dalam filum Basidiomycota, kelas Agaricomycetes, ordo Cantharellales, keluarga *Ceratobasidioceae*,

genus *Rhizoctonia*. Sistematika kelompok *Rhizoctonia* masih didasarkan pada pengelompokan anastomosis (AG: *anastomosis group*) dan jumlah inti sel dalam setiap sel hifa. Sistematika kelompok ini cukup membingungkan sejak adanya tahap teleomorph (fase menghasilkan tahap seksual) dan anamorph (fase membentuk miselia steril/aseksual). Sejauh ini taksonomi *Rhizoctonia* baik pada tahap anamorph maupun teleomorph dapat dibuat seperti yang ditertera pada Tabel 1. (González García et al. 2006). Beberapa kelompok fungi yang memiliki kemiripan sifat dengan *Rhizoctonia* umumnya dikenal sebagai *Rhizoctonia*-like.

Tabel 1. Sinopsis taksonomi Genus *Rhizoctonia* (antara genera teleomorph dengan anamorph) (González García et al. 2006).

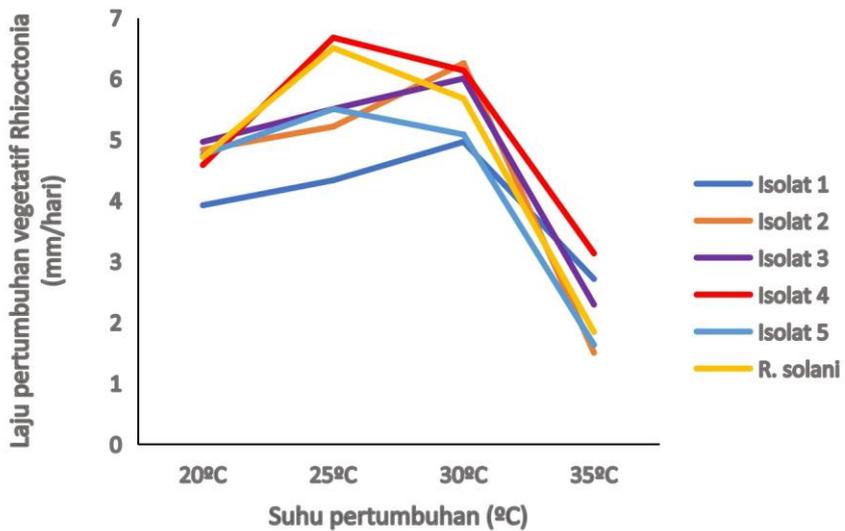
<u>Anamorph</u>	<u>species</u>	<u>Basionym</u>	<u>teleomorf</u>	<u>spesies</u>	<u>Basionym</u>
<i>Ascorhizoctonia</i> Yang & Korf.	<i>A. praecox</i> Yang & Korf.	<i>A. praecox</i> Yang & Korf.	<i>Tricharina</i> Eckblad	<i>T. gilva</i>	<i>T. gilva</i>
<i>Ceratorhiza</i> R.T. Moore	<i>C. goodyerae</i> <i>repentis</i> (Constantin) R.T. Moore	<i>Rhizoctonia</i> <i>a goodyerae</i> <i>-repentis</i>	<i>Ceratobasidium</i> D.P. Rogers	<i>C. calosporum</i> D.P. Rogers	<i>C. calosporum</i> D.P. Rogers,
<i>Chrysorhiza</i> Andersen & Stalpers	<i>C. zae</i> (Voorhees) Andersen & Stalpers	<i>R. zae</i> Voorhees	<i>Waitea</i> Warcup & Talbot	<i>W. circinata</i> Warcup & Talbot (Sin = <i>Chrysorhiza zae</i> Stalpers & Andersen)	<i>W. circinata</i> Warcup & Talbot
<i>Epulorhiza</i> R.T. Moore emend Andersen &	<i>E. repens</i> R.T. Moore emend R.T. Moore	<i>R. repens</i> Bernard	<i>Tulasnella</i> Schröeter	<i>T. violea</i> (Quél.) Bourd. & Galzin	<i>T. violea</i> (Quél.) Bourd. & Galzin

R.T. Moore	(Sin = <i>Tulasnella calospora</i> (Boud) Juel					
<i>Opadorhiza</i> Andersen & R.T. Moore	<i>O. globularis</i> (Saksena & Vartaja) Andersen & R.T. Moore (Sin = <i>Sebacina</i> sp.)	<i>R. globularis</i> Saksena & Vartaja	<i>Sebacina</i> Tul.	<i>S. vermifera</i> Oberwinkler	<i>S. vermifera</i> Oberwinkler	
<i>Moliniopsis</i> Ruhland. (Sin. = <i>Rhizoctonia</i> D.C.)	<i>M. aderholdii</i> Ruhland. (Sin = <i>Moliniopsis solani</i> (Kühn) R.T. Moore	<i>R. solani</i> J.G. Kühn	<i>Thanatephorus solani</i> Donk. (Sin = <i>Botryobasidium</i> Donk p.p.)	<i>T. cucumeris</i> (Frank) Donk	<i>Hypochnus cucumeris</i> Frank	
<i>Tanatothyrium</i> Nees.	<i>T. croccorum</i> (Pers.: Fr.) R.T. Moore	<i>Sclerotium croccorum</i> Pers.	<i>Helicobasidium</i> Pat.	<i>H. purpureum</i> Pat.	<i>H. purpureum</i> Pat.	

Tahap teleomorf ditentukan dengan menginduksi basidispورا, dan biasanya filum Basidiomycota dapat membentuk tubuh buah. Di daerah *temperate*, *R. solani* dapat membentuk tubuh buah sehingga pada tahap teleomorph bernama *Thanateporus cucumeris*. Terbentuknya tubuh buah pada Basidiomycota terjadi ketika suhu hangat dengan kelembaban tinggi, tetapi terbentuknya tubuh buah *T. cucumeris* tidak bisa diaplikasikan pada daerah tropis.

Suhu pertumbuhan *Rhizoctonia* relatif seragam, yaitu berkisar antara 10 °C – 35 °C, namun suhu optimal untuk pertumbuhan yang terbaik adalah 25 - 28 °C (Gambar 2). Adanya struktur khusus yaitu sklerotia, yang merupakan kumpulan sel-sel moniloid yang kompak dan masif, menyebabkan *Rhizoctonia* mampu bertahan dalam kondisi ekstrim. Hal ini

menjadi salah satu faktor *Rhizoctonia* memiliki kisaran inang luas dan terdistribusi secara luas.



Gambar 2. Hubungan antara suhu dengan laju pertumbuhan *Rhizoctonia* spp. (Suryantini *et al.* 2012).

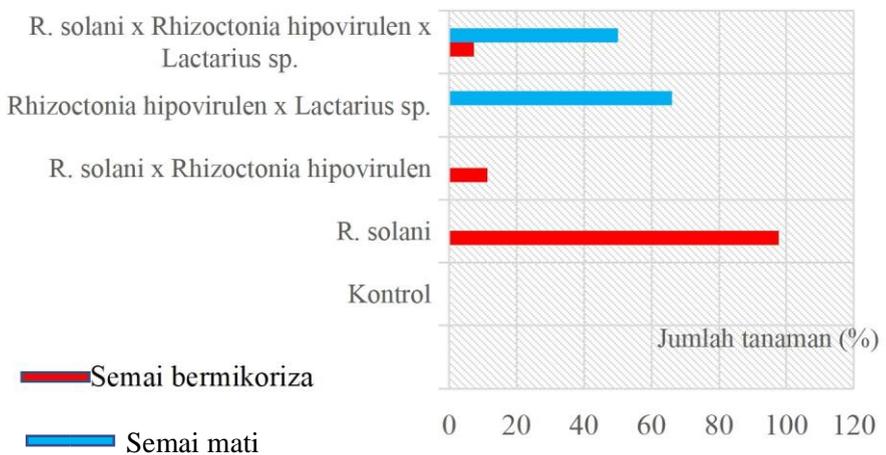
Selain dikenal sebagai salah satu patogen akar yang mematikan pada tanaman herba ataupun semai/bibit tanaman berkayu, *Rhizoctonia* juga dapat membantu penyerapan atau suplai hara, salah satunya P bagi tanaman. Hal ini terjadi ketika *Rhizoctonia* membentuk simbiosis mutualisme dengan akar anggrek atau keluarga vanili. Umumnya masyarakat mengenal fungi mikoriza dari kelompok *Glomus* dan Basidiomycota, namun fungi mikoriza pada anggrek atau yang dikenal mikoriza anggrek adalah fungi miselious *Rhizoctonia*. Hubungan antara *Rhizoctonia* dan anggrek bersifat spesifik, artinya bahwa *Rhizoctonia* sp.

yang membentuk mikoriza pada anggrek A belum tentu membentuk mikoriza pada anggrek B bahkan bisa jadi bersifat patogenik. Beberapa spesies *Rhizoctonia*-like binukleat yang membentuk mikoriza anggrek adalah *R. cerealis* (basionim *Ceratorhiza cerealis*), *R. ramicola* (basionim *C. ramicola*), *R. repens* (basionim *Epulorhiza repens*), *E. calendulina*, *R. globulis*, *Tulasnella* sp. (tahap teleomorphic), *R. solani* AG-6 and AG-12 dan *Waitea circinate* (basionim *R. orizae*) (Carling et al. 1999).

Sebagai fungi pembentuk mikoriza, *Rhizoctonia* tidak hanya mentransfer ion-ion nutrisi bagi tanaman, tetapi juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan lingkungan yang kurang mendukung. Terkait dengan ketahanan tanaman, tidak hanya *Rhizoctonia* pembentuk mikoriza saja yang berperan tetapi juga *Rhizoctonia* yang avirulen sampai virulensi rendah (hipovirulen) juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman. Hasil penelitian membuktikan bahwa *Rhizoctonia* hipovirulen mampu menghambat infeksi *R. solani* pada bibit pinus dari 97,78 % menjadi 11,38% ($\pm 86,40$ %) (Suryantini *et al.* 2012).

Di alam, semai tanaman hutan khususnya pinus telah berasosiasi secara langsung dengan fungi mikoriza. Seperti halnya fungi mikoriza lainnya, simbiosis *Lactarius* sp. dengan akar pinus dapat meningkatkan ketahanan tanaman baik akibat cekaman biotik maupun abiotik, namun belum mampu menekan serangan *R. solani*. Hal ini terbukti banyaknya kegagalan pertumbuhan semai di persemaian. Ketika semai telah berasosiasi dengan fungi mikoriza kemudian diinokulasi kembali dengan *Rhizoctonia* hipovirulen, ternyata tidak menghambat perkembangan kolonisasi fungi mikoriza dalam jaringan akar semai. Gambar 3, terlihat

jumlah akar bermikoriza pada semai yang diinokulasi *Rhizoctonia* hipovirulen sebesar 66,13%. Penambahan *Rhizoctonia* hipovirulen pada semai yang bermikoriza terbukti mampu menekan perkembangan infeksi *R. solani* sehingga jumlah kematian semai berkurang menjadi 7,3%, cukup signifikan dibandingkan hanya dengan mikoriza saja. Hal ini membuktikan penggunaan strain hipovirulen memberikan peningkatan imun bagi tanaman sehingga sudah tentu direkomendasikan sebagai agensia pengendali hayati.



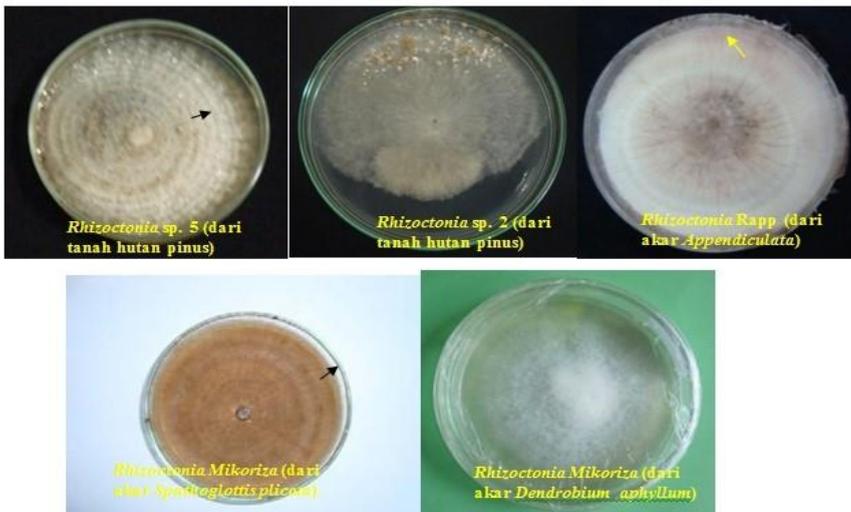
Gambar 3. Pengaruh inokulasi *Rhizoctonia* hipovirulen terhadap penyakit rebah semai (*R. solani*).

KARAKTERISTIK RHIZOCTONIA

Rhizoctonia merupakan kelompok fungi yang penularannya melalui tanah atau disebut fungi terbawa tanah (*soilborne* fungi). Seperti yang dijelaskan sebelumnya, *Rhizoctonia* merupakan genus dari filum Basidiomycota, kelas Agaricomycetes, ordo Cantharellales, keluarga *Ceratobasidioceae*. Sitematika selanjutnya didasarkan pada jumlah intisel dalam tiap sel hifa dan kelompok anastomosis (*anastomosis group* / AG).

Karakteristik morfologi makro dan mikro

Karakteristik *Rhizoctonia* secara umum, dapat diketahui secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis, isolat teridentifikasi sebagai *Rhizoctonia*-like dengan mengetahui warna isolat, ada atau tidak adanya sklerotia, lingkaran konsentris (ring) dan hifa udara (Gambar 4).



Gambar 4. Isolat *Rhizoctonia* spp. (tanda panah kuning: hifa udara; tanda panah hitam: lingkaran konsentris) (Soelistijono *et al.* 2011; Suryantini *et al.* 2011; Suryantini *et al.* 2015;

Soelistijono *et al.* 2020).

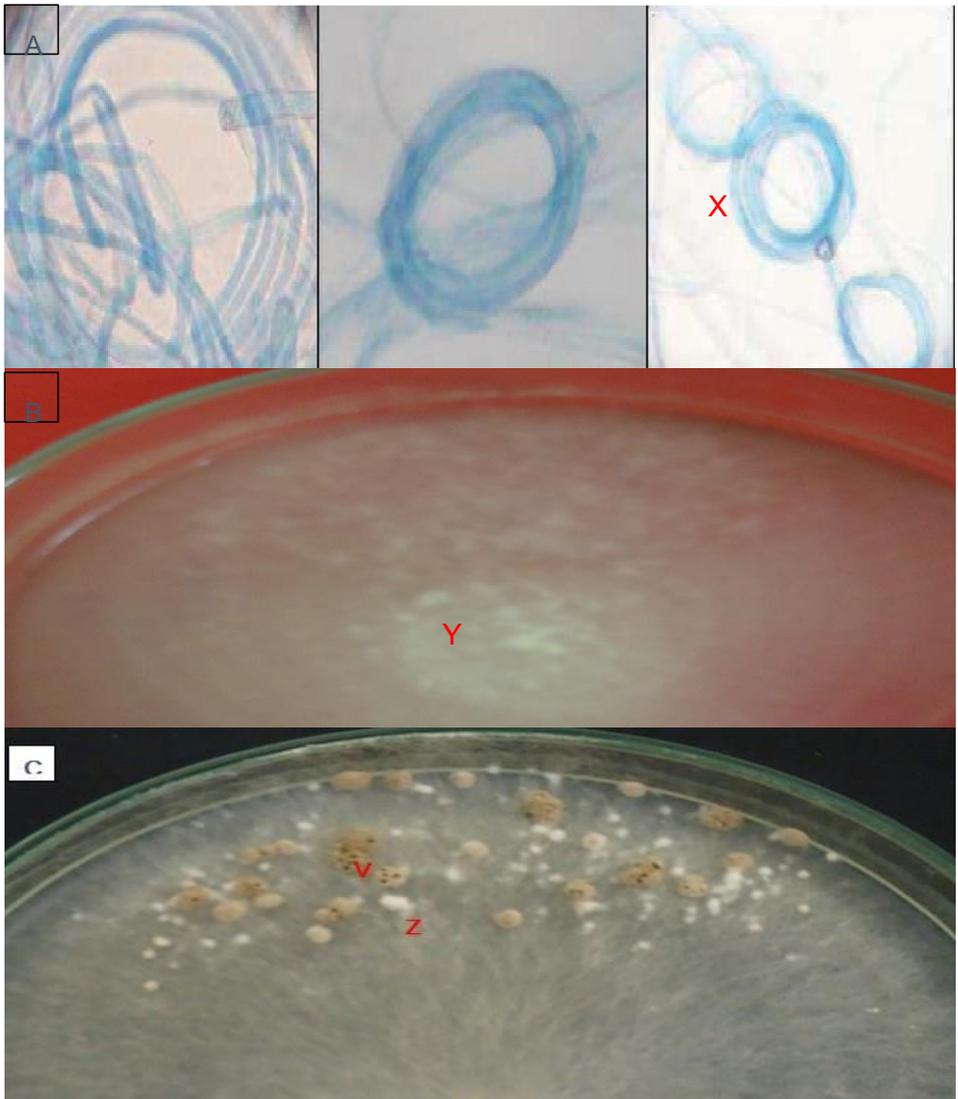
Warna koloni pada media tumbuh agar dextrose kentang (ADK) (umur 7 hari) adalah beragam, mulai dari putih kecoklatan, coklat terang sampai coklat (Gambar 4), bahkan mengarah pada warna abu-abu. Perbedaan warna pada *Rhizoctonia* disebabkan adanya dekomposisi melanin pada dinding sel hifa. Beberapa penelitian menunjukkan perbedaan warna isolat berkisar pada coklat, seperti isolat patogen pada tanaman kopi (Priyatmojo *et al.* 2001), dan ada juga isolat yang menunjukkan warna putih (Kasiamdari 2000). Penelitian yang dilakukan Soelistijono *et al.* (2011) menunjukkan bahwa 4 isolat *Rhizoctonia* mikoriza (M1, M2, M3 dan M4) yang diisolasi dari akar anggrek *S. plicata* sehat dari beberapa lokasi di Jawa (Tawangmangu, Surakarta, Magelang, dan Sleman) memiliki warna koloni yang berbeda mulai putih kecoklatan/coklat muda hingga coklat tua tergantung dari umur hifa. Keragaman warna koloni *Rhizoctonia* spp. pada hasil-hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa warna tidak menjadi ciri khusus kelompok *Rhizoctonia*, namun dapat dikatakan bahwa kisaran warna *Rhizoctonia* adalah putih (dan atau keabuan) sampai coklat gelap.

Sklerotia, lingkaran konsentris dan hifa udara merupakan ciri morfologis yang dapat diamati pada koloni fungi. Sklerotia merupakan kumpulan sel-sel moniloid yang rapat dan masif sehingga membentuk butiran dengan beragam ukuran. Struktur ini berfungsi sebagai cadangan makanan terutama ketika kondisi nutrisi menipis. Sklerotia terbentuk pada umur koloni berbeda. Sebagai contoh isolat RBul (isolat *Rhizoctonia* dari akar anggrek *Bulbophyllum beccarii*) membentuk sklerotia pada hari ke-14 sedangkan sklerotia isolat RCa (isolat *Rhizoctonia* dari akar anggrek

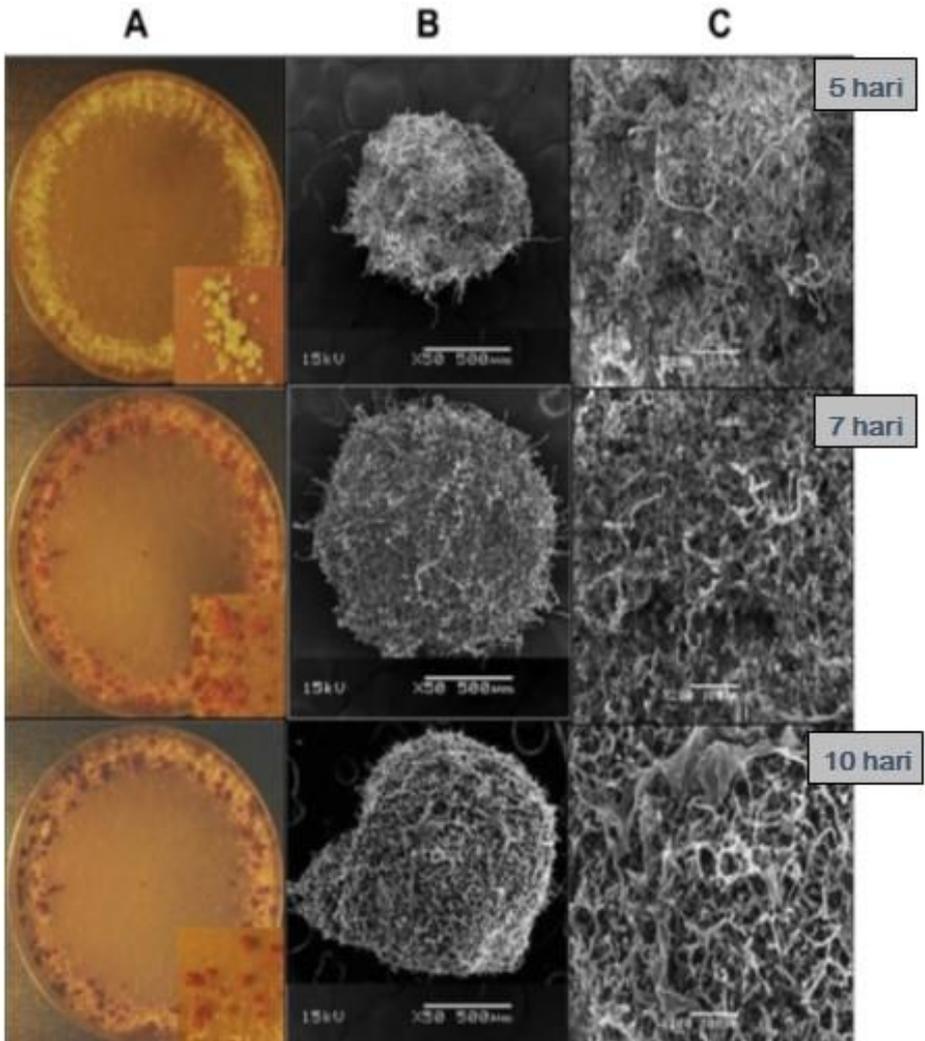
Calanthe vestita) dan RApp (isolat dari akar anggrek *Appendiculata*) terbentuk pada antara hari ke-5 sampai hari ke-7 di media PDA. Pada umur koloni muda, dimana pertumbuhan miselia masih berwarna putih dan tidak rapat, miselia yang menggumpal berwarna putih susu dan cenderung tidak keras, menandai tahap pembentukan awal sklerotia (Gambar 5A dan B). Seiring dengan pertambahan waktu/hari, sklerotia akan tampak seperti gumpalan keras dan padat yang berwarna coklat muda sampai coklat tua (Gambar 5 B).

Pembentukan sklerotia menurut Sumner 1996 terdiri dari:

- Percabangan hifa. Percabangan hifa mulai meningkat dengan tetap membentuk sudut 90°.
- Agregasi hifa dan jaring-jaring hifa mulai terbentuk. Percabangan hifa menjadi lebih masif tampak seperti serabut-serabut halus. Pada pengamatan di bawah mikroskop, jaring-jaring hifa tampak seperti rangkaian benang kusut, sampai tampak seperti lingkaranlingkaran berantai (X) (Gambar 5A).
- Inisiasi sklerotia, merupakan perkembangan benang-benang hifa menjadi lebih masif. Pada media ADK, tahapan ini tampak gumpalan hifa yang tidak keras, tidak massif dan berwarna putih (Y) (Gambar 5B).
- Sklerotia muda yang ditandai dengan warna keputihan (z) (Gambar 5C).
- Pematangan sklerotia ditandai dengan pigmentasi (v) (Gambar 5C).



Gambar 5. Pembentukan dan perkembangan sklerotia isolat *Rhizoctonia*.
 A) Proses penggumpalan hifa membentuk sklerotia (Kareem and Hassan 2018); B) Gumpalan miselia; C) Sklerotia (lingkaran kuning) (Suryantini et al. 2015) (X: jaringan hifa; Y: gumpalan miselia; Z: sklerotia muda; V: sklerotia tua).



Gambar 6. Tahap perkembangan sklerotia *R. solani* AG 1. A) Sklerotia pada ADK; B) Sklerotia menggunakan SEM; C) Struktur permukaan sklerotia (Kwon *et al.* 2014).

Kwon *et al.* (2014) menjelaskan pembentukan sklerotia *R.*

solani AG 1 pada umur 5 hari berupa gumpalan hifa, lunak, berwarna susu (tahap inisiasi). Tahap perkembangan (hari ke-7), terjadi pigmentasi pada gumpalan hifa, dimana warna putih menjadi kecoklatan dan agak padat. Kepadatan sklerotia dan warna yang lebih gelap, meningkat seiring dengan penambahan umur (Gambar 6A). Pada umur 10 hari, perkembangan sklerotia memasuki tahap penuaan atau maturasi. Perbedaan sklerotia yang baru berupa gumpalan hifa putih dan sklerotia yang memasuki tahap maturasi juga ditunjukkan pada Gambar 5B. Pertambahan umur juga menambah ukuran hifa, terlihat pada Gambar 6B.

Bentuk sklerotia tua mulai dari bulat, subglobose sampai tidak beraturan. Jumlah sklerotia yang dapat dibentuk pada koloni tergantung tumbuh yaitu nutrisi dan kelembaban udara. Begitu juga dengan bentuk dan kecepatan pembentukan sklerotia. Gambar 7. menunjukkan adanya keragaman karakteristik morfologi sklerotia *Rhizoctonia* tergantung dari media pertumbuhannya (Wang *et al.* 2018). Pembahasan tentang sklerotia ini sangatlah penting karena merupakan inokulum penyebaran *Rhizoctonia*. Sklerotia banyak sekali ditemukan pada tanah-tanah terutama bekas penanaman inang *Rhizoctonia* dan sisa-sisa tanaman seperti perakaran tanaman. Hal ini menjadi jawaban mengapa penyakit busuk akar atau *damping off* selalu terjadi di setiap tanaman muda.



Gambar 7. Karakteristik morfologi sklerotia pada media V8 (V8 juice agar), CA (carrot decoction agar), OA (oatmeal agar), ADK/PDA (potato dextrose agar), OA-YE (oatmeal-yeast extract agar), Czapek (Czapek-Dox solution agar), SDA (Sabourauds agar), Richard, MEA-peptone (malt extractpeptone-dextrose agar), MEA (5% malt extract agar) Wang et al. 2018).

Hifa udara merupakan hifa yang pertumbuhannya bisa mencapai penutup cawan petri atau pertumbuhan melebihi permukaan medium. Hal ini terjadi misalnya pada *Rhizoctonia* isolat 2 yang diambil dari tanah hutan pinus (Gambar 4) dan isolat dari akar anggrek *Appendiculata* (Tabel 2). Lingkaran konsentris terlihat mulai dari jelas sampai agak samar, bahkan beberapa isolat tidak terbentuk lingkaran konsentris, seperti pada isolat dari akar *Bulbophyllum becarii* dan *C. vestita* (Tabel3).

Tabel 2. Isolat *Rhizoctonia* spp. pada media ADK (umr 7 hari) (Suryantini et al. 2015).

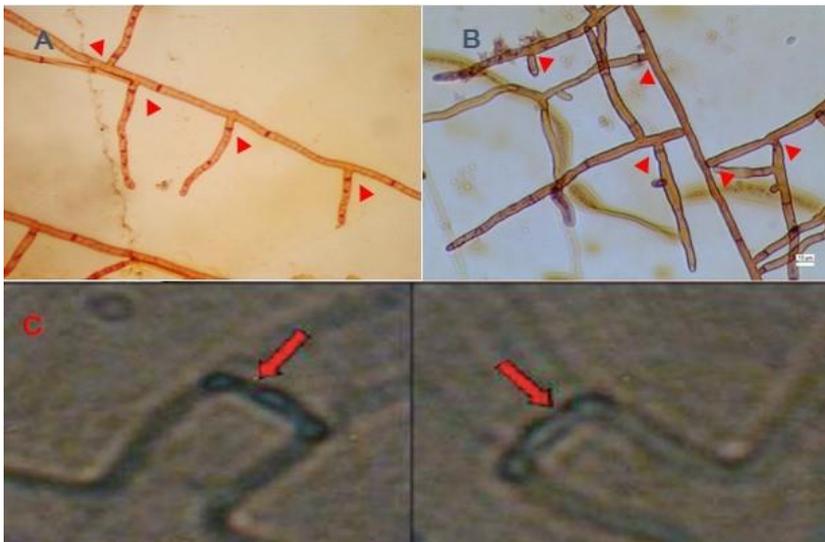
<i>Rhizoctonia</i>	Warna koloni	Warna sklerotia	Lingkaran konsentris	Hifa udara
RBul	Cokelat	-	Tampak jelas	Tidak ada
RApp	Krem	Cokelat gelap	Sedikit tampak	Ada
RCVes	Putrih	Putih	Tampak jelas	Tidak ada

Keterangan: RBul : isolat dari akar *B. becarii*

Rapp : isolat dari akar *Appendiculata*

RCVes : isolat dari akar *C. vestita*

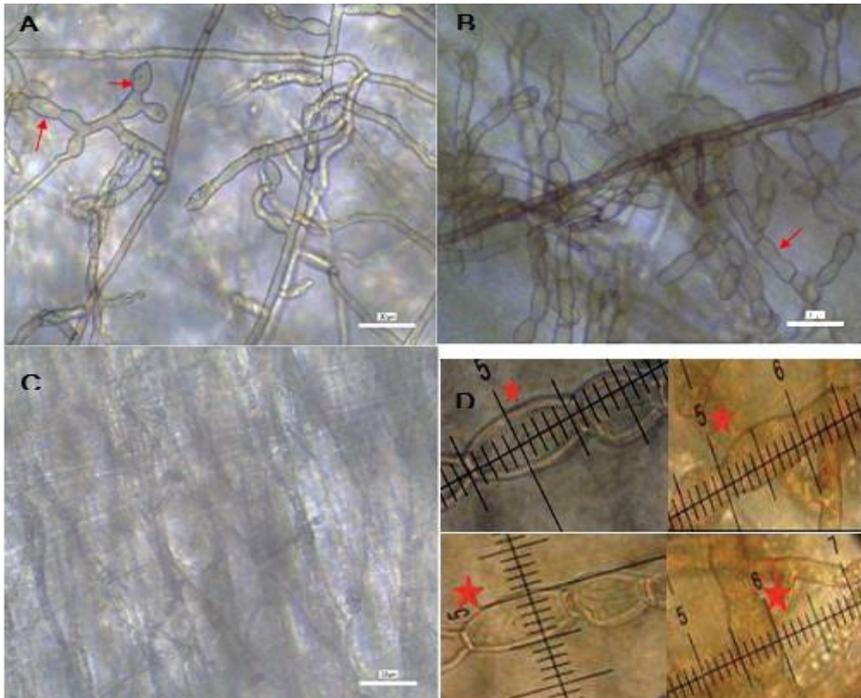
Karakteristik mikroskopis merupakan ciri yang hanya dapat dilihat menggunakan alat pembesar (dalam hal ini adalah mikroskop). Salah satu ciri mikroskopis yang menjadi ciri spesifik dari *Rhizoctonia* adalah adanya percabangan hifa yang membentuk sudut 90° dan terdapat sekat di dekat percabangan tersebut (Gambar 8A dan B). Ciri khas lainnya dari genus *Rhizoctonia* adalah tidak adanya *clamp connection*, adanya sekat *dolipore* (Gambar 8C) dan tidak terbentuknya spora atau dengan kata lain miselia *Rhizoctonia* adalah miselia steril kecuali sel moniloid. Namun bukan berarti fungi tanpa spora dinyatakan sebagai *Rhizoctonia*, karena ada beberapa genus fungi yang tidak membentuk spora.



Gambar 8. Percabangan hifa *Rhizoctonia* dengan sudut 90° pada akar: A) pinus (*Rhizoctonia* binukleat hipovirulen); B) *Appendiculata* (*Rhizoctonia* mikoriza) dan; C) Sekat dolipore, (Suryantini et al. 2011; Suryantini et al. 2015; Kareem and Hassan 2018)).

Sel moniloid merupakan awal pembentukan sclerotia. Sel moniloid adalah kumpulan sel-sel berantai dengan bentuk beragam. Ciri ini

tidak selalu ada setiap isolat *Rhizoctonia*, karena sangat bergantung pada kondisi nutrisi media tumbuh.



Gambar 9. Sel moniloid pada *Rhizoctonia* spp. yang diisolasi dari akar angrek (A-C) (Suryantini *et al.* 2015). Ukuran sel moniloid dalam mikrometer (μm) (D) (Kareem and Hassan 2018).

Sel moniloid dari isolat Gambar 9A berwarna hialin dan berbentuk memanjang, isolat pada Gambar 9B berwarna hialin cenderung coklat dan berbentuk *clavate* (cenderung memberas di bagian ujung). Sel moniloid pada isolat Gambar 9C, berwarna hialin dan berbentuk barrel. Tampak pada Gambar 9C hampir tidak terlihat perbedaan bentuk sel moniloid karena sel-sel ini terkumpul banyak dan rapat. Bentuk-bentuk sel moniloid tentunya akan mempengaruhi bentuk pada sklerotia. Seperti

halnya dengan ukuran sklerotia, maka ukuran sel moniloid dipengaruhi kondisi lingkungan seperti kelembaban dan nutrisi. Ukuran sel moniloid lebih kecil daripada sklerotia dengan satuan panjang mikrometer (Gambar 9D). Diameter dan panjang sel moniloid adalah 8,94 μm dan 19,00 μm (Gambar 9A); 4,61 μm dan 15,83 μm (Gambar 9B); dan 4,06 μm dan 5,64 μm (Gambar 9C).

Karakteristik mikroskopis lainnya adalah dimensi hifa atau ukuran hifa. Dimensi hifa memiliki ukuran yang beragam. Hal ini terbukti dengan beberapa penelitian yang menyebutkan bahwa terdapat variasi diameter sel hifa *Rhizoctonia* spp. yaitu berkisar antara 3 – 7 μm (Sneh *et al.*, 1991 *cit* Shan *et al.* 2002), 1,8 – 7,5 (Shan *et al.* 2002). Adapula yang menyebutkan bahwa diameter hifa *Rhizoctonia* dari akar vanili berkisar 2,50 – 17,50 μm dan panjang 15,00 – 382,50 μm (Irawati, 2004 *dalam* Suryantini *et al.* 2015). Diameter hifa *Rhizoctonia* spp. dari tanah hutan pinus berkisar 1,263-2,623 μm dan panjang 12,96-35,57 μm (Suryantini *et al.* 2011) dan *Rhizoctonia-like* dari akar anggrek 4,61-5,02 μm dan panjang 49,93-68,19 μm (Suryantini *et al.* 2015). Hal yang sama juga dapat diamati pada isolat *Rhizoctonia* mikoriza yang diisolasi dari akar anggrek *S. plicata* dari berbagai tempat di Tawangmangu, Surakarta, Magelang, dan Sleman, yang dapat dilihat pada Tabel 3. Masing-masing isolat *Rhizoctonia* mikoriza yang diperoleh dari berbagai tempat di Tawangmangu, Magelang, dan Sleman memiliki ukuran perbedaan pada lebar sel dan panjang sel bahkan untuk lokasi yang sama (Soelistijono *et al.* 2011).

Tabel 3. Karakteristik *Rhizoctonia* pembentuk mikoriza anggrek (Soelistijono *et al.* 2011).

<i>Rhizoctonia</i> mikoriza (4 isolat)	Ukuran Sel (μm)		Warna Koloni	Pembentukan Sklerotia
	Lebar Sel	Panjang Sel		
M1 (<i>Rhizoctonia</i> mikoriza 1)	4,8-11,0	55,0 145,0	Putih kecoklatan	+
M2 (<i>Rhizoctonia</i> mikoriza 2)	6,0-11,3	56,0-131,2	Coklat muda	+
M3 (<i>Rhizoctonia</i> mikoriza 3)	6,0 11,7	42,1,0 135,0	Coklat muda	+
M4 (<i>Rhizoctonia</i> mikoriza 4)	5,0-10,0	42,0-194,0	Coklat muda	+

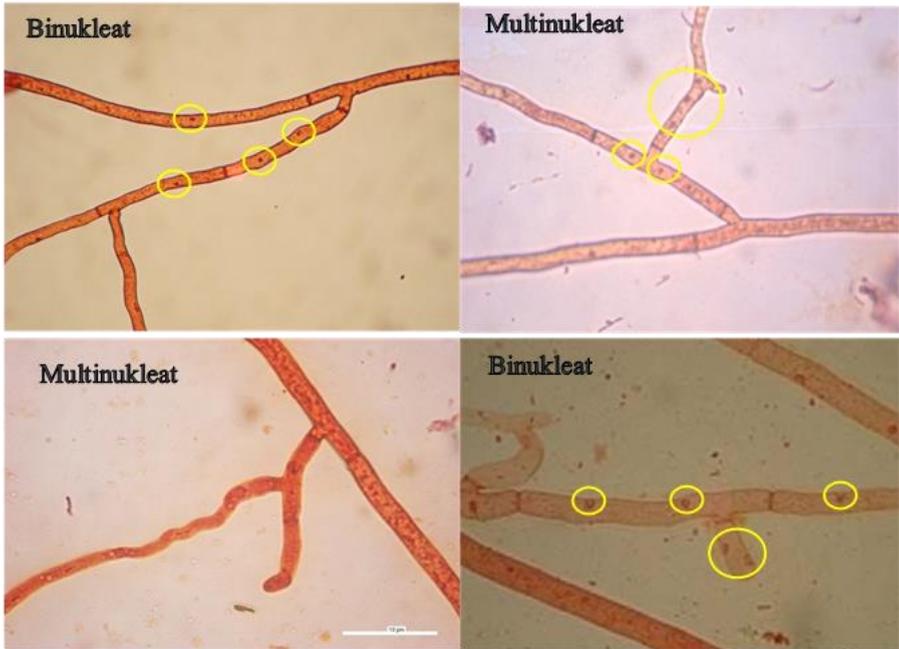
Keterangan: M1: *Rhizoctonia* mikoriza dari Tawangmangu
M2: *Rhizoctonia* mikoriza dari Magelang M3
dan M4: *Rhizoctonia* mikoriza dari Sleman.

Keragaman ukuran sel hifa dari hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa diameter dan panjang sel hifa tidak bisa dijadikan ciri khusus untuk pengelompokan *Rhizoctonia* (Soelistijono *et al.* 2011; Suryantini *et al.* 2015). Perbedaan diameter dan panjang sel hifa dipengaruhi oleh media dan suhu pertumbuhan. Beberapa kelompok fungi memiliki karakteristik dan fungsi menyerupai *Rhizoctonia*, sehingga para ilmuwan menyebut dengan *Rhizoctonia*-like.

Karakteristik spesifik

Ciri yang membedakan antar isolat *Rhizoctonia* adalah jumlah inti dalam sel hifa (sel hifa dibatasi dengan sekat pada hifa). Berdasarkan hal tersebut, *Rhizoctonia* digolongkan menjadi tiga, yaitu *Rhizoctonia* uninukleat, binukleat dan multinukleat. Contoh sel binukleat dan multiknukleat terlihat pada Gambar 10. Isolat yang memiliki sel dengan rerata jumlah inti adalah satu, merupakan isolat uninukleat, jika jumlah inti berkisar antara 2-3 digolongkan sebagai *Rhizoctonia* binukleat. Ketika jumlah inti melebihi dari 3 inti maka isolat dikelompokkan menjadi

multinukleat. Penentuan isolat uninukleat, binukleat atau multinukleat dilakukan dengan pengamatan sebanyak 30 bidang pandang. Contoh penentuan uni-, binu-, dan multi-nukleat dapat dilihat pada hasil perhitungan beberapa jumlah inti sel tiap sel hifa (Tabel 4).



Gambar 10. Hifa *Rhizoctonia* (lingkaran kuning menunjukkan inti sel) (Suryantini *et al.* 2011).

Tabel 4. Pengelompokan isolat *Rhizoctonia* berdasarkan jumlah inti sel.

Isolat <i>Rhizoctonia</i>	Asal isolat	Banyak sel berdasarkan jumlah inti				Rerata inti	Kelompok	Keterangan
		1	2	3	4			
Isolat 1	Tanah hutan	5	15	6	4	2,30	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2011
Isolat 2	Tanah hutan	3	20	6	1	2,13	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2011
Isolat 3	Tanah hutan	4	17	9	0	2,17	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2011
Isolat 4	Tanah hutan	6	17	3	4	2,47	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2011
Isolat 5	Tanah hutan	5	9	5	11	2,73	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2011
RBul	Akar <i>B. becarii</i>	7	14	1	8	2,33	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2015
RApp	Akar <i>Appendiculata</i> sp.	8	13	7	2	2,10	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2015
RCVes	Akar <i>C. vestica</i>	7	9	4	8	2,30	Binukleat	Suryantini <i>et al.</i> 2015

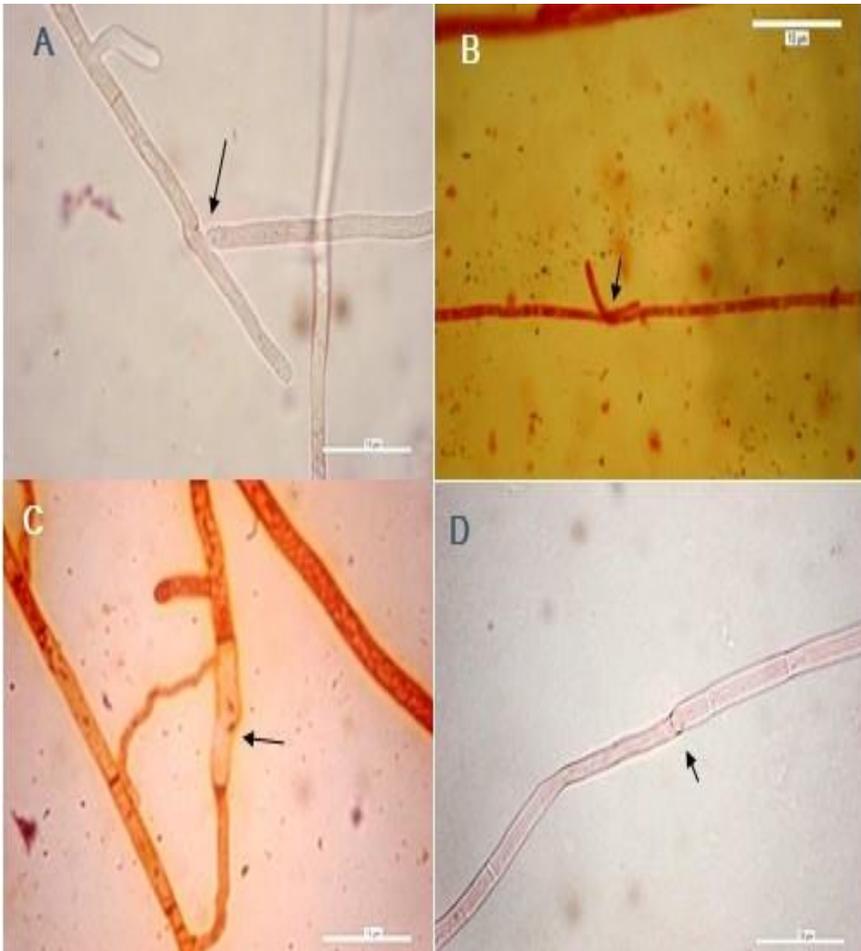
Jumlah inti sel pada *Rhizoctonia* binukleat tidak selalu tepat berjumlah 2 inti, begitupula dengan isolat uninukleat. Contoh pada isolat binukleat, beberapa sel ada yang berjumlah 1 inti, 2 inti dan ada juga lebih dari 2 inti (inti sel berjumlah 3 atau 4). Rerata jumlah sel yang memiliki inti 1, 2 dan lebih dari 3 (banyak) berkisar antara 2 sampai 2,9 inti sel (Tabel 4). Jika rerata jumlah inti sel sudah mencapai lebih dari 3 (misalnya rerata 3,1 inti dst.) maka isolat sudah digolongkan dalam multinukleat, begitu pula dengan yang uninukleat. Ketika rerata jumlah inti sel berkisar 1-1,9 maka digolongkan ke dalam uninukleat.

Karakteristik yang lain yang menjadi ciri khusus dari *Rhizoctonia* adalah kemampuan anastomosis. Anastomosis merupakan reaksi yang menunjukkan adanya kompatibilitas somatik. Kompatibilitas somatik mengindikasikan adanya hubungan genetik yang dekat antar isolat

Rhizoctonia. Reaksi anastomosis (fusi) dapat diikuti kematian sel atau tanpa terjadi kematian sel. Reaksi anastomosis terdiri dari isolat uji yang dipasangkan/diadu dengan isolat tester (isolat yang telah diketahui AG nya) sehingga isolat uji dapat diketahui kelompok Anastomosis Group (AG) nya. Beberapa isolat yang diketahui AG nya adalah *Rhizoctonia* multinukleat terdiri dari 14 AG (AG 1-13 dan AG-BI). Kelompok *Rhizoctonia* binukleat terdiri dari AG-A sampai AG-S, AG-T dan AG-U, merupakan kelompok baru yang diisolasi dari akar dan batang *Rosa* spp. (Hyakumachi et al. 2005).

Tabel 5. Klasifikasi reaksi anastomosis menurut (MacNish *et al.* 1994).

Reaksi	Fenotif	Hubungan genotif antar isolat
C0 : tidak ada interaksi (Gambar 11a)	Hifa tetap tumbuh, tidak terjadi kontak.	Tidak mempunyai hubungan genetik, termasuk AG berbeda.
C1 : hanya ada kontak hifa (Gambar 11b)	Tidak terjadi kontak membran atau dinding sel, reaksi bisa atau tidak diikuti kematian sel.	Mempunyai hubungan genetik jauh, termasuk AG sama/berseda
C2 : kematian sel (Gambar 11c)	Terjadi fusi dinding sel (anastomosis) diikuti kematian sel, respon inkompatibilitas somatik.	Individu termasuk AG sama.
C3 : fusi sempurna (Gambar 11d)	Terjadi fusi dinding sel, adanya kompatibel somatik dan membran tanpa kematian sel.	Secara genetik identik atau berhubungan dekat, termasuk AG sama, dan bisa menunjukkan klon sama.



Gambar 11. Reaksi anastomosis isolat *Rhizoctonia* : (A) tidak ada interaksi (C0) antara isolat 2 x isolat 3; (B) terjadi kontak hifa tanpa ada fusi (C1) antara isolat 1 x isolat 3; (C) terjadi fusi diikuti kematian sel (C2) antara isolat 3 x isolat 4; (D) terjadi fusi tanpa diikuti kematian sel (C3) antara isolat 1 x isolat 4 (bar = 10 μm) (Suryantini *et al.* 2011).

Gambar 11 terlihat reaksi anastomosis antar *Rhizoctonia* binukleat. Pada reaksi C0 dan C1 terlihat jeles ketiadaan kontak antar hifa

dan kontak tanpa ada reaksi apapun termasuk tidak adanya kematian sel (Gambar 11A dan B). Reaksi C2 (Gambar 11C) terlihat pertemuan ujung hifa dan adanya perubahan warna lebih muda pada hifa yang kontak, yang mengindikasikan terjadinya kematian sel. Perubahan warna terjadi pada satu sel hifa yang kontak. Berbeda halnya dengan reaksi C3, dimana terlihat jelas pertemuan hifa seperti membentuk pipa yang terlihat adanya aliran cairan sel, yang menandakan terjadinya fusi sempurna (Gambar 11D).

Rhizoctonia binukleat (2 inti sel) sebagian besar merupakan kelompok dari AG A-U. Namun karena ketiadaan isolat tersebut sebagai tester maka pengelompokan isolat *Rhizoctonia* dari tanah hutan hanya berdasarkan reaksi anastomosis (Tabel 5) sehingga menghasilkan beberapa kelompok isolat *Rhizoctonia*.

Tabel 6. Pengelompokan isolat *Rhizoctonia* dari tanah hutan tusam berdasarkan reaksi anastomosis (Suryantini et al. 2011).

Isolat <i>Rhizoctonia</i>	Isolat <i>Rhizoctonia</i>				
	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 3	Isolat 4	Isolat 5
Isolat 1	C3	C0	C1	C3	C0
Isolat 2		C3	C0	C0	C0
Isolat 3			C3	C2	C0
Isolat 4				C3	C0
Isolat 5					C3

Keterangan: C0 = tidak ada kontak hifa,

C1 = hanya ada kontak tanpa ada fusi, C2 = fusi tidak sempurna (terjadi kematian sel), C3 = fusi sempurna (tidak ada kematian sel).

Reaksi pada Tabel 6, menunjukkan bahwa peristiwa fusi terjadi ketika isolat 1 dipasangkan dengan isolat 4. Hal ini menjelaskan bahwa kedua isolat merupakan satu kelompok AG yang sama atau satu klon. Peristiwa fusi sempurna (tidak terjadi kematian sel atau lisis) ditunjukkan pada Gambar 11D, ketika isolat 3 dipasangkan dengan isolat 4, maka reaksi fusi yang terjadi diikuti kematian sel (lisis). Kematian sel atau lisis terjadi dengan kerusakan sel akibat keluarnya cairan sel (Gambar 11C). Kematian sel pada fusi tidak sempurna ini masih menunjukkan bahwa kedua isolat *Rhizoctonia* termasuk ke dalam kelompok AG yang sama namun dari klon yang berbeda.

Pertemuan kedua ujung hifa isolat *Rhizoctonia* tidak selalu diikuti fusi baik sempurna maupun tidak sempurna antara dua sel dari isolat yang berbeda. Pertemuan dua ujung hifa bisa juga hanya ada kontak hifa tanpa ada fusi, seperti pada pasangan isolat 1 dan 3. Jika kedua ujung hifa hanya ada kontak maka terdapat dua kemungkinan, yaitu kedua isolat termasuk dalam kelompok AG yang sama dengan hubungan genetik yang sangat jauh atau dari AG yang berbeda (Gambar 11B). Isolat yang berbeda AG ditunjukkan dengan tidak adanya interaksi, diantaranya: isolat 1 dengan 2; isolat 1 dengan 5; isolat 2 dengan 3; isolat 2 dengan 4; isolat 2 dengan 5; isolat 5 dengan 3; dan isolat 5 dengan 4.

Anastomosis grup ini merupakan metode konvensional untuk melihat salah satunya keragaman genetik antar isolat *Rhizoctonia*. Namun reaksi fusi sempurna terkadang membawa perubahan sifat pada sel yang mengalami fusi. Oleh sebab itu metode yang lebih akurat untuk menentukan keragaman genetik antar isolat bahkan AG dapat dilakukan secara molekuler.

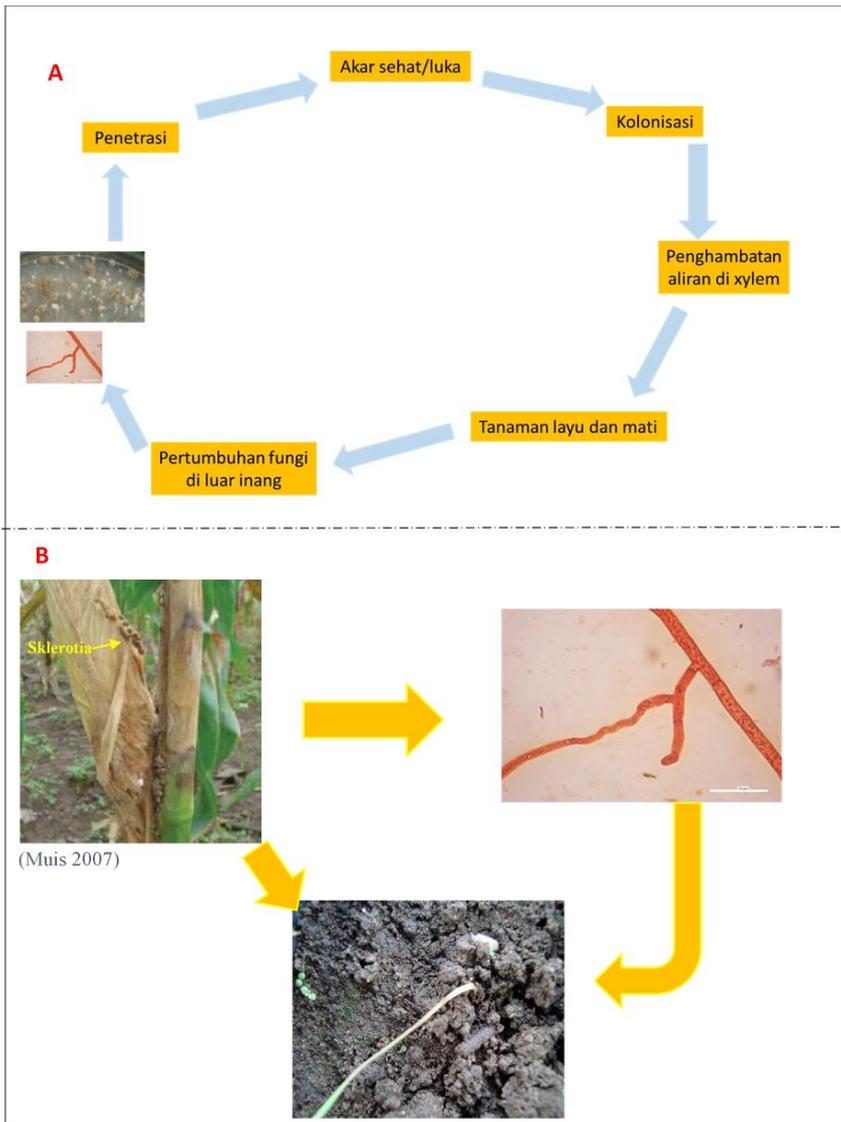
ASOSIASI RHIZOCTONIA PADA TANAMAN

1. *Rhizoctonia* sebagai Patogen

Pengenalan *Rhizoctonia* pada media agar dekstrose kentang (ADK) sangat mudah dan jelas untuk diidentifikasi sebagai genus *Rhizoctonia*. Awalnya *Rhizoctonia* dikenal sebagai fungi patogenik. Sebagai laporan awal, patogen ini menyerang di tanaman pertanian yang menyebabkan busuk akar / rebah semai / rebah kecambah / *damping off*. Serangan selanjutnya terjadi di semai-semai tanaman perennial (khususnya semai tanaman kehutanan), baik pada masa sukulen (semai) ataupun lepas sukulen (bibit). Patogen *Rhizoctonia* bukan satu-satunya patogen penyakit rebah semai, sehingga gejala penyakit ini yang tampak pada tanaman muda atau semai belum berarti *Rhizoctonia* sebagai patogen primer, maupun patogen satu-satunya. Selain *Rhizoctonia*, terdapat beberapa fungi patogen rebah semai seperti *Fusarium oxysporum*, *Penicillium*, *Pythium* dsb.

R. solani AG-4 sebagai salah satu patogen rebah semai, dapat bertahan dalam jangka lama (beberapa tahun) dengan membentuk sklerotia yang merupakan struktur tahan terhadap cekaman lingkungan termasuk ketiadaan inang. Jika kondisi tidak menguntungkan dan di dalam tanah terdapat sisa-sisa organik (sisa-sisa tanaman) maka *R. solani* akan mengkolonisasinya sisa-sisa organik sebagai saprofit. Kadangkala sklerotia juga ditemukan pada sisa-sisa tanaman yang sudah mati, misalnya pada daun-daun gugur. Pada kondisi normal, terdapat inang tanaman maka *R. solani* akan langsung menginfeksi jaringan akar dengan mendegrasi lapisan pelindung dan degradasi enzim. Sifat ini disebut saprofit fakultatif.

Sklerotia tersebut akan memproduksi hifa vegetatif sebagai sumber inokulum untuk menyerang tanaman (Gambar 12).



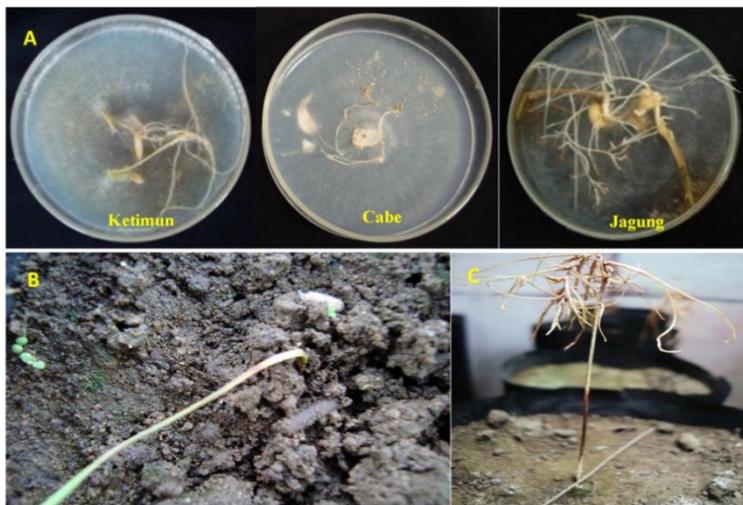
Gambar 12. Siklus penyakit *damping off* yang disebabkan *R. solani*.

Infeksi *Rhizoctonia* patogen diawali dengan pendaratan (*landing*) patogen (hifa sebagai sumber inokulum) pada epidermis inang, yang ditandai dengan pertumbuhan hifa di permukaan tanaman inang dan hifa memipih, kemudian terjadi perlengketan hifa pada permukaan inang. Selanjutnya hifa bercabang membentuk percabangan T sebagai prekursor pembentukan peralatan infeksi berikutnya (bantalan infeksi dan appressoria). Percabangan hifa terjadi dalam kurun waktu 24 jam dan merupakan respon spesifik terhadap inang. Kemudian inang akan mengeluarkan senyawa atau proses tertentu sebagai respon kehadiran hifa di permukaan tumbuhan. Jika bantalan infeksi terbentuk, maka *Rhizoctonia* dapat menembus dan memasuki (penetrasi) jaringan tanaman melalui luka (Gambar 12A). Penetrasi ini disebut juga dengan penetrasi patogen secara fisik. Selain secara fisik, *Rhizoctonia* juga merusak dinding sel inang secara enzimatik dengan mensekresikan enzim hidrolitik ekstraseluler. Kelompok *R. solani* AG-4 yang merupakan patogen busuk akar atau *damping off* atau rebah semai dapat memproduksi enzim pektinolitik dan selulolitik, seperti endopektin, yang dapat mendegradasi jaringan tanaman pada tahap infeksi selanjutnya. Bersama dengan kerusakan dinding sel, terjadi juga perubahan sitoplasma pada sel korteks (sebelum peristiwa kolonisasi oleh patogen), diantaranya pembentukan zona reaksi, plasmolisis dan degradasi sitoplasma. Hal ini ditandai dengan kematian sel tanaman yang terjadi sebelum dan sesudah penetrasi serta saat peristiwa kolonisasi (Gonzalez *et al.* 2011). Selanjutnya hifa akan berkembang ke jaringan vaskuler sehingga dapat menghambat proses transportasi nutrisi dan mengganggu fotosintesis tanaman.

Gejala nekrosis tampak pada tanaman yang terserang *R. solani* diantaranya akar membusuk, akar dan batang browning, berair dan rebah,

gejala ini terjadi pada tanaman herba (Gambar 12B dan 13A) atau semai muda (sukulen) (Gambar 12B dan 13B). *R. solani* yang menyerang pada tanaman muda (bibit tanaman hutan, pinus) memberikan gejala pada tanaman berupa gugurnya daun, sebagian atau seluruh tanaman tampak seperti terbakar, jika akar dicabut maka akar tidak membusuk (Gambar 13C).

Serangan ini sulit dikenali, sehingga upaya pengendalian menjadi sangat terlambat. Hal ini disebabkan serangan awal terjadi di akar kemudian gejala akan muncul di bagian atas tanah (secara sistemik di seluruh bagian tanaman). Dengan demikian tidak heran jika intensitas serangan bisa



Gambar 13. Gejala nekrosis pada A) tanaman herba muda, B) semai pinus sukulen, dan C) semai pinus lepas sukulen.

2. *Rhizoctonia* sebagai Fungi Mikoriza-Anggrek

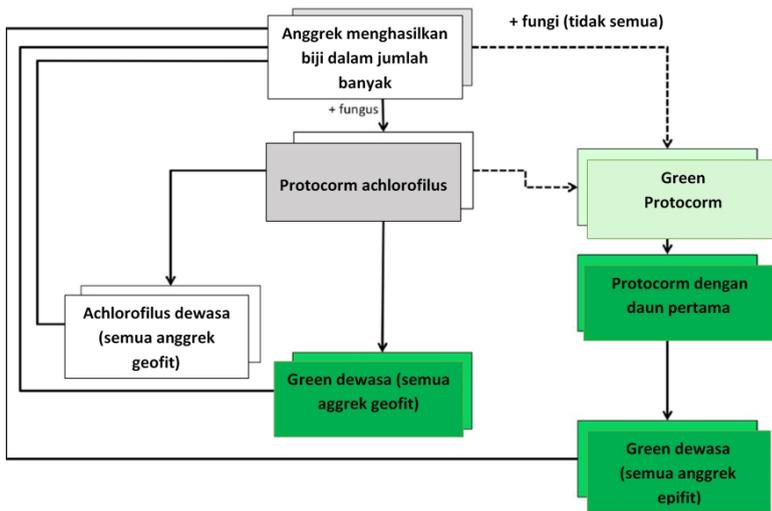
Tanaman anggrek merupakan tanaman hias yang banyak digemari oleh pecinta tanaman hias. Tanaman anggrek yang tumbuh di hutan

Kalimantan Barat umumnya bersifat endemik dan bernilai jual tinggi. Namun populasinya semakin menurun bahkan beberapa diantaranya masuk dalam kategori langka. Hal ini disebabkan adanya eksploitasi hutan dan alih fungsi lahan serta maraknya perburuan anggrek. Beberapa kalangan konservatif telah melakukan upaya budidaya anggrek baik secara *in situ* maupun *ex situ*, namun akibat kurangnya pemahaman tentang siklus hidup anggrek menyebabkan kegagalan pertumbuhan anggrek. Sebagai spesies tanaman yang peka terhadap perubahan lingkungan antropogenik, anggrek sangat bergantung pada organisme dari kingdom Fungi. Fungi yang merupakan simbiosis alami bagi anggrek adalah kelompok polifiletik atau *Rhizoctonia*-like. Penelitian tentang simbiosis pembentuk mikoriza pada anggrek sampai saat ini masih terus dilakukan, dan umumnya keberhasilan interaksi fungi dengan akar anggrek dilakukan pada spesies anggrek yang tidak endemik dan pertumbuhannya relatif mudah.

Ditinjau dari aspek ketergantungan nutrisi pada mitra fungi, anggrek dikategorikan sebagai *myco-heterotropic*, *holomycotropic* dan *mixotropic* yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Myco-heterotropic* adalah anggrek yang tergantung pada fungi pembentuk mikoriza selama tahap perkecambahan biji.
- *Holomycotropic* adalah kelompok anggrek yang bergantung sepenuhnya (baik pada fase *protocorm* maupun dewasa, termasuk geofit dan epifit) pada fungi pembentuk mikoriza untuk makanan sepanjang siklus hidupnya (Gambar 14).
- *Mixotrophy* merupakan anggrek yang melakukan proses fotosintesis ketika dewasa tetapi menambah kebutuhan nutrisinya yaitu karbon, melalui fungi mikoriza.

Kelompok anggrek *mixotrophic* diduga merupakan langkah evolusi antara anggrek *autotrophic*, yang tidak bergantung pada fungi mikoriza, dan *mycoheterotropic*. Hal ini karena sifat ketergantungan nutrisi dari keberadaan mikoriza pada kelompok anggrek *mixotrophy* adalah bersifat fakultatif.

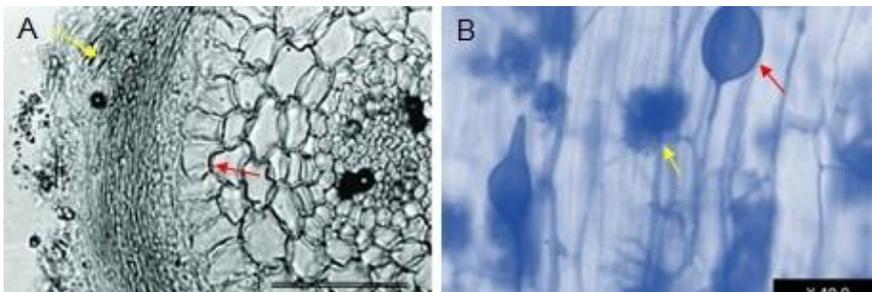


Gambar 14. Siklus hidup tumbuhan anggrek dan ketergantungannya terhadap fungi mikoriza-anggrek.

Pada dasarnya semua anggrek bersifat mikoheterotrofik selama tahap awal pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup di alam. Jenis fungi yang bersimbiosis dengan akar anggrek diidentifikasi sebagai *Rhizoctonia* atau *Rhizoctonia*-like. Disisi lain, *Rhizoctonia*-like tidak saja menjadi musuh atau memiliki hubungan parasitisme dengan tanaman, beberapa kelompok *Rhizoctonia*-like dapat membentuk fungi mikoriza dengan akar tanaman kelompok anggrek-anggrekan dan bersifat spesifik inang. Artinya bahwa kelompok *Rhizoctonia*-like tertentu akan membentuk

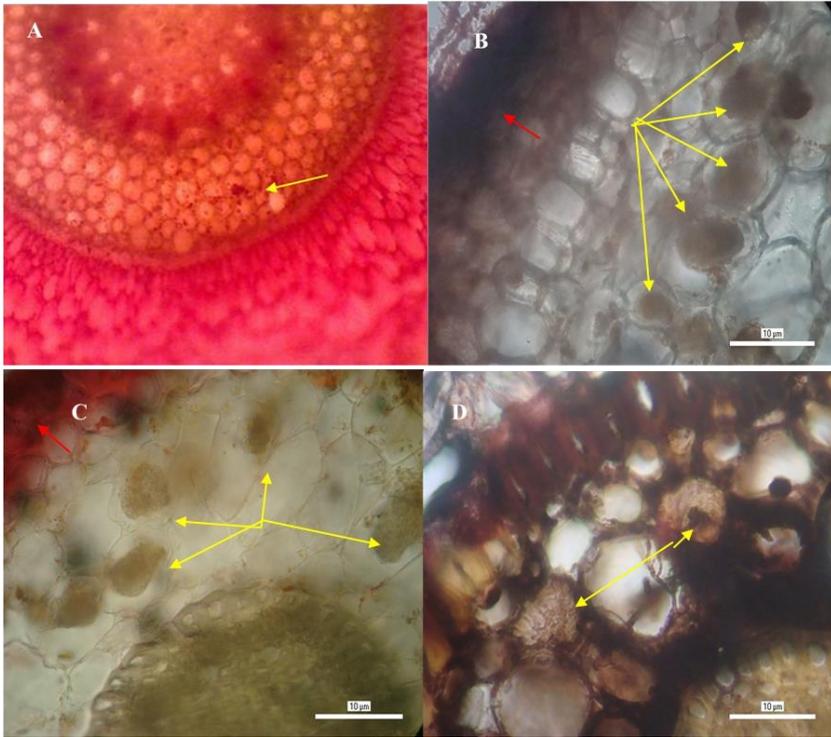
hubungan simbiosis mutualisme dengan perakaran tanaman anggrek spesies tertentu tetapi belum tentu bersimbiosis mutualisme pada spesies anggrek lain. Di Pardo *et al.* (2015) membuktikan bahwa *Habenaria hexaptera* hanya bersimbiosis dengan satu subgrup *Ceratobasidium albasitensis* (teleomorph), begitu pula *Cylopogon elatus* juga hanya bersimbiosis dengan *Ceratobasidium* sp. (AG-C). Pada spesies anggrek lain, system perakarannya dapat dikolonisasi lebih dari satu fungi mikoriza-anggrek, seperti akar *Achalensis* bersimbiosis dengan *Ceratobasidium* sp. AG-C dan *C. albasitensis*, *Sacoila australis* dapat bersimbiosis dengan banyak kelompok *Rhizoctonia*-like. Beberapa *Rhizoctonia*-like yang sering membentuk mikoriza-anggrek adalah dari genus *Ceratorhiza*, *Epulorhiza*, *Monilioipsis*, *Rhizoctonia*, *Ceratobasidium*, *Thanatephorus*, *Tulasnella* dsb.

Struktur mikoriza-anggrek (*Orchid mycorrhizae*) berbeda dengan dua tipe mikoriza pada tanaman keras maupun herba (ektomikoriza dan mikoriza arbuskular). Jika ektomikoriza memiliki mantel dan jala hartig (Gambar 15A), dan mikoriza arbuskula memiliki vesikel dan arbuskul (Gambar 15B), maka mikoriza-anggrek memiliki struktur seperti pada ektomikoriza dan mikoriza arbuskular.

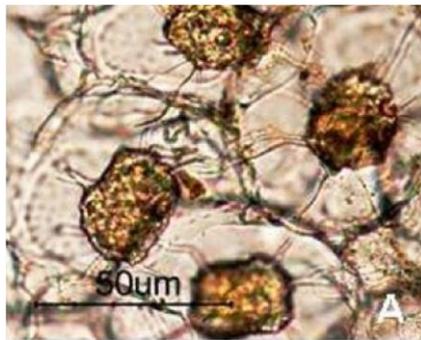


Gambar 15. Struktur mikoriza: A) ektomikoriza (panah kuning = mantel dan panah merah = jala hartig) (Ducousso et al. 2012); B) endomikoriza (panah kuning : arbuskul; panah merah : vesikel) (Pérez-Moreno *et al.* 2019).

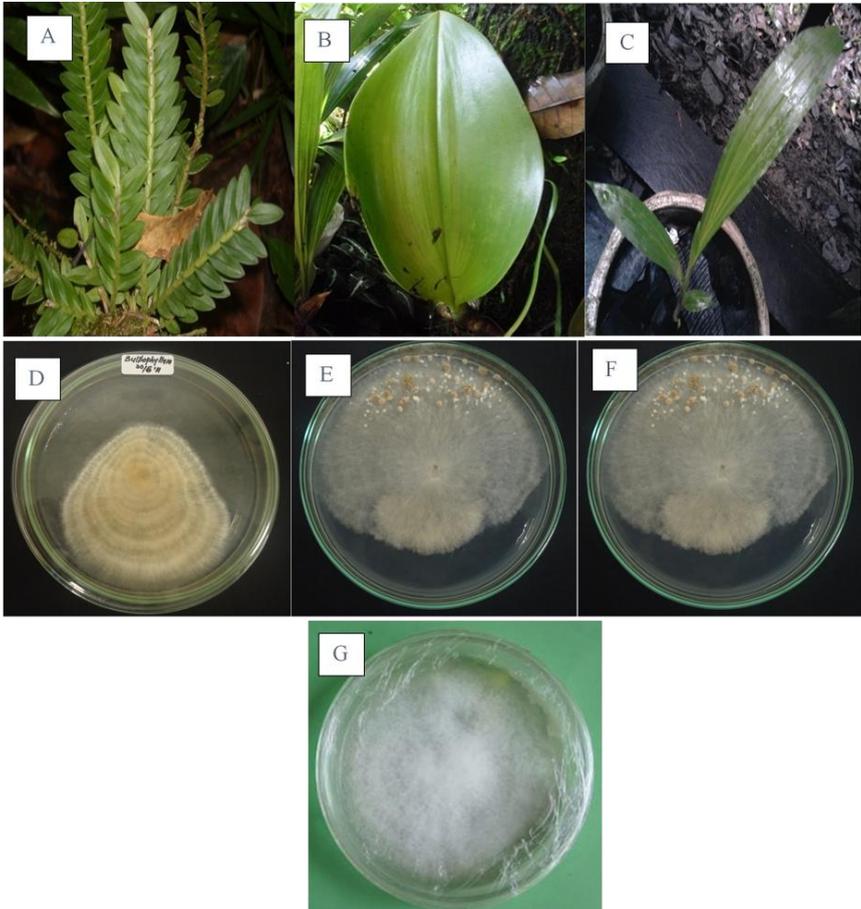
Mikoriza-anggrek memiliki mantel dan peloton (menyerupai arbuskul) (Gambar 16). Adanya mantel pada jaringan akar anggrek diindikasikan dengan warna yang lebih pekat dibandingkan dengan akar anggrek yang tidak bermikoriza. Peloton merupakan agregat hifa di dalam sel korteks inang (akar tumbuhan). Kehadiran peloton menjadi tanda adanya kolonisasi *Rhizoctonia* pada akar anggrek. Pembentukan peloton dipengaruhi oleh jenis anggrek (epifit atau terestrial) dan habitat anggrek. Kolonisasi *Rhizoctonia* tidak terjadi di akar udara (biasanya pada anggrek epifit). Akar yang terkolonisasi tampak adanya gulungan longgar yang dikelilingi oleh hifa hidup di luar korteks akar dan berwarna kecoklatan di dalam korteks dalam bentuk peloton (Gambar 17) (Hossain 2019).



Gambar 16. Peloton pada akar anggrek: A) *Dendrobium aphyllum*; B) *Appendiculata*; C) *B. becarii*; D) *C. vestica*, (tanda panah merah mantel, tanda panah kuning peloton) (Suryantini *et al.* 2015; Soelistijono *et al.* 2020).



Gambar 17. Peloton pada akar *Gastrocilus calceolaris* (Hossain 2019).

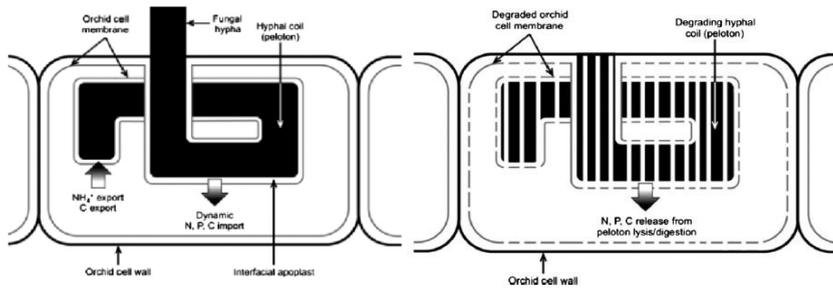


Gambar 18. Mikoriza-anggrek (*Rhizoctonia*-akar anggrek): A) *Appendiculata*, B) *B. becarii*, C) *C. vestica*, D-F) koloni *Rhizoctonia*-like binukleat; G) koloni *Rhizoctonia*-like mikoriza pada *Dendrobium Lineale* (Suryantini *et al.* 2015; Soelistijono *et al.* 2020).

Warna koloni *Rhizoctonia* mikoriza berbeda-beda tergantung dari kelompok masing-masing (genus dan AG/kelompok anastomosis). Kisaran warna koloni antara putih sampai coklat muda atau krem baik yang diisolasi

dari akar *Appendiculata*, *B. beccari*, *C. vestita* maupun *S. plicata* (Soelistijono *et al.* 2011; Suryantini *et al.* 2015).

Hubungan nutrisi pada mikoriza identik dengan penyerapan unsur P, termasuk pada mikoriza-anggrek. Namun siklus nutrisi mikoriza-anggrek lebih ditekankan pada transport N. Beberapa penelitian merangkum transportasi N antar *Rhizoctonia*-akar anggrek (Gambar 19).



Gambar 19. Model transport nutrisi pada mikoriza-anggrek: A) sel akar anggrek yang terkolonisasi *Rhizoctonia* mikoriza (ditandai adanya peloton), pada kondisi tidak berlangsung fotosintesis, tanaman mengirim NH_4^+ sebagai nutrisi *Rhizoctonia*. Tanaman mengirim unsur karbon (C) ke *Rhizoctonia* mikoriza pada kondisi tanaman sedang berlangsung fotosintesis. Tanaman menerima nitrogen (N), fosfor (P) and C dari *Rhizoctonia* melewati melewati membran apoplast; B) dalam sel akar yang mengandung peloton tua, tanaman menerima N, P and C sebagai hasil terdegradasinya peloton (Dearnaley and Cameron 2017).



Gambar 20. Anggrek pada tahap tidak terjadi fotosintesis: A) *protocorm* dalam mikropropagasi; B) semai kecil (Orchideenvermehrung Ederer 2020).

Setelah perkecambahan, semua anggrek membentuk *protocorm* struktur heterotrofik baik mikoheterotrofik maupun holomikotrofik (Gambar 14), dimana pada fase ini terjadi ketergantungan kolonisasi dengan fungi mikoriza (*Rhizoctonia* mikoriza). Pada fase *protocorm*, pertumbuhan sangat tergantung dengan oksigen dan nutrisi khususnya ditunjang oleh keberadaan mikoriza anggrek dengan fungi yang kompatibel. Pada fase perkecambahan yang berkembang menjadi *protocorm* akan melepaskan molekul sinyal yang disebut strigolakton pada kondisi tercekam fosfor. Pada kondisi inilah akan menarik fungi mikoriza untuk datang dan mengkolonisasi akar anggrek.

Gambar 20. menunjukkan bahwa ketika pada masa perkecambahan dan *protocorm* (masa belum berlangsungnya proses fotosintesa), tanaman anggrek mengirim NH_4^+ dan menerima P, N dan C dari simbiosis alami *Rhizoctonia* melewati membran sel. Nutrisi berupa C, N dan P juga dihasilkan dari proses lisis peloton (peloton yang sudah tua). Tanaman anggrek yang sudah mengalami fotosintesis, tanaman akan mengirim gula ke *Rhizoctonia* dan menerima P dari *Rhizoctonia* (simbiosis alaminya) melalui membran seperti transportasi asam amino antara tanaman.

Pemberian *Rhizoctonia* mikoriza memberikan hasil yang signifikan dalam pertumbuhan anggrek, misalnya inokulasi *Rhizoctonia* mikoriza pada *seedling Dendrobium agregatum* (Soelistijono 2018, tidak dipublikasikan). Peranan akar tanaman adalah sebagai saluran untuk mensuplai unsur hara dan air dari media tanam ke tanaman. *Rhizoctonia*

mikoriza berperan dalam meningkatkan ketahanan hidup tanaman terhadap kondisi ekstrim seperti kekeringan dan penyakit serta meningkatkan pertumbuhan anggrek dengan bertambahnya kemampuan akar dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan. Semakin banyak jumlah akar pada anggrek akan menyebabkan unsur hara yang diserap akan semakin banyak pula, ini disebabkan karena hifa *Rhizoctonia* mikoriza yang telah menginfeksi akar tanaman dapat membantu perakaran dalam menyerap unsur hara dan air pada daerah yang tidak terjangkau oleh akar tanaman. Peranan langsung mikoriza adalah membantu akar dalam meningkatkan penyerapan air karena hifa fungi masih mampu menyerap air dari pori – pori tanah pada saat akar tanaman sudah mengalami kesulitan mengabsorpsi air. Hal ini dikarenakan hifa utama *Rhizoctonia* mikoriza di luar akar membentuk percabangan hifa yang lebih kecil dan halus dari rambut akar dengan diameter kurang lebih 2 μm . Oleh karena itu, kehadiran *Rhizoctonia* mikoriza dapat memperbesar daya serap akar dan meningkatkan pertumbuhan anggrek (Gambar 21).



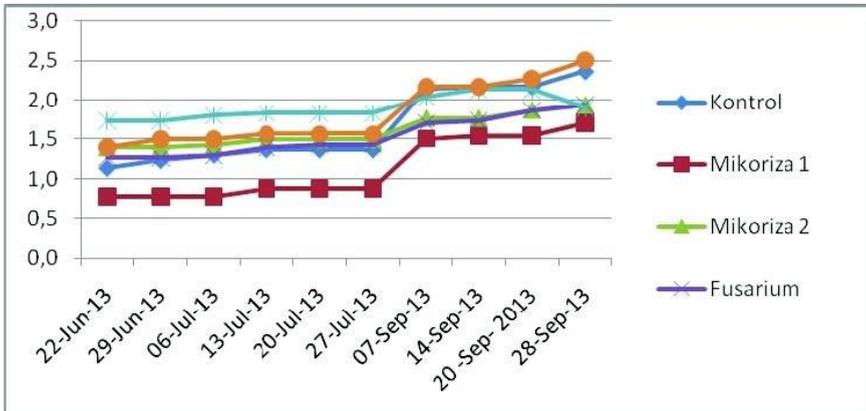
Gambar 21. Pengaruh inokulasi *Rhizoctonia* mikoriza pada *plantlet Dendrobium agregatum* (Soelistijono 2018, tidak dipublikasikan)

Pada Gambar 21. terlihat *plantlet* anggrek *D. agregatum* berumur 6 bulan yang diberi *Rhizoctonia* mikoriza memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding yang tidak diberi *Rhizoctonia* mikoriza. Hal ini menunjukkan bahwa *Rhizoctonia* mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara pada perakaran anggrek sehingga dengan ketersediaan unsur hara yang berlimpah maka kecepatan pertumbuhan anggrek akan lebih tinggi dibanding yang tidak diinduksi *Rhizoctonia* mikoriza.

Penjelasan tersebut menunjukkan peran *Rhizoctonia* mikoriza sebagai pelindung dari cekaman abiotik dan biotik. Anggrek yang bersimbiosis dengan *Rhizoctonia* mikoriza, mampu bertahan pada kondisi cekaman kekeringan. Sebagai contoh pada *Dendrobium machrophyllum*

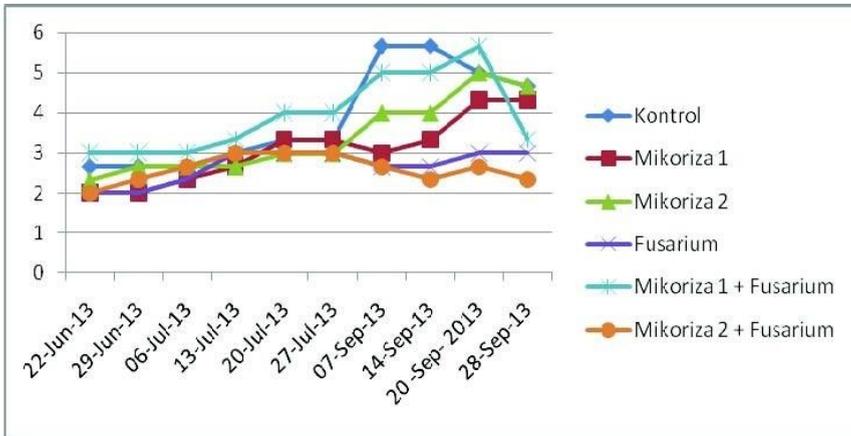
yang diinduksi oleh *Rhizoctonia* mikoriza memiliki kemampuan untuk bertahan lebih lama pada cekaman kekeringan dibandingkan yang tidak diinduksi oleh *Rhizoctonia* mikoriza (Soelistijono *et al.* 2018). Kemampuan *D. macrophyllum* untuk bertahan pada kondisi ini dikarenakan adanya peloton yang terbentuk dibagian kortek akar. Hal ini ditunjukkan oleh kandungan prolin yang rendah pada *D. macrophyllum* yang diinduksi *Rhizoctonia* mikoriza dibanding *D. macrophyllum* yang tidak diinduksi *Rhizoctonia* mikoriza. Prolin adalah salah satu osmolitik paling umum pada stress air tanaman yang berfungsi dalam pengaturan tekanan osmosis dan akumulasinya di dalam sel yang berperan dalam menjaga keseimbangan air (Soelistijono *et al.* 2018).

Pemberian *Rhizoctonia* mikoriza dapat menekan serangan penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. yang menginfeksi pada anggrek (Soelistijono 2015). Pada penelitian dengan menggunakan anggrek *Phalaenopsis amabilis* menunjukkan bahwa perlakuan tanpa diberi *Rhizoctonia* mikoriza (M0) menunjukkan intensitas serangan penyakit yang lebih tinggi yaitu 27,77 dibandingkan yang diprainokulasi *Rhizoctonia* mikoriza dari Surakarta (M1) dan Sleman (M2) yaitu 16,66 dan 0,00. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian *Rhizoctonia* mikoriza baik yang diisolasi dari *P. amabilis* di Surakarta dan Sleman mampu menurunkan indek keparahan penyakit/*Disesases Severity Index* (DSI). Pertumbuhan vegetatif *P. amabilis* yang diinfeksi oleh *Fusarium* sp. setelah diinokulasi maupun tidak dengan *Rhizoctonia* mikoriza (M1 dan M2) dapat dilihat pada pertumbuhan lebar daunnya (Gambar 22).



Gambar 22. Pengaruh inokulasi fungi *Rhizoctonia* mikoriza dan *Fusarium* pada *Phalaenopsis amabilis* terhadap lebar daun (Soelistijono 2015).

Dari Gambar 22 terlihat bahwa pertumbuhan lebar daun rata-rata tertinggi terdapat pada *P. amabilis* yang diinokulasi dengan M2 sebelum diinokulasi dengan *Fusarium* sp. diikuti *P. amabilis* yang diprainokulasi dengan M1 dan kontrol. Dibandingkan dengan yang hanya diberi *Rhizoctonia* mikoriza (M1 dan M2), pertumbuhan *P. amabilis* yang terimbas mampu meningkatkan pertumbuhan lebar daun saat diinfeksi oleh *Fusarium* sp. Hal tersebut menunjukkan telah terjadi mekanisme ketahanan terimbas (*Induced Resistance*) pada *P. amabilis* yang diprainokulasi dengan M1 dan M2. Pengaruh efektifitas prainokulasi *Rhizoctonia* mikoriza (M1 dan M2) terhadap *Fusarium* sp. dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Pengaruh interaksi fungsi *Rhizoctonia* mikoriza dengan *Fusarium* pada *Phalaenopsis amabilis* terhadap lebar daun (Soelistijono 2015).

Pengamatan pada Gambar 23 terlihat bahwa prainokulasi dengan M1 memberikan hasil terbaik dibanding prainokulasi dengan M2. Hal tersebut menunjukkan bahwa asosiasi M1 dengan *P. amabilis* mampu meningkatkan jumlah daun yang berpengaruh pada kemampuannya didalam menghambat infeksi dari *Fusarium* sp. Walaupun demikian dari Gambar 23 juga terlihat bahwa asosiasi M2 dengan *P. amabilis* lebih efektif dibanding asosiasi dengan M1.

3. *Rhizoctonia* sebagai Agens Pengendali Hayati

Rhizoctonia juga dapat menjadi agens pengendalian patogen *Rhizoctonia*. Tentunya kelompok *Rhizoctonia* ini adalah yang bersifat hipovirulen (virulensi rendah). Virulensi ditentukan melalui uji virulensi menggunakan tanaman indikator (seperti ketimun, tomat, jagung, cabe, dsb.), yaitu tanaman yang peka terhadap infeksi *Rhizoctonia*. Uji virulensi

pada tanaman indikator annual seperti herba, dilakukan selama 1 minggu, sedangkan jika tanaman bersifat perennial dan berkayu maka lama pengujian adalah 2 minggu atau lebih (tergantung jenis tanaman), seperti uji virulensi pada *Pinus merkusii* dilakukan selama 2 minggu.

Tabel 7. Virulensi *Rhizoctonia* spp. di beberapa tanaman.

Isolat	Virulensi				
	Tusam	Ketimun	Tomat	Jagung	Cabe
<i>Rhizoctonia</i> sp. 1	Virulen (2,67 ± 1,16)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (3,00 ± 0,00)	Virulen (3,00 ± 0,00)
<i>Rhizoctonia</i> sp. 2	Avirulen (0,00 ± 0,00)	Hipovirulen (0,50 ± 0,50)	Hipovirulen (0,50 ± 0,50)	Avirulen (0,17 ± 0,29)	Avirulen (0,00 ± 0,00)
<i>Rhizoctonia</i> sp. 3	Sangat virulen (3,33 ± 1,16)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (3,00 ± 0,00)	Sangat Virulen (3,00 ± 0,00)
<i>Rhizoctonia</i> sp. 4	Virulen (2,67 ± 0,58)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (3,00 ± 0,00)	Sangat virulen (2,33 ± 0,58)
<i>Rhizoctonia</i> sp. 5	Avirulen (0,00 ± 0,00)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (4,00 ± 0,00)	Sangat virulen (3,00 ± 0,00)	Hipovirulen (0,33 ± 0,58)

Warna biru pada Tabel 7. adalah besaran nilai indeks keparahan penyakit (DSI) yang diukur berdasarkan gejala tampak akibat infeksi *Rhizoctonia* (Gambar 24). Gejala yang tampak diberi penilaian berdasarkan skoring kategori serangan (Tabel 8).



Gambar 24. Gejala infeksi *Rhizoctonia* spp. pada beberapa semai: A) mentimun; B) tomat; C) jagung; D) cabai; E) pinus.

Tabel 8. Skoring kategori serangan infeksi *Rhizoctonia*.

Skor	Kondisi semai/tanaman disertai gejala yang muncul
0	Sehat, tanpa bercak pada hipokotil
1	1 atau 2 bercak coklat terang dengan ukuran pada kecambah <0,25 cm
2	Bercak coklat terang (ukuran 0,25-0,5 cm), daerah basah pada kecambah <10%

- 3 Bercak coklat terang sampai gelap (ukuran >1 cm), luas daerah basah pada kecambah 10-100%
- 4 Layu, kematian semai

Hasil skoring gejala dihitung untuk mengetahui indeks keparahan penyakitnya (DSI), dihitung berdasarkan rumus (Sneh et al. 2004). Nilai DSI tiap tanaman diinterpretasikan berdasarkan table DSI untuk mengetahui virulensi patogen (Tabel 9).

$$DSI = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

N = kategori serangan per individu

Z = jumlah individu yang digunakan

Tabel 9. Virulensi isolat *Rhizoctonia* berdasarkan nilai indeks keparahan penyakit (DSI) (Sneh et al. 2004).

Nilai DSI	Gejala	Virulensi isolat
0 - 0,3	Tidak bergejala penyakit rebah semai	Avirulen
0,4 - 0,9	Gejala lemah	Virulen rendah
1,0 - 1,9	Gejala moderat	Moderat virulen
2,0 - 2,9	Gejala parah	Virulen
3,0 – 4,0	Gejala sangat parah	Sangat virulen

Keterangan : Nilai DSI kurang dari 2 menunjukkan bahwa isolat bersifat hipovirulen.

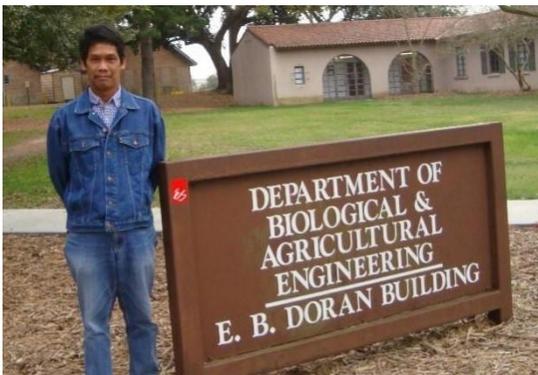
Hasil perhitungan tersebut, maka akan dapat diinterpretasikan isolat mana saja yang hipovirulen. Setiap isolat yang diketahui hipovirulen pada suatu tanaman, tidak secara otomatis memiliki tingkat virulensi yang sama pula pada tanaman lain. Hal ini dikarenakan virulensi suatu patogen

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Rosa Suryantini, S.Hut., MP. (asoerrosa@gmail.com)

Lahir di Situbondo (Jawa Timur), 15 Juli 1978. Penulis dilahirkan sebagai anak ke-3 dari 3 bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan terakhirnya program doktoral di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 2011. Kiprahnya di dunia ilmu pengetahuan, penulis telah terlibat dalam banyak penelitian-penelitian mikologi dan beberapa diantaranya adalah *Rhizoctonia* sebagai pathogen, mikoriza fungi dan agens biokontrol, dan telah menulis beberapa artikel ilmiah dalam bentuk jurnal dan prosiding. Saat ini penulis masih aktif mengajar di Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak.



Dr. Drs. R. Soelistijono MP. ([sulistyoy.utp@gmail.com](mailto:sulistyo.utp@gmail.com))

44 RHIZOCTONIA LaWAn atau KawAN

Lahir di Semarang, 30 Desember-1966. Penulis telah menyelesaikan pendidikan terakhirnya program doktoral di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 2013. Dalam dunia ilmu pengetahuan, penulis telah banyak menghasilkan karya-karya ilmiah khususnya tentang *Rhizoctonia* sebagai sebagai *orchid mycorrhizae*, baik dalam bentuk buku, jurnal dan prosiding. Saat ini penulis masih aktif sebagai staf pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta.