

CENDAWAN *Metarhizium anisopliae* SEBAGAI PENGENDALI HAYATI EKTOPARASIT CAPLAK DAN TUNGAU PADA TERNAK

RIZA ZAINUDDIN AHMAD

Balai Penelitian Veteriner, PO Box 151, Bogor 16114

ABSTRAK

Metarhizium anisopliae telah diketahui sebagai salah satu agen hayati yang dapat membunuh dan mengendalikan hama khususnya arthropoda. Belakangan ini telah dilakukan usaha-usaha pengendalian terhadap akarid; caplak dan tungau yang diketahui sebagai ektoparasit pada ternak ruminansia dengan cendawan tersebut. Cendawan ini dapat dipakai sebagai pengendali hayati terhadap ektoparasit karena tidak membahayakan kesehatan manusia dan ternak. Bersamaan dengan itu ketersediaan mikroba sebagai plasma nutfah Indonesia khususnya cendawan cukup mendukung kemungkinan pengembangan *M. anisopliae* sebagai agen pengendali hayati, sehingga pada akhirnya prospek pengembangan di masa mendatang cukup cerah sebagai pengendali caplak dan tungau.

Kata kunci: *Metarhizium anisopliae*, pengendali hayati, ektoparasit

ABSTRACT

THE FUNGI METARHIZIUM ANISOPLIAE AS A BIOCONTROL FOR ECTOPARASITE MITES AND TICKS IN LIVESTOCK

Metarhizium anisopliae has been known as a biological agent that can kill and control pests especially arthropods. Recently the efforts on controlling arachnid: mites and scabies known as ectoparasites for ruminants have been done by using this fungus. This fungus can be used as a biological control on ectoparasite since it is not harmful for human and animal health. At the same time the availability of microbes as the Indonesian germ plasm especially fungi is sufficient to support the development of *M. anisopliae* as a biological control agent, and eventually its development prospect as a controlling for ticks and mites in the future is promising.

Key words: *Metarhizium anisopliae*, control biology, ectoparasite

PENDAHULUAN

Kerugian akibat ektoparasit caplak dan tungau cukup tinggi pada ternak ruminansia khususnya di Indonesia. Selain merugikan ternak secara ekonomi juga karena dapat bersifat zoonosis khususnya pada penyakit skabies. Pengendalian dengan obat dengan zat khasiat yang berasal dari bahan kimia dan tanaman tradisional telah dilakukan dengan hasil yang beragam dan kendala harga pengobatan yang cukup tinggi (BUDIANTORO, 2004; MANURUNG *et al.*, 1992).

Cendawan sebagai salah satu mikroba dapat dimanfaatkan untuk pengendalian parasit. Cendawan *Arthrobotrys oligospora* dan *Duddingtonia flagrans* dapat dipakai untuk mengendalikan larva cacing *Haemonchus contortus* pada ruminansia kecil (AHMAD, 2001; FAEDO *et al.*, 1998). Untuk pengendalian caplak dan tungau *Metarhizium anisopliae* dapat dipakai sebagai pilihan pada ternak, walau masih sedikit dilakukan (FRAZZON *et al.*, 2000; SMITH *et al.*, 2000; BROOKS dan WALL, 2002).

Tujuan dari tulisan ini menguraikan kemungkinan pemakaian cendawan *M. anisopliae* untuk dipakai

sebagai pengendali hayati terhadap caplak dan skabies pada ternak.

EKTOPARASIT

Dua jenis ektoparasit caplak dan tungau tergolong akarid yang merupakan masalah penting karena dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kerugian ekonomi pada ternak. Keduanya merusak kulit, dan khususnya caplak dapat berperan sebagai vektor berbagai penyakit virus, bakteri, protozoa dan riketsia dan dapat menimbulkan kematian. (SEDDON, 1976; SOULSBY, 1986).

Caplak

Caplak yang tergolong penting adalah *Boophilus microplus*, caplak ini berkulit keras dan berumah satu (hidup pada satu ekor hewan). Mempunyai taksonomi kelas: Arachnida, ordo: Acarina, subordo: Ixodoidea, genus: *Boophilus* dan spesies: *Boophilus microplus*. Daur hidupnya terdiri dari telur, larva, nimfa dan

dewasa. Dari larva sampai dewasa dapat menempel pada satu individu induk semang. Baik caplak jantan atau betina menghisap darah sepanjang waktu. Setelah kenyang menghisap darah, caplak betina jatuh ke tanah dan kemudian bertelur, caplak betina dapat bertelur sampai 2496 butir pada temperatur 24°C sesudah itu mati. Setelah menetas menjadi larva, maka larva tersebut merayap ke ujung-ujung rumput untuk kemudian menempel pada hewan-hewan yang melewatinya. Pada rumput larva dapat bertahan sampai 3 bulan. Kehidupannya terdapat pada dua tempat yaitu kehidupan di tubuh hewan atau disebut stadium parasitik dan kehidupan di luar tubuh hewan yang disebut stadium non parasitik. Kehidupan caplak pada stadium parasitik dimulai dari saat larva menempel pada hewan sampai caplak dewasa jenuh darah (*engorged*) dan jatuh dari tubuh hewan; sedangkan kehidupan caplak pada stadium non parasitik dimulai dari saat caplak tadi jenuh darah jatuh dari hewan sampai stadium larva generasi berikutnya sebelum menempel pada tubuh hewan. Larva mempunyai 3 pasang kaki, dan tempat yang disenangi caplak bagian leher, dada dan bagian antara kedua kaki belakang. Caplak lain yang menyerang ternak yaitu genus *Amblyomma* spp., *Dermacentor* spp., *Haemaphysalis* spp., *Rhipicephales* spp., *Ixodes* spp. (HITCHCOK, 1955; BERIAJAYA, 1982; SOULSBY, 1986). Umumnya caplak hidup pada kelembaban 40% sampai 80%, suhu 19°C s/d 40°C (SOULSBY, 1986; FRAZZON *et al.*, 2000; ONOFRE *et al.*, 2001). Gejala klinis yang nampak pada ternak adalah kegatalan, kerusakan pada kulit, penurunan kondisi umum dan produksi, berat badan yang menurun (SEDDON, 1976). Hal ini akan merugikan secara ekonomi dan kesehatan. Kerugian akibat gangguan caplak pada peternakan sapi di Amerika Serikat diperkirakan mencapai 60 juta dollar/tahun (STEELMAN, 1976). Di Indonesia sendiri caplak menjadi masalah pada ternak sapi di daerah Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Aceh, Sumatera, Sumbawa dan Jawa (SIGIT *et al.*, 1983). Cara penanggulangan sementara ini dilakukan dengan akarisisida, ivermectin, dan yang masih dalam taraf penelitian ialah obat yang berasal dari tanaman tradisional ekstrak daun tembakau, biji srikaya dan mimba (CAMPBELL and BENZ 1984; MANURUNG, 2002; MANURUNG dan AHMAD, 2003).

Tungau

Tungau yang sering membuat masalah adalah *Sarcoptes scabiei*, penyebab kudis dan pada umumnya menyerang ternak kambing. Selain jenis tungau tersebut jenis lain penyebab kudis yaitu *Chorioptes bovis*, *C. texanus*, *Demodex* spp., *Notoedres cati*, *Otodectes cynotis*, *Psoroptes ovis*, *P. cuniculi*. Selain menyerang kambing *S. scabiei* menyerang babi, anjing,

kucing, kelinci, sapi dan bersifat zoonosis. Mempunyai taksonomi kelas: Arachnida, ordo: Acarina, subordo: Sarcoptiformes, famili: Sarcoptidae, genus: Sarcoptes dan spesies: *Sarcoptes scabiei*. Tungau betina dari kelompok skabies bertelur pada kulit di pinggir-pinggir luka atau liang kulit, telur-telur yang dihasilkan sebanyak 40-50 butir. Telur-telur ini akan menetas 1-5 hari berkaki enam. Larva berkembang menjadi nimfa yang berkaki delapan tetapi belum mempunyai alat kelamin. Dari nimfa akhirnya tumbuh menjadi tungau dewasa. Dari telur sampai dewasa diperlukan 11-16 hari. Tungau betina diperkirakan hidup tidak lebih dari 40 hari, dan tungau amat peka terhadap kekeringan. Umumnya dapat hidup pada kelembaban 40-75%, suhu 21-40°C (ARLIAN *et al.*, 2004; SOULSBY, 1986). Gejala klinis yang tampak adalah ternak mengalami kegatalan, lecet, luka dan kurus, umumnya kerusakan kulit pada moncong, telinga, dada bagian bawah, abdomen, pangkal ekor, leher, sepanjang punggung dan kaki. Terlihat kulit berkerak-kerak, menebal dan melipat-lipat. Pada tempat-tempat tersebut bulu sudah lepas sehingga kulit kelihatan gundul. Peradangan dan gigitan akarid tersebut akan menimbulkan kerusakan pada kulit, kehilangan berat badan, dermatitis dan diakhiri dengan kematian. (SOULSBY, 1986; THEDFORD, 1984). Skabies merupakan masalah penting di Eropa, Amerika Utara, Asia dan Afrika Selatan, di Inggris tercatat ada kejadian lebih dari 3500 kasus pada abad ke-19 (KIRKWOOD, 1986). Di Indonesia dilaporkan menyerang ternak kambing, meski angka kesakitan relatif rendah tetapi menimbulkan kerugian karena menyebabkan kematian (ANONIMOUS, 1992). Dengan prevalensi mencapai 4-11% (BUDIANTORO, 2004). Sementara ini penanggulangan dilakukan dengan ivermectin, oli bekas dan belerang (ANONIMOUS, 1992; MANURUNG *et al.*, 1992).

CENDAWAN *Metarhizium anisopliae*

Salah satu agen pengendali hayati adalah cendawan *Metarhizium anisopliae* yang telah lama diketahui mempunyai kemampuan entomopatogenik, termasuk cendawan filamentous, berfilum Ascomikota, kelas Hipomisetes, ordo Moniliales, genus *Metarhizium*, spesies *Metarhizium anisopliae*. Kapang ini hidup dan banyak ditemukan di tanah, bersifat saprofit, dan sering ditemukan pada serangga yang terinfeksi dari berbagai macam stadia, tumbuh pada suhu dan kelembaban umum cendawan entomofagus antara 65-85°F dan kelembaban 30-90%, juga pada kelembaban di bawah 50% dapat melepas spora (ANONIMOUS, 2001; BARNET, 1969; CLOYD, 2003; GREEN dan DIVER, 2004; GENTHNER *et al.*, 2004; WIKARDI, 2000). Cendawan ini mempunyai ciri koloni berwarna hijau zaitun, konidiofor yang panjangnya

dapat mencapai 75 μm , bertumpuk-tumpuk diselubungi oleh konidia yang berbentuk apikal berukuran antara 6–9,5 μm x 1,5–3,9 μm , bercabang-cabang, berkelompok membentuk massa yang padat dan longgar (BARNET, 1969; GILMAN, 1959). Gambar 1, 2 dan 3 berturut-turut memperlihatkan *M. anisopliae* dalam bentuk cendawan pada media agar di cawan petri, konidia dan miselium pada pemeriksaan mikroskopik (IHARA, 2003).

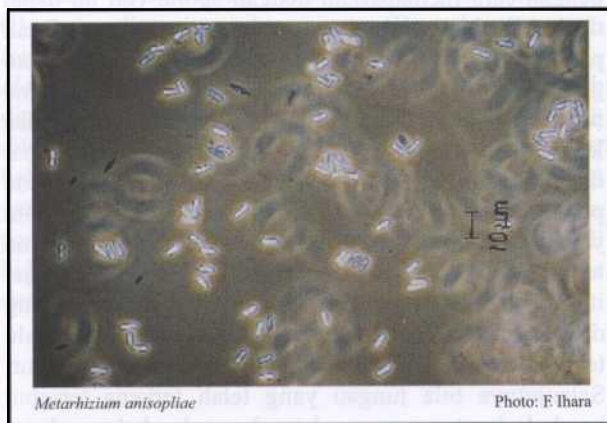


Metarhizium anisopliae

Photo: F. Ihara

Gambar 1. *M. anisopliae* pada media agar

Sumber: IHARA (2003)

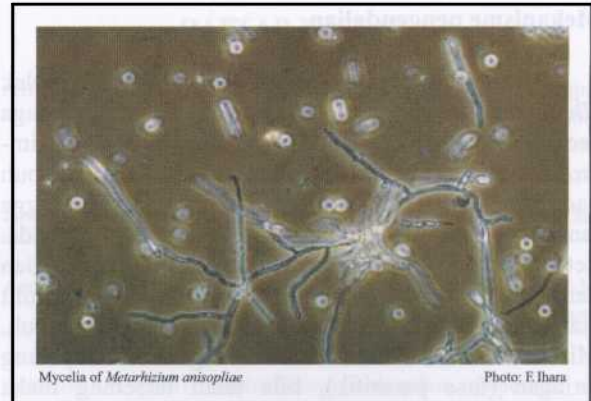


Metarhizium anisopliae

Photo: F. Ihara

Gambar 2. Konidia *M. anisopliae*

Sumber: IHARA (2003)



Mycelia of *Metarhizium anisopliae*

Photo: F. Ihara

Gambar 3. Miselia *M. anisopliae*

Sumber: IHARA (2003)

Metarhizium anisopliae sebagai pengendali ektoparasit

Pertama kali *M. anisopliae* dipakai sebagai agen mikroba untuk membunuh serangga pada tahun 1879. Saat itu Elich Metchnikoff melakukan penelitian dengan memakai cendawan tersebut untuk mengendalikan hama kumbang gandum *Anisopliae austriaca*, dan hama tebu *Cleanus punctiventris* (CLOYD, 2003). Di Indonesia *M. anisopliae* telah berhasil dipakai sebagai pengendali hama kumbang kelapa (WIKARDI, 2000). Sampai saat ini baru diketahui kurang lebih 200 spesies serangga yang dapat dikendalikan olehnya. *M. anisopliae* diklasifikasikan sebagai jenis cendawan yang mempunyai patogenitas sangat rendah dan tak beracun terhadap manusia dan ternak, sehingga menjadi calon pengendali hayati yang baik terhadap akarid (BROOKS dan WALL, 2002).

M. anisopliae dipakai sebagai pengendali caplak, efektif bekerja terhadap caplak betina dewasa *Boophilus microplus* yang diuji dengan dosis 1×10^7 spora/ml dapat membunuh 100% caplak betina (FRAZZON *et al.*, 2000). Untuk pengendalian parasit tungau pada koloni lebah madu yaitu *Varroa destructor* dengan aplikasi bentuk lapisan strip dan serbuk debu, daya kerjanya efektif selama 40 hari (KANGA *et al.*, 2003). Pada tungau *Psoroptes ovis*, uji secara *in vitro* terhadap *M. anisopliae* telah diketahui bahwa cendawan ini dapat membunuh tungau tersebut. Penelitian secara *in vitro* ini, memperlihatkan hasil bahwa sejumlah tungau tersebut setelah diberi perlakuan selama 6 hari, 60% betina dewasa, 10% jantan dewasa dan 30% nimfa mati dengan hifa kapang tumbuh pada permukaan kulitnya. Infeksi dengan dosis antara 1×10^4 sampai 1×10^6 konidia/ml memperlihatkan hasil 2–25% tungau terinfeksi, sedangkan dengan dosis tinggi 1×10^7 dapat mencapai 71% (SMITH *et al.*, 2000).

Mekanisme pengendalian

Mekanisme infeksi kapang ini pada caplak (*Boophilus microplus*) dan tungau dewasa, diduga secara umum yang lebih berperan adalah enzim-enzim, sehingga pada akhirnya kapang dapat tumbuh pada caplak tersebut. Sedangkan pada serangga tanaman yang lebih berperan adalah insektisida. Setelah enzim berperan melisis kulit, lalu bagian yang infeksi dari kapang berkecambah masuk ke kulit atau kutikula dan menerobos masuk ke dalam tubuh. Miselia tumbuh dalam tubuh inang dan menyerang jaringan (fase parasitik), bila telah terserang maka inang mati, tetapi kapang tetap berkembang. Kapang tersebut membentuk konidia baru di atas bangkai inang (fase saprofitik), sedangkan pada stadia lainnya belum diketahui lebih lanjut (ANONIMOUS, 2003a; ONOFRE *et al.*, 2001; WIKARDI, 2000). Kapang ini mempunyai beberapa macam enzim untuk membantunya dalam melakukan penetrasi. Beberapa enzim yang dihasilkan cendawan ini mendukung mekanisme tersebut misalnya: khitinase, peptidase dan endokhitinase yang bersifat asam pada 2 band-nya (43,5 dan 45 k Da). Khitinase dihasilkan dalam jumlah rendah melalui struktur infeksi pada permukaan dan selama melakukan penetrasi kutikula. Sedangkan jumlah khitinase dihasilkan dalam jumlah besar akan tergantung pada kemampuan akses dari substrat, misalnya pada daerah degradasi proteolitik dan gene MCBP yang menghasilkan peptidase, metabolit sekunder yaitu destruksin yang mempunyai efek membunuh caplak (Carboxypeptidase MeCPA) (LEGER *et al.*, 1996; ANONIMOUS 2001; CLOYD, 2003).

Baik caplak dan tungau tergolong kelas arachnida, mempunyai mulut (*sucker*), anus, kaki yang dapat merupakan bagian tubuh untuk kontak terhadap benda asing, termasuk konidia (spora) dari *M. anisopliae* (LEGER *et al.*, 1996). Umumnya spora tersebut menempel, lalu melakukan penetrasi dengan bantuan enzim khitinase, lipase, sehingga dapat masuk ke dalam tubuh, lalu mengambil zat nutrisi dari caplak atau tungau tersebut. Kemudian tumbuh dan berkembang hingga akhirnya membunuh inangnya, dan inang yang mati (kadaver) tadi akan sebagai sumber cendawan untuk mematikan akarid yang lainnya (WIKARDI, 2000). Hal ini didukung oleh penelitian *in vitro* BROOKS dan WALL (2002) dan SMITH *et al.* (2000) yang meneliti tungau, yaitu keberadaan kadaver yang telah terinfeksi dapat menjadi pengionisasi infeksi terhadap tungau yang tak terinfeksi. Pada penelitian ini, ternyata hanya dengan 1 tungau yang terinfeksi, dapat menginfeksi 20–40% seluruh tungau. Kadaver tungau tersebut infeksi 5 s/d 18 hari setelah inisiasi, sehingga kadaver tersebut merupakan reservoir konidia pada inang secara terus menerus. Pada inang penyebarannya diharapkan akan lebih efektif lagi dengan cara

menyebarkan dari domba satu ke domba yang lainnya dalam satu kelompok. Transmisi dapat terjadi dari cendawan yang infeksi diantara tungau menjadi pertimbangan (BROOKS dan WALL, 2002). Efeknya terhadap inang non target dapat dikatakan sangat minimal dan tidak menyebabkan penyakit pada manusia dan ternak, meski ada satu kasus infeksi sekunder dari pasien penderita immunosupresif (BURGNER *et al.*, 1998).

Telah diketahui bahwa skabies yang menyerang domba pada umumnya adalah *Psoroptes ovis* sedangkan yang menyerang kambing adalah *Sarcoptes scabiei* (SOULSBY, 1986). Keduanya melakukan cara pengrusakan jaringan kulit yang berbeda. *Psoroptes ovis* melakukan pengrusakan di atas permukaan kulit, sedangkan *S. scabiei* di dalam kulit membentuk terowongan di stratum korneum. Namun karena keduanya tergolong akarid dan mempunyai dinding kulit dari khitin, maka mekanisme penetrasinya oleh cendawan tak jauh berbeda. Hal ini didukung pula oleh sifat ekobiologi *M. anisopliae*, *Boophilus microplus*, *P. ovis*, *S. scabiei*, ketiganya dapat hidup pada suhu antara 20–30°C dan kelembaban 40–50%, sehingga infeksi cendawan dapat memungkinkan terhadap tungau dan caplak.

Cara aplikasi

Penelitian pada strain F52 *M. anisopliae* ini dapat membunuh berbagai macam serangga, caplak, tungau dan kumbang dengan cara penyemprotan (*spraying*) ditambah dengan media pertumbuhan (ANONIMOUS, 2003b).

Baik akarid yang menempel pada kulit maupun yang membuat terowongan dapat diobati secara massal dengan cara memaparkan dengan spora. Hal ini dapat dilakukan dengan cara penyemprotan atau pengolesan pada bagian tubuh yang terkena dan memperlihatkan gejala klinis. Aplikasi *B. microplus* lebih mudah karena menempel pada kulit pada fase parasitik dan bisa langsung berkontak dengan spora sehingga dapat dilakukan setiap saat. Untuk *S. scabiei* agak berbeda pendekatan aplikasinya, karena hanya waktu tertentu yaitu pada saat tungau tersebut bertelur dan meletakkan telurnya di liang terowongan kulit sehingga pada saat itu akan terkena spora cendawan *M. anisopliae* yang dioleskan atau disemprotkan. Diduga yang lebih dahulu terkena spora adalah tungau dewasa dan telur. Selanjutnya bila tungau yang telah terkena tersebut kembali ke terowongan bergabung ke kelompoknya maka akan menularkan pada tungau lainnya sehingga akhirnya tungau-tungau lain terinfeksi *M. anisopliae*. Sebagai perbandingan untuk *P. ovis* dapat mencapai angka 20–40% yang mati (SMITH *et al.*, 2000). Tungau yang mati akan keluar sendiri dari terowongan kulit

oleh mekanisme pertahanan kulit, dan tubuh ternak melakukan penyembuhan sendiri pada bagian yang rusak.

PROSPEK PENGEMBANGAN DI INDONESIA

Pemakaian agen pengendali hayati dengan menggunakan cendawan *M. anisopliae* merupakan salah satu pilihan untuk pengendalian ektoparasit pada ternak ruminansia, selain memakai bahan kimia dan tanaman. Pemakaian agen hayati ini di bidang pertanian telah lama dilakukan dan lebih maju sebagai pengendali berbagai macam hama tanaman. Alasan utama pemakaian agen hayati sebagai kontrol biologi pada ternak adalah tidak ada efek residu pada produk ternak, ataupun resistensi ektoparasit (ANONIMOUS, 2003b). Pada umumnya pemakaian bahan kimia setelah periode tertentu akan menimbulkan efek resistensi pada ektoparasit, sedangkan dengan pemakaian *M. anisopliae* hal tersebut dapat dihindari.

Kasus-kasus kudisan (skabies) dan masalah caplak yang banyak ditemukan pada ternak ruminansia di Indonesia penanganannya belum tuntas. Sehingga masalah skabies dan caplak pada ternak adalah penting, ditambah pula bahwa kasus kudis dapat bersifat zoonosis yaitu menular dari hewan ke manusia dan sebaliknya. Hal ini didukung beberapa faktor seperti: jenis obat yang diberikan, cara pengobatan (aplikasi) yang belum mencapai sasaran dan harga obat yang mahal (Anonymous, 1992; MANURUNG *et al.*, 1992; MANURUNG dan AHMAD, 2003; BUDIANTORO, 2004).

Dukungan plasma nutfah Indonesia yaitu kesuburan tanah, iklim tropis yang banyak mendukung tumbuhnya aneka jenis cendawan. Sementara itu keberadaan isolat *M. anisopliae* cukup banyak. Bahkan beberapa isolat kapang berasal dari *Orytes rhinoceros* (Bogor), *Brontista longisima* (Bogor), *Brontista longisima* (Lampung), kutu daun (Irian Jaya), *Hemiptera* (Manado), *Wereng* (Gambung) sudah dipakai dan disimpan dalam bentuk kering beku setelah diteliti untuk bioinsektisida di penyimpanan kering beku pertanian di Bogor (ANONIMOUS, 1992). Hal ini merupakan dorongan dan peluang untuk melakukan penelitian dalam pemanfaatan kapang tersebut di bidang peternakan untuk mengendalikan penyakit kudis dan caplak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Prospek pengendalian kudis dan caplak pada ternak ruminansia dengan agen hayati *M. anisopliae* memiliki masa depan yang cerah. Oleh karena itu harus segera dilakukan penelitian-penelitian untuk mencapai tujuan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- AHMAD, R.Z. 2001. Isolasi dan seleksi kapang nematofagus untuk pengendalian Haemonchosis pada domba. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- ANONIMOUS. 1992. Kudis. Informasi Teknis Penyakit Hewan. Balai Penelitian Veteriner. hlm. 22–24.
- ANONIMOUS. 1992. *Metarhizium anisopliae* Katalog CCAM (Koleksi biakan mikroba pertanian). Puslitbang Tanaman Pangan, Balitbang Pertanian.
- ANONIMOUS. 2001. *Metarhizium anisopliae*, peptidase of *Metarhizium anisopliae*. <http://meraplinus.iapc.bbsrc.ac.uk/meroplink/speccards/sp000649.htm>. [22 April 2002].
- ANONIMOUS. 2003a. Control biology of *Psoroptes ovis*, mites using entomophagous fungi <http://www.bio.bris.ac.uk/research/insects/mites1.html> [14 Desember 2003].
- ANONIMOUS. 2003b. *Metarhizium anisopliae*. <http://www.fruit.affrc.go.jp>. [14 Desember 2003].
- ARLIAN, L.G., RUNYAN R.A., ACHAR, S. and ESTES S.A. 1984. Survival and infectivity of *Sarcoptes scabiei* var canis var hominis. *J. Am Acad. Dermatol* Aug; 11: 210–215. (Abstract); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=retrieve&db=pubMed&list>. [20 Oktober 2004].
- BARNET, H.L. 1969. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Second Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis.
- BERIAJAYA. 1982. Pengaruh jenis induk semang terhadap beberapa aspek pertumbuhan caplak sapi *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acari, Ixodidae). Tesis. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- BROOKS, A.J. and R. WALL. 2002. Infection of *Psoroptes* mites the fungus *Metarhizium anisopliae*. *Exp. App. Acarol.* 25: 869–880.
- BUDIANTORO. 2004. Kerugian ekonomi akibat skabies dan kesulitan dalam pemberantasannya. Makalah pada Seminar Parasitologi dan Toksikologi Veteriner pada tanggal 20–21 April 2004. Balitvet DFID.
- CAMPBELL, W.C. and G.W. BENZ. 1984. Review paper ivermectin. A review of efficacy and safety. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* 7: 1–16.
- CLOYD, R.A. 2003. The Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. University of Illinois. <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf607.html>: 1–2. [10 Desember 2003].
- FAEDO, M., Z.H. BARNES, R.J. DOBSON and D.J. WALLER. 1998. The Potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Pasture plot study with *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 76: 124–135.

- FRAZZON, A.P.M, I.D.S VAZ JUNIOR, A.MASUDA, A. SCRANK and M.H. VAINSTEIN. 2000. *In vitro* assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Abstract. Vet. Parasitol.* 94 (1–2): 117–125.
- GENTHER, F.J., S.F. STEVEN and PATRICIA S. GLAS. 2004. Virulence of *Metarhizium anisopliae* to embryos of the Grass Shrimp *Palaemonetes pugio*. <http://www.isb.vt.edu/brarg/brasym95/genthner95.htm>: 1–8. [15 Maret 2004].
- GILMAN, J.C. 1959. *A Manual of Soil Fungi. Second edition.* The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA.
- GREEN LANE and STEVEN DIVER. 2004. Integrated pest management for green house crops. <http://www.Attra.org/attra-pub/gh-ipm.html>. [25 Oktober 2004].
- HITCHCOK, L.F. 1955. Studies on the non-parasitic stages of cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). *Austral. J.* 704.3: 293–311.
- IHARA. 2003 <http://www.friutnaro.affrc.gv.jp/kajunoheya/efdb/deutte/metarh/micro/Emo1027.gif>. [10 Desember 2003].
- KANGA. L.H.B, W.A.JONES and R.R. JAMES. 2003. *J. of Econ Entomol.* 96 (4):1091-1099. Abstract. <http://www.bioo.../?request=get-abstract&issn=0022-0493&volume=096&issue=04&page=109>. [10 Desember 2003].
- KIRKWOOD, A.C. 1986. History, biology and control of sheep scab. *Parasitol. Today.* 11: 302–307.
- LEGER, R.J.ST., L. JOSHI, M.J. BIDOCHKA, N.W. RIZZO and D.W. ROBERTS. 1996. Characterization and ultrastructural localization of chitinase from *Metarhizium anisopliae*, *M. flaviride*, and *Beauveria bassiana* during fungal invasion of host insect (*Manduca sexta*) cuticle. <http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/62/3/907.1>: 2. [10 Desember 2003].
- MANURUNG, J. 2002. Pengaruh ekstark daun tembakau , biji srikaya dan biji mimba terhadap caplak sapi *Boophilus microplus* secara *in vitro*. *Maj. Parasitol. Ind.* 14(1): 38–47.
- MANURUNG, J. dan R.Z. AHMAD. 2003. Pengobatan caplak *Boophilus microplus* pada sapi peranakan Ongole (PO) di Ciracap Sukabumi dengan ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*). Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak Bogor 29–30 Sept 2003. hlm. 205–210.
- MANURUNG, J., T.B. MURDIATI dan T. ISKANDAR. 1992. Pengobatan kudis pada kambing dengan oli, vaselin belerang dan daun ketepeng (*Cassia alata* L): Penyempurnaan percobaan. *Penyakit Hewan* 24(43): 27–32.
- ONOFRE, S.B., CINDIA M.M., NEIVIA M. and L.A. JOAO. 2001. Pathogenicity of four strains of entomopathogenic fungi against the bovine tick *Boophilus microplus*. *Am. J. Vet. Res.* 62: 1478–1480.
- SEDDON, H.R. 1976. Diseases of domestic animals in Australia parts 3. Arthropod Infestations (Ticks and mites). Service publications (Veterinary Hygiene) No. 7: 170.
- SIGIT, H.S., S. PARTOSOEDJONO dan M.S. AKIB. 1983. Laporan penelitian inventarisasi dan pemetaan parasit Indonesia tahap pertama. Ektoparasit (Proyek No.2 Penel 84 T-IPB/1980-1981) Proyek Peningkatan dan Pengembangan Perguruan Tinggi IPB.
- SMITH, K.E., R. WALL and N.P. FRENCH. 2000. The control of sheep scabmite *Psoroptes ovis* with entomopathogenic fungi. *Vet. Parasitol.* 92: 97–105.
- SOULSBY, E.J.L. 1986. *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals.* The English language book society and bailliere, Tindall. London.
- STEELMAN, C.P. 1976. Effects of external and internal arthropod parasites on domestic livestock production. *Ann. Rev. Entomol.* 21: 55–178.
- THEDFORD, T.R. 1984. Penuntun Kesehatan Ternak Kambing. BPPH. Balitbang Deptan Bogor.
- WIKARDI, E.A. 2000. Cendawan patogen serangga sebagai bahan baku insektisida. Pemanfaatan mikroba dan parasitoid dalam agroindustri tanaman rempah dan obat. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat.* 12(1): 21–28.