

# PEMANFAATAN CENDAWAN DAN PRODUKNYA UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI HASIL PETERNAKAN

RIZA ZAINUDDIN AHMAD

*Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. R.E. Martadinata No. 30, Bogor 16114*

(Makalah diterima 3 Januari 2011 – Revisi 1 Juni 2011)

## ABSTRAK

Cendawan sebagai bagian dari organisme eukariotik mempunyai peranan penting untuk hewan ternak. Ada cendawan yang merugikan karena menimbulkan penyakit pada ternak, dan ada cendawan yang menguntungkan karena dapat meningkatkan produktivitas ternak. Pemanfaatan cendawan yang menguntungkan telah dilakukan mulai sebagai agen pengendali hayati hingga sebagai probiotik. Di dalam mengeksploitasi cendawan tersebut digunakan teknologi yang sederhana hingga tingkat tinggi untuk kepentingan hewan ternak. Penelitian yang telah dilakukan diperoleh kapang dan khamir yang menguntungkan dan cara memanfaatkannya. Didalam makalah ini diuraikan tentang beberapa cendawan yang menguntungkan dan arah serta saran pengembangan penelitian mikologi veteriner di Indonesia.

**Kata kunci:** Cendawan, mikologi, manfaat, hewan ternak

## ABSTRACT

### THE UTILIZATION OF FUNGI AND THEIR PRODUCTS TO INCREASE LIVESTOCK PRODUCTION

Fungi as part of eukaryotic organisms play an important role for livestock. Some fungi are detrimental because they cause animal diseases, and some fungi are beneficial because they can improve animal productivity. The use of fungi that benefit from starting he has done as agents of biological control and to be as probiotics. Within the fungi, the use of simple technologies to high level degree for the benefit of cattle is developed. This paper describes some fungi that are beneficial and direction and suggestion to develop research on veterinary micology in Indonesia.

**Key words:** Fungi, mycology, use, animal livestock

## PENDAHULUAN

Pembangunan peternakan sampai dengan tahun 2014 diarahkan untuk meningkatkan produksi daging dalam upaya memenuhi kebutuhan protein hewan selain susu. Dalam rangka memenuhi tujuan tersebut maka diperlukan peningkatan produktivitas ternak. Produktivitas ternak memerlukan pengendalian kesehatan hewan (BAHRI, 2009). Melalui sektor peternakan tercatat nilai ekspor komoditi peternakan pada bulan Juli 2009 mencapai US\$ 19,28 juta dollar, sementara nilai impornya mencapai US\$ 132,84 juta dollar, di dalamnya tercatat impor daging sapi sebesar US\$ 17,55 juta; kambing/domba US\$ 0,28 juta, sapi bakalan US\$ 42,38 juta, sehingga Indonesia devisa sebesar US\$ 113,56 juta (DITJENNAK, 2010). Untuk itu penyediaan ternak sapi, kambing dan domba dalam jumlah besar pada tahun mendatang harus ditingkatkan dan dipenuhi agar nilai impor ternak dan bahan pangan asal ternak menurun. Hal tersebut berdampak positif bagi peternak lokal yang akan memperoleh keuntungan lebih besar, untuk mendukung hal tersebut sarana produksi dan kesehatan ternak harus juga ditingkatkan

karena dengan peningkatan kesehatan akan mengoptimalkan produktivitas ternak.

Melalui dukungan veteriner dapat mengendalikan masalah dan gangguan kesehatan hewan ternak. Veteriner mempunyai cakupan yang luas mulai dari hewan hingga manusianya. Serangan penyakit selain menimbulkan kematian (mortalitas) dan kesakitan (morbiditas) juga dapat bersifat zoonosis, sehingga akhirnya merugikan hewan ternak serta manusia. Ternak yang sehat akan mampu berproduksi secara optimal. Serangan penyakit yang berasal dari mikroba (bakteri, virus, cendawan), parasit akan menyebabkan kerugian dengan terjadinya penurunan produktivitas, meningkatnya angka morbiditas dan mortalitas (RIADY, 2005; SOEJOEDONO, 2005).

Pengendalian penyakit umumnya dapat dilakukan dengan bahan kimiawi, obat tradisional, manajemen dan mikroba sebagai pilihan pengobatan dan pengendalian. Mikroba dapat digunakan sebagai salah satu agen kontrol biologis atau sebagai penghasil antibiotika, probiotik dan imunostimulan. Penggunaan antibiotika, antelmintika yang dibuat dari bahan kimia meski mempunyai waktu khasiat yang cepat namun

dapat menimbulkan efek resistensi pada hewan penderita dan efek residu bagi konsumen.

Cendawan dapat dipelajari untuk pengendalian terhadap serangan jenis cendawan yang tergolong pencemar (AHMAD, 2009). Namun demikian pengembangan bidang mikologi masih sedikit mendapat perhatian karena belum dianggap terlalu penting dibandingkan dengan keilmuan veteriner lainnya seperti bidang bakteriologi dan virologi. Meski sementara ini cenderung masih konvensional *low technology* dan bersifat aplikatif, bila memungkinkan akan dapat dikembangkan pada tingkat molekuler dikemudian hari sehingga secara keilmuan tidak ketinggalan zaman walaupun lebih rumit dan mahal, misalnya dalam hal mendeteksi penyakit atau cemaran cendawan (kapang dan khamir). Sehubungan dengan keadaan tersebut di atas, maka akan dibahas cendawan yang bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan ternak/hewan dan pengendalian penyakit yang disebabkan cendawan dalam rangka peningkatan produksi dan produktivitas hewan.

Tujuan dan harapan penulisan makalah ini adalah cendawan yang bermanfaat dapat diaplikasikan dan berdampak positif dalam pencapaian kebutuhan protein asal hewani.

## CENDAWAN VETERINER

Cendawan bukan termasuk hewan atau tumbuhan. Cendawan adalah organisme eukariotik, memproduksi spora, tidak berklorofil, memperoleh nutrisi dengan cara absorpsi, berproduksi secara seksual dan aseksual, berstruktur somatik dalam bentuk hifa, dinding selnya terdiri dari glukukan, kitin dan selulosa. Berdasarkan morfologinya cendawan dapat digolongkan menjadi jamur (*mushroom*) yang berukuran besar dan dapat dilihat dengan mata telanjang (makroskopik), kapang (*mold*) dan khamir (*yeast*) yang tergolong berukuran mikroskopik. Kapang adalah cendawan renik yang mempunyai miselia dan massa spora yang jelas. Khamir adalah cendawan renik bersel satu dan berbiak secara bertunas (ALEXOPOULUS *et al.*, 1996; DUBE, 1996). Cendawan veteriner adalah cendawan-cendawan yang berperan dalam bidang veteriner dan peternakan. Cendawan tersebut ada yang menguntungkan atau merugikan bagi ternak hewan.

### Cendawan yang menguntungkan

Cendawan yang menguntungkan adalah jamur, kapang dan khamir yang dapat digunakan baik secara langsung dan tidak langsung untuk ternak. Beberapa cendawan yang langsung digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak adalah cendawan nematofagus, entomofagus, cendawan

penghasil antibiotika, probiotik, imunostimulan dan enzim.

## KONTROL BIOLOGIS

Populasi utama dari kontrol biologis yang menekan parasit atau kuman sampai dengan level tidak berbahaya untuk inang dan tidak membahayakan lingkungan; jadi parasit/kuman tidak benar-benar dimusnahkan.

Menurut AHMAD (2008a) dan LARSEN (2000) di dalam pengembangan kontrol biologis secara komersial haruslah mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Di dalam pengembangan ke arah industrialisasi perlu adanya teknologi dan media perbanyakan untuk produksi skala besar.
- 2) Biaya memproduksi bahan biologis tersebut relatif murah.
- 3) Bahan tersebut harus mampu *survive* dan aktif dalam jangka waktu yang lama.
- 4) Mudah dilakukan dan diaplikasikan.
- 5) Mempunyai target yang spesifik.
- 6) Lebih baik isolat lokal dari pada isolat impor.
- 7) Aman untuk pemakai dan lingkungannya.

Cendawan veteriner dapat digunakan sebagai agen hayati setelah melalui proses isolasi dan identifikasi, kemudian uji stress *in vitro* dan *in vivo*. Bila telah lulus pengujian, barulah dapat digolongkan sebagai kapang nematofagus (membunuh nematoda) atau kapang entomofagus (membunuh arakhinida dan serangga). Pada uji *in vitro* cendawan harus mampu hidup dan masih dapat mereduksi parasit di dalam kondisi buatan seperti dalam tubuh hewan, sedangkan uji *in vivo* benar-benar dilakukan pada hewan hidup. Cendawan-cendawan *B. bassiana*, *D. flagrans*, *M. anisopliae*, dan *S. cerevisiae* memenuhi syarat di atas untuk dipergunakan sebagai agen kontrol biologis.

### Cendawan sebagai kapang nematofagus

Di dalam pengendalian nematoda, kapang nematofagus mereduksi cacing tersebut dengan cara menjerat larva, meracuni larva dengan toksin, merusak telur-telur dan menjadi endoparasit di dalam tubuh cacing. Kapang nematofagus yang terpilih idealnya harus aman untuk hewan dan manusia, mampu mereduksi cacing, mudah diperbanyak dan tahan terhadap stress lingkungan luar dan dalam tubuh hewan, serta mudah diaplikasikannya (LARSEN, 2000). Dari sejumlah kapang tergolong nematofagus seperti: *Arthrobotrys* spp., *Catenaria anguillulae*, *Drechmeria* spp., *Duddingtonia flagrans*., *Geniculifera* spp., *Harposporium* spp., *Monacrosporium* spp., *Nematocnus* spp., *Pleurotus* spp., *Tridentaria implicans*, *Verticillium balanoides*, hanya *D. flagrans*

yang terpilih karena mempunyai keunggulan dibandingkan dengan kapang lain. Hal ini karena kapang tersebut memiliki klamidospora (bentuk lain dari konidiaspora) yang tahan terhadap kekeringan, serta mempunyai daya tahan hidup yang relatif lama (AHMAD, 2009).

Beberapa penelitian mengenai cendawan nematofagus juga telah dilakukan di berbagai negara seperti berikut ini:

Di Indonesia telah dilaporkan AHMAD dan peneliti lainnya pada tahun 1997 – 2010 (Tabel 1). Cendawan *A. oligospora* dan *D. flagrans* serta kemungkinan *S. cerevisiae* digunakan sebagai agen hayati untuk pengendalian parasit cacing nematoda khususnya *Haemonchus contortus* dan *Trichostrongylus* sp. pada ternak ruminansia (AHMAD, 2008a). Di Brasil ARAUJO *et al.* (2009); BRAGA *et al.* (2008; 2009; 2010); CAMPOS *et al.* (2008) dan SILVA *et al.* (2010) telah melakukan penelitian pemanfaatan cendawan nematofagus untuk mereduksi telur dan larva cacing. Cendawan *Pochonia chlamydosporia* efektif mereduksi telur *Austrosyuris finlasoni*, *Oxyuris equi*, *Trichuris vulpis* dan *Taenia saginata*. Cendawan *Arthrobotrys robusta*, *Angiostrongylus vasorum*, *D. flagrans*, *Monacosporium thaumasum*, *M. sinense*, efektif mereduksi larva *H. contortus*. Cendawan *Paecilomyces lilacinus* efektif mereduksi telur *Moniezia* sp. Selain itu, FRASSY *et al.* (2010) dan CARVALHO *et al.* (2010) melaporkan *Pochonia chlamydosporia* dan *Paecilomyces lilacinus* dapat merusak telur *Toxocara canis* secara *in vitro* pada percobaan di laboratorium. Di Iran RANJBAR-BAHADORI *et al.* (2010) mempelajari pengaruh suhu dan waktu inkubasi terhadap daya hidup kapang *Arthrobotrys oligospora* var. *Oligospora* dan *A. cladodes* var. *macroides* dalam mereduksi *H. contortus* pada saluran pencernaan. Sementara itu, di India SANYAL (2002), SANYAL *et al.* (2008) dan SANYAL dan MUKHOPAHYAYA (2003) menyatakan bahwa kontrol biologis merupakan salah satu pilihan pengendalian parasit cacing di India selain menggunakan antelmintik yang sudah mengakibatkan munculnya kasus resistensi. Ditemukan pula klamidospora *D. flagrans* efektif mereduksi *H. contortus*. Formulasi *D. flagrans* telah ditetapkan sebanyak  $1 \times 10^6$  klamidospora untuk nematoda ruminansia kecil. Di Meksiko GOMEZ *et al.* (2001) dan SANTOS *et al.* (2001) menyatakan bahwa: *A. oligospora* efektif mereduksi *Panagrellus* sp. dan *Cooperia punctata*, *A. oligospora*, *A. robusta* dan *Monacosporium eudermatum* mereduksi larva *H. contortus*, *D. flagrans* serta *A. oligospora* mereduksi larva *Cyathostominae*. OJEDA-ROBERTOS *et al.* (2009) mempelajari klamidospora *D. flagrans* pada ruminansia. Di Spanyol GOMEZ-RINCON *et al.* (2007) menyatakan bahwa *D. flagrans* mereduksi *T. colubriformis* sebanyak 65%. Di Swedia WALLER *et al.* (2006) membuktikan *D. flagrans* efektif

mengendalikan cacing khususnya *H. contortus*, selain manajemen merumput dan mengatasi resistensi obat cacing. Di New Zealand WAGHORN *et al.* (2003) menyatakan bahwa kapang nematofagus *D. flagrans* efektif mereduksi *Haemonchus contortus*, *Ostertagia* spp. dan *Trichostrongylus colubriformis*. SKIPP *et al.* (2002) meneliti lebih jauh tentang karakteristik morfologi dan ribotyping isolat *D. flagrans* lokal. Di Denmark FAEDO *et al.* (2002) menyatakan bahwa *D. flagrans* mereduksi larva *Cooperia* spp. dan *Trichostrongylidae*. *D. flagrans* di dalam mereduksi larva III nematoda lebih efektif dari *A. oligospora* karena kemampuan pertumbuhannya membentuk klamidospora. GRONVOLD *et al.* (2004) melaporkan adanya persaingan antara *D. flagrans* dengan organisme lain di dalam mereduksi larva. Di Australia KNOX and FAEDO (2001) menyatakan bahwa *D. flagrans* efektif mereduksi larva nematoda pada domba. Di Malaysia CHANDRAWATHANI *et al.* (2002; 2004) menyatakan bahwa *D. flagrans* efektif mereduksi *H. contortus* secara signifikan hampir mencapai 90%. Di USA FONTENOT *et al.* (2003) dan TERRIL *et al.* (2004) menyatakan bahwa *D. flagrans* mereduksi *Cooperia* spp., *H. Contortus* dan *T. colubriformis* secara signifikan. Di Inggris TAHSEN *et al.* (2005) menyatakan bahwa *Pochonia chlamydosporia* mereduksi nematoda di tanah. Di Perancis HARTIER dan ISABEL (2003); PARAUD dan CHARTIER (2004) dan PARAUD *et al.* (2005; 2007) menyatakan bahwa *D. flagrans* efektif mereduksi larva nematoda *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus* sp., *T. colubriformis* dan *H. contortus*. Sementara itu, di Cina XIANG *et al.* (2010) telah mampu mendeteksi jumlah kapang nematofagus *Hirsutella minnesotensis* di dalam tanah dengan real-time PCR.

Penelitian cendawan nematofagus di Indonesia dibandingkan dengan beberapa penelitian di luar negeri tidaklah jauh tertinggal dan menuju tahap aplikasi secara massal di lapang oleh peternak.

### Cendawan sebagai kapang cestofagus dan trematofagus

Selain sebagai nematofagus, beberapa cendawan berpotensi dapat mereduksi dan mengendalikan pertumbuhan telur cacing cestoda (cestofagus) dan trematoda (trematofagus) sehingga dikemudian hari dapat diteliti di Indonesia, khususnya terhadap telur cacing fasciola yang sangat banyak kasusnya. Di luar negeri baru beberapa publikasi diterbitkan seperti di India DE *et al.* (2008), melaporkan secara uji *in vitro* cendawan *Verticillium chlamydosporium* lebih efektif mereduksi telur cacing trematoda *Fasciola gigantica* dan *Gigantocotyle explanatum* dibandingkan dengan *Paecilomyces lilacinus*. Sementara itu, di Brazil

BRAGA *et al.* (2008) melaporkan *Paecilomyces lilacinus* mampu mereduksi telur cestoda *Moniezia* sp.

### Cendawan sebagai kapang entomofagus

Kapang *M. anisopliae* dan *B. bassiana* digunakan sebagai agen hayati untuk pengendalian arakhinida, caplak, dan serangga. Untuk mengendalikan arakhinida seperti *S. scabiei*, kapang tersebut harus mampu menginvasi, mempenetrasi dan tumbuh pada parasit tersebut, bila telah tumbuh akan menghisap nutrisi dari parasit tersebut sampai mati. Kedua kapang ini dapat di isolasi dari tanah ataupun serangga. Kapang ini disebut juga kapang entomofagus (WIKARDI, 2000). Pemanfaatan kedua kapang entomofagus tersebut dalam bidang veteriner masih jauh tertinggal dibandingkan dengan bidang pertanian, dan di Indonesia pernah di teliti oleh AHMAD (2008a; b) (Tabel 1). Di Inggris penelitian cendawan entomofagus juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti BROOKS and WALL (2001); SMITH *et al.* (2000) dan ONOFRE *et al.* (2001). Peneliti-peneliti tersebut menyatakan bahwa *M. anisopliae* merupakan agen pengendali tungau *Psoroptes ovis*, *Psoroptes* sp., caplak *Boophilus microplus* dan hama kentang yang efektif. Di Brazil FRAZZON *et al.* (2000) menyatakan bahwa *M. anisopliae* pengendali caplak *B. microplus*. Di Meksiko ANGEL-SAHAGUN *et al.* (2005) memakai cendawan *M. anisopliae*, *B. bassiana* dan *Paecilomyces fumosus* untuk mereduksi telur, pupa, dan dewasa *Haemotobia irritans*. Di Selandia baru MUNRO dan HENDERSON (2002) menyatakan bahwa *Trigonospila brevifacies* mempunyai kemampuan yang sangat baik sebagai entomofagus khususnya terhadap parasit *Eutorna phaulocosma* dibandingkan parasitoid lainnya yang alamiah di Center North Island.

Penelitian entomofagus untuk veteriner di Indonesia belum banyak dibandingkan dengan penelitian di beberapa negara di luar negeri. Beberapa aspek yang tertinggal mulai dari metodologi, teknologi bioteknologi sampai dengan pemanfaatan hasil fermentasi isolat entomofagus. Untuk mengejar ketinggalan tersebut dapat diperbaiki dengan memperbanyak dan memprioritaskan penelitian entomofagus.

### Cendawan sebagai penghasil antibiotika, enzim dan imunostimulan

Penelitian cendawan sebagai penghasil antibiotika sudah banyak dilakukan oleh peneliti dari Instansi dan lembaga penelitian lainnya. Hingga sekarang, penelitian terus berkembang di beberapa perguruan tinggi (UI, ITB, UGM dan lainnya) dan lembaga penelitian (LIPI dan lainnya), sedangkan penelitian

cendawan khusus veteriner dilakukan di BBalitvet. Isolat *Penicillium chrysogenum* yang berasal dari hasil isolasi jagung setelah melalui proses sporulasi, germinasi dan difermentasikan secara aerob dilaporkan dapat menghasilkan antibiotika penisilin sebanyak 0,216 mg dan biomassa 0,008 mg/ml (AHMAD, 1995). Namun penelitian ini tidak dilanjutkan.

Khamir *S. cerevisiae* yang didapat dari hasil isolasi dari tape digunakan untuk menghasilkan produk yang berguna untuk ternak sebagai probiotik dan imunostimulan melalui berbagai macam uji. Probiotik digunakan untuk meningkatkan kesehatan hewan ternak dengan cara menggantikan sejumlah mikroba merugikan dengan yang menguntungkan di dalam saluran pencernaan sehingga pencernaan dan metabolismenya lebih efisien dan baik. Di dalam aplikasinya, khamir ini sering dikombinasikan dengan bakteri *Lactobacillus* sp. Imunostimulan digunakan untuk meningkatkan kesehatan hewan ternak dengan cara meningkatkan sistem imun di dalam tubuh hewan. Beta-glukan yang terkandung pada dinding sel *S. cerevisiae* tersebut akan meningkatkan perbaikan kerusakan sel dan meningkatkan produksi sel-sel pertahanan tubuh seperti leukosit, monosit, netrofil sehingga hewan lebih tahan terhadap serangan infeksi penyakit (AHMAD, 2005, 2008a; ALEXOPOULUS *et al.*, 1996; DUBE, 1996).

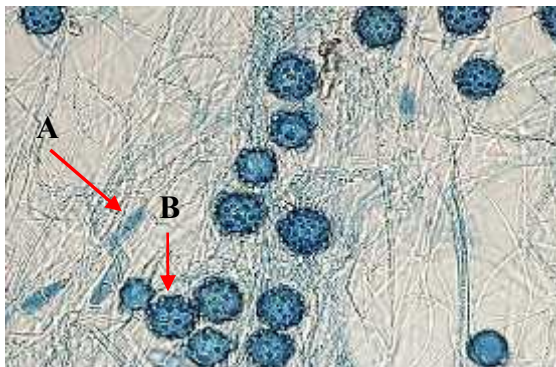
Selain kegunaan di atas cendawan-cendawan *D. flagrans*, *S. cerevisiae*, *M. anisopliae* dan *B. bassiana* memiliki kemampuan aktivitas menghasilkan enzim-enzim protease dan kitinase. Bila kandungan dan aktivitas enzim yang diproduksi oleh cendawan itu besar maka enzim dapat dikomersilkan. Dilaporkan bahwa *D. flagrans* memiliki potensi memiliki aktivitas enzim protease sebesar 7,13 unit/g contoh dan *S. cerevisiae* memiliki aktivitas enzim kitinase sebesar 4,26 unit/g contoh (AHMAD, 2008b, 2010; YANG *et al.*, 2007; CARTENS *et al.*, 2003; MEYER and WIEBE, 2003; SELVAGGINI *et al.*, 2004).

Melalui pengetahuan tentang beberapa cendawan menguntungkan dapat digunakan untuk hewan ternak. Beberapa penelitian yang telah dilakukan penulis dalam bidang veteriner selama kurun waktu 1994 – 2010 pada cendawan bermanfaat dan telah menemukan beberapa isolat temuan yang sebagian besar disimpan dalam bentuk kering beku di BBalitvet. Adapun penelitian yang paling banyak dilakukan hingga kurang lebih 15 tahun adalah mempelajari cendawan yang mempunyai berbagai manfaat khususnya cendawan nematofagus (Tabel 1). Beberapa cendawan yang mempunyai arti penting bagi veteriner selama waktu penelitian ini dapat dipelajari seperti kapang *D. flagrans* (Gambar 1), khamir *S. cerevisiae* (Gambar 2), kapang *Penicillium chrysogenum* (Gambar 3) dan kapang *Aspergillus* sp. (Gambar 4).

**Tabel 1.** Penelitian cendawan yang telah dilakukan dari tahun 1994 hingga 2010

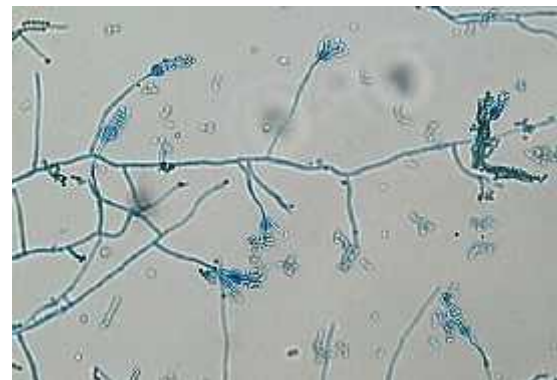
Temuan	Manfaat	kerugian
<i>Aspergillus</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., kapang tanah	Pembuatan kompos	Tidak diteliti
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Penghasil penisilin	Tidak diteliti
<i>Verticillium</i> spp.	Nematofagus	Tidak diteliti
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	Nematofagus	Tidak ada
<i>Monacrosporium gephyropagum</i>	Nematofagus	Tidak ada
<i>Fusarium poae</i>	Nematofagus	Tidak ada
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Probiotik, nematofagus, enzim	Tidak ada
<i>Trichoderma</i> sp.	Nematofagus	Tidak ada
Kapang nematofagus	Nematofagus	Tidak ada
<i>Metarhizium anisopliae</i>	enzim, entomofagus	Tidak ada
<i>Duddingtonia flagrans</i>	Nematofagus, enzim	Tidak ada
<i>Beauveria bassiana</i>	Entomofagus, enzim	Tidak ada

Sumber: AHMAD (1994; 2010)



Klamidospora (A) dan konidia (B) Perbesaran 10 x 40, pewarnaan H.E.

**Gambar 1.** Kapang nematofagus *Duddingtonia flagrans*



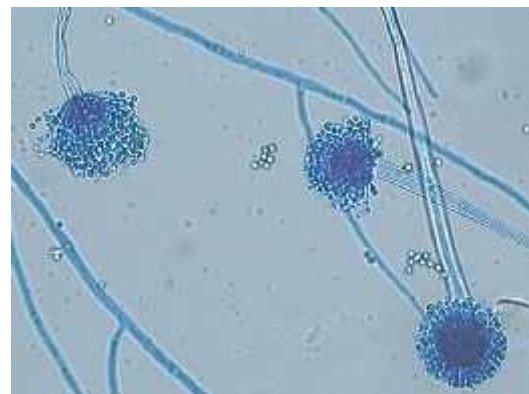
Perbesaran 10 x 40, pewarnaan Laktofenol *cotton blue*

**Gambar 3.** *Penicillium chrysogenum*



Perbesaran 10 x 40, pewarnaan Laktofenol *cotton blue*

**Gambar 2.** *Saccharomyces cerevisiae*



Perbesaran 10 x 40, pewarnaan Laktofenol *cotton blue*

**Gambar 4.** Kapang *Aspergillus* sp. sebagai salah satu cendawan yang berperan dalam pembuatan kompos

## ARAH DAN PENGEMBANGAN PENELITIAN MIKOLOGI VETERINER DI INDONESIA

Pada masa kini dan mendatang teknologi dalam mikologi veteriner akan diperlukan untuk percepatan penyediaan protein, peningkatan kesehatan hewan, pengendalian penyakit, produksi antibiotika dan enzim. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapatlah dibantu dengan menggunakan cendawan (kapang dan khamir). Melalui pemberian pakan dan layanan kesehatan hewan yang tinggi diharapkan daging akan meningkat jumlahnya secara kuantitas, hal ini ditunjukkan dengan pertambahan bobot badan lebih cepat dan secara kualitas akan lebih baik tekstur serta mutu daging. Produksi susu akan meningkat dalam jumlah, kadar lemak, volume literannya serta makin sedikitnya kuman pencemar dalam susu, cemaran cendawan dan mikotoksin yang dihasilkan merugikan ternak. Melalui teknik isolasi dan identifikasi di Laboratorium Mikologi dapatlah diidentifikasi kapang dan khamir. Penggunaan teknologi konvensional dengan pewarnaan morfologi pada biakan cendawan ini masih jauh lebih murah bila dibandingkan teknologi yang modern seperti PCR, walaupun pengerjaannya lebih lama. Namun bila suatu saat perlu identifikasi cepat maka perlu dikembangkan bioteknologi untuk pemeriksaan sampel cendawan dengan metoda PCR, ELISA atau lainnya.

Cendawan yang bermanfaat untuk hewan ternak diperoleh dari cendawannya sendiri maupun metabolit yang dihasilkannya. Melalui mikologi (ilmu yang mempelajari tentang cendawan) dapat dipelajari habitat, fisiologi, morfologi cendawan, sehingga diperoleh cara pengendaliannya berupa pencegahan, pengobatan serta pemberantasannya. Namun demikian pencegahan lebih baik dari pada pengobatan.

Pengobatan dapat dilakukan dengan anti fungal dari bahan kimiawi, obat tradisional, sedangkan pencegahan dilakukan dengan sanitasi dan penambahan anti fungal pada bahan pakan (AHMAD, 2009).

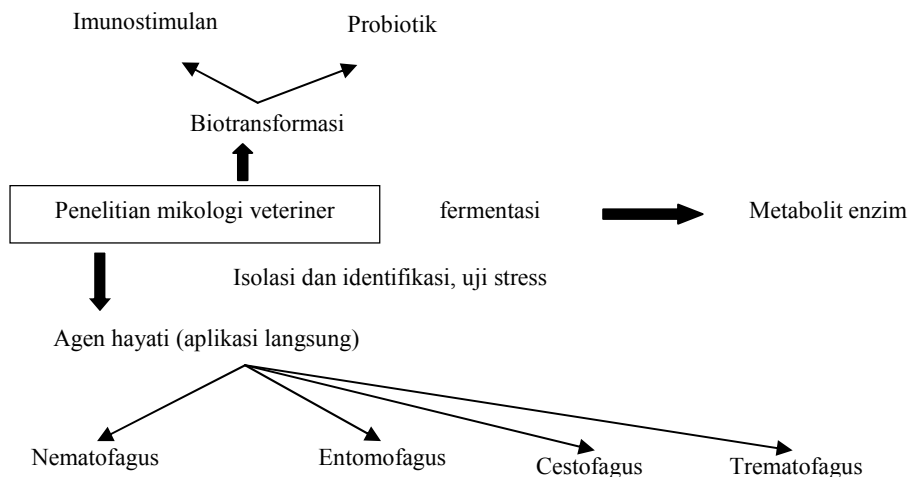
Untuk pengembangan penelitian mikologi veteriner perlu dilakukan pengembangan terhadap isolat *B. bassiana*, *D. flagrans*, *M. anisopliae* dan *S. cerevisiae* yang digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak. Selain itu perlu diteliti lebih lanjut trematofagus dan cestofagus (Tabel 2 dan Gambar 5) dengan uraian sebagai berikut:

1. *D. flagrans* dan *S. cerevisiae* dapat digunakan sebagai kontrol biologis terhadap nematoda, penghasil enzim kitinase dan protease, dalam jumlah besar.
2. *S. cerevisiae* dapat digunakan sebagai probiotik secara komersial. Selain itu dinding mannannya digunakan dan dikomersilkan sebagai imunostimulan.
3. *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dikenal sebagai kapang entomofagus, dan dapat menghasilkan toksin pembunuh serangga, toksin tersebut dapat dikomersilkan dengan bantuan teknologi fermentasi.
4. Selain itu perlu dieksplorasi lebih lanjut cendawan yang mampu mereduksi telur cacing cestoda dan trematoda. Hal ini karena fasciolosis adalah masalah cacingan yang sering menyerang ternak ruminansia besar dan masih belum tertanggulangi dengan tuntas.

Diharapkan ke-4 penelitian tersebut dapat diterapkan di Indonesia khususnya nematofagus. Namun kendala utama adalah memasyarakatkan hasil penelitian tersebut ke masyarakat. Untuk itu perlu kerjasama dengan berbagai instansi seperti dinas, balai

**Tabel 2.** Penelitian yang potensial untuk diteliti dan dikembangkan

Penelitian yang potensial untuk diteliti di BBalivet	Pustaka
Nematofagus	AHMAD (2008a, 2009.; BRAGA <i>et al.</i> (2008, 2009, 2010); CAMPOS <i>et al.</i> (2008); CARVALHO <i>et al.</i> (2010); CHANDRAWATHANI <i>et al.</i> (2002; 2004); FAEDO <i>et al.</i> (2002); FONTENOT <i>et al.</i> (2003); FRASSY <i>et al.</i> (2010); SILVA <i>et al.</i> (2010); GOMEZ <i>et al.</i> (2001), GOMEZ-RINCON <i>et al.</i> (2007); HARTIER dan ISABEL (2003); KNOX dan FAEDO (2001); PARAUD <i>et al.</i> (2005; 2007); OJEDA-ROBERTOS <i>et al.</i> (2009); LARSEN (2000); PARAUD dan CHARTIER (2004); RANJBAR-BAHADORI <i>et al.</i> (2010); SANYAL (2002); SANYAL <i>et al.</i> (2008); SANYAL dan MUKHOPAHYAYA (2003); SANTOS <i>et al.</i> (2001); WALLER <i>et al.</i> (2006); SKIPP <i>et al.</i> (2002); TERRIL <i>et al.</i> (2004);TAHSEN <i>et al.</i> (2005); WAGHORN <i>et al.</i> (2003); XIANG <i>et al.</i> (2010)
Entomofagus	ANGEL-SAHAGUN <i>et al.</i> (2005); BROOKS dan WALL (2001); FRAZZON <i>et al.</i> (2000); MUNRO dan HENDERSON (2002); ONOFRE <i>et al.</i> (2001); SMITH <i>et al.</i> (2000)
Cestofagus dan Trematofagus	DE <i>et al.</i> (2008); BRAGA <i>et al.</i> (2008)
Enzim	AHMAD (2008b; 2010); YANG <i>et al.</i> (2007); CARTENS <i>et al.</i> (2003); MEYER dan WIEBE (2003); SELVAGGINI <i>et al.</i> (2004)
Imunostimulan	AHMAD (2005; 2008a); ALEXOPOULUS <i>et al.</i> (1996); DUBE (1996)



Gambar 5. Arah dan pengembangan penelitian mikologi veteriner

terapan, penyuluh. Khamir *S. cerevisiae* sudah sering digunakan sebagai probiotik, namun untuk diolah sebagai imunostimulan perlu lebih dimasyarakatkan. Penelitian lebih lanjut yang berprospek cerah adalah trematofagus dibandingkan dengan cestofagus dan entomofagus. Bila sudah selesai masalah nematodiasis lebih baik difokuskan ke penyelesaian trematodiasis khususnya fascioliasis.

## KESIMPULAN

Cendawan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan peternakan khususnya bidang veteriner. Melalui penelitian bidang mikologi veteriner yang relatif masih sedikit yang menekuninya dapat memanfaatkan cendawan veteriner. Mulai dari teknologi sederhana hingga tingkat tinggi dapat menghasilkan produk dari cendawan. Produk tersebut akan meningkatkan produktivitas dan kesehatan hewan untuk kepentingan manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- AHMAD, R.Z. 1994. Isolat kapang *Penicillium chrysogenum* dari jagung giling dan potensinya dalam menghasilkan penisilin. *Penyakit Hewan* 47(26): 33 – 38.
- AHMAD, R.Z. 1995. Kajian mengenai produksi penisilin pada fermentor 10 liter dan labu kocok 0,250 liter. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Veteriner untuk Meningkatkan Kesehatan Hewan dan Pengamanan Bahan Pangan Asal Ternak*. Bogor, 22 – 24 Maret 1994. *Balitvet*, Bogor. hlm. 383 – 386.
- AHMAD, R.Z. 2005. Pemanfaatan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk Ternak. *Wartazoa* 15(1): 49 – 55.

- AHMAD, R.Z. 2008a. Pemanfaatan cendawan untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak. *J. Litbang Pertanian* 27(3): 84 – 92.
- AHMAD, R.Z. 2008b. Aktivitas enzim kitinase dan protease pada cendawan nematofagus *Duddingtonia flagrans* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 21 – 22 Agustus 2007. *Puslitbang Peternakan*, Bogor. hlm. 885 – 891.
- AHMAD, R.Z. 2009. Cemar kapang pada pakan dan pengendaliannya. *J. Litbang Pertanian* 28(1): 15 – 22.
- AHMAD, R.Z. 2010. Aktivitas enzim kitinase, peptidase, protease yang terkandung pada *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*. *Pros. Seminar Nasional V. Pemberdayaan Keaneka Ragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat*. Bogor, 18 – 19 Maret 2008. *Perhimpunan Entomologi Indonesia, IPB, LIPI dan Deptan*. hlm. 520 – 526.
- ALEXOPOULUS, C.J., C.W. MIMS and M. BLACKWELL. 1996. *Introductory to Mycology*. 4<sup>th</sup> Ed. JOHN WILEY and SONS. INC., New York-Chichester-Brisbane-Toronto Singapore. 869 p.
- ANGEL-SAHAGUN C.A, R. LEZAMA-GUTIERREZ, J. MOLINA-OCHOA, E. GALINDO-VELASCO, M. LOPEZ-EDWARDS, O. REBOLLEDO-DOMINGUEZ, C.CRUZ-VAZQUEZ, W.P. REYES-VELAZQUEZ, S.R. SKODA and J.E. FOSTER. 2005. Susceptibility of biological stages of the horn fly, *Haematobia irritans* to entomopathogenic fungi (Huphomyces). *J. Insect* 5: 45 – 50.
- ARAÚJO, J.M., J.V. ARAÚJO, F.R. BRAGA, R.O. CARVALHO, A.R. SILVA and A.K. CAMPOS. 2009. Interaction and ovicidal activity of nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* on *Taenia saginata* eggs. *Exp. Parasitology* 121(4): 338 – 341.
- BAHRI, S. 2009. Kebijakan dan strategi pengembangan ternak. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 11 – 12 Nopember 2008. *Puslitbangnak*, Bogor. hlm. 4 – 14.

- BARNET J.A. R.W. PAYNE and D. YARROW. 2000. Yeast, Characteristic and Identification. Third Edition. Cambridge University Press.
- BRAGA, F.R., J.V. ARAÚJO, A.R. SILVA, J.M. ARAUJO, R.O. CARVALHO, A.K. CAMPOS, A.O. TAVELA, S.R. FERREIRA, L.N. FRASSY and C.D. ALVES. 2010a. *Duddingtonia Flagrans*, *Monacrosporium Thaumasia* and *Pochonia Chlamydosporia* as possible biological control agents of *Oxyuris Equi* and *Austroxyuris finlaysoni*. J. Helminthol. (84)1: 21 – 25.
- BRAGA, F.R., S.R. FERREIRA, J.V. ARAÚJO, J.M. ARAUJO, A.R. SILVA, R.O. CARVALHO, A.K. CAMPOS and L.G. FREITAS. 2010b. Predatory activity of *Pochonia chlamydosporia* fungus on *Toxocara* (*syn. Neascaris*) *vitulorum* eggs. Trop. Anim. Health Prod. (42)1: 309 – 314.
- BRAGA, F.R., J.V. ARAÚJO, J.M. ARAUJO, R.O. CARVALHO, A.R. SILVA, A.K. CAMPOS and A.O. TAVELA. 2008. Ovicidal activity of *Paecilomyces lilacinus* on *Moniezia* sp. Eggs. J. Helminthology 82: 241 – 243.
- BRAGA, F.R., R.O. CARVALHO, J.M. ARAUJO, A.R. SILVA, J.V. ARAÚJO, W.S. LIMA, A.O. TAVELA and S.R. FERREIRA. 2009. Predatory activity of the fungi *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasia*, *Monacrosporium sinense* and *Arthrobotrys robusta* on *Angiostrongylus vasorum* first-stage larvae. J. Helminthology 83: 303 – 308.
- BROOKS, A.J and R. WALL. 2001. Infection of *Psoroptes* mites the fungus *Metarhizium anisopliae*. Exp. Applied. Acarology 25: 869 – 880.
- CAMPOS. A.K., J.V. ARAÚJO and M.P. GUIMARÃES. 2008. Interaction between the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* and infective larvae of *Haemonchus contortus* (Nematoda: Trichostrongyloidea). J. Helminthology. 82: 337 – 341.
- CARTENS, M., M.A. VIVIER, P. VAN RENSBURG and I.S. PRETORIUS. 2003. Over expression, secretion and antifungal activity of the *Saccharomyces cerevisiae* chitinase Annual Microbiology 53: 15 – 28.
- CARVALHO. R.O, J.V. ARAÚJO, F.R. BRAGA, J.M. ARAUJO and C.D.F. ALVES. 2010. Ovicidal activity of *Pochonia chlamydosporia* and *Paecilomyces lilacinus* on *Toxocara canis* eggs. (nematode). Vet. Parasitol. 169(1 – 2): 123 – 127.
- CHANDRAWATHANI, P, O. JAMNAH, M. ADNAN, P.J. WALLER and T. GILLESPIE. 2004. Field studies on the biological control of nematode parasites of sheep in the tropic, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. Vet. Parasitol. 120: 177 – 187.
- CHANDRAWATHANI, P., O. JAMNAL, P.J. WALLER, J. HOGLUND, M.LAR and W.M. ZAHARI. 2002. Nematophagous fungi as a biological control agent for nematode parasites of small ruminants in Malaysia: A special emphasis on *Duddingtonia flagrans*. Vet. Res. 33: 685 – 696.
- COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (CAST). 2003. Mycotoxins: Risks in Plant Animal and Human Systems. Task Force Report No. 139. Ames, Iowa.
- DE, S., P.K. SANYAL, A.K. SARKAR, N.K. PATEL, S. PAL and S.C. MANDAL. 2008. Screening for Indian isolates of egg-parasitic fungi for use in biological control of fascioliasis and amphistomiasis in ruminant livestock. J. Helminthol. 82: 271 – 277.
- DITJENNAK. 2010. Berita Resmi Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan. Edisi Desember 2009. No: 68/12/2009.
- DUBE, H.C. 1996. An Introduction to fungi. Vikas Publishing House PVT Ltd. Delhi. Second Edition.
- FAEDO, M., M. LARSEN and J. GRONVOLD. 2002. Predacious activity of *Duddingtonia flagrans* within the cattle faecal pat. J. Helminthol. 76(4): 295 – 302.
- FONTENOT, M.E., J.E. MILLAR, M.T. PENA, M. LARSEN and A. GILLESPIE. 2003. Efficiency of feeding *Duddingtonia flagrans* chlamydo spores to grazing ewes on reducing availability of parasitic nematodes larvae on pasture. Veterinary Parasitology 118: 203 – 213.
- FRASSY. L.N, F.R.BRAGA, A.R.E. SILVA, J.V. DE ARAÚJO, S.R. FERREIRA and L.G. DE FREITAS. 2010. Destruction of *Toxocara canis* eggs by the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical (43)1: 102 – 104.
- 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*. Vet. Parasitol. 94(1 – 2): 117 – 125.
- GOMEZ, A.P.S., R.S. VASCONCELLOS, M.L. RAMOS, M.P. GUIMARAES, A.P. YATSUDA and M.C.R. VIERA-BRESSAN. 2001. *In vitro* Interaction of Brazilian strains of nematode-trapping Fungi *Arthrobotrys spp* on *Panagrellus* sp and *Cooperia punctata*. Mem Inst. Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro 96(6): 861 – 864.
- GOMEZ\_RINCON C, J. URIARTE, J and VALBERRABANO. 2007. Effect of nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* and energy supplementation on the epidemiology of naturally infected kids. Vet. Res. 38: 141 – 150.
- GRONVOLD J, J.WOLSTRUP, M.LARSEN, A.GILLESPIE and F.GIACOMAZZI. 2004. Interspecific competition between the nematode-trapping fungus, *Duddingtonia flagrans*, and selected microorganisms and the effect of spore concentration on the efficacy of nematode trapping. J. Helminthol. 78(1): 41 – 6.
- HARTIER, C.C and O.R.S.P. ISABEL. 2003. Effect of the Nematophagous fungus, *Duddingtonia flagrans* on the larval development of goat parasitic nematodes: A Plot Study. Vet. Res. 34: 221 – 230.



- HAY, F.S., J.H. NIEZEN, C. MILLER, L. BATESON and H. ROBERTSON. 1997. Infestation of sheep dung by nematophagous fungi and implications for the control of free-living stages of gastro-intestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 70: 247 – 254.
- KNOX, M.R and M. FAEDO. 2001. Biological control of field infections of nematode parasites of young sheep with *Duddingtonia flagrans* and effects of spore intake on efficacy. *Vet. Parasitol.* 101(2): 155 – 60.
- LARSEN, M. 2000. Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious microfungi. *Parasitology* 120: S121 – 131.
- LARSEN, M., M. FAEDO, P.J. WALLER and D.R. HENNESSY. 1998. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Studies with *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 76: 121 – 128.
- MEYER, W.J and M.G. WIEBE 2003. Enzyme production by nematode-trapping fungus, *Duddingtonia flagrans*. *J. Biotechnol. Letter.* 25: 791 – 795.
- MUNRO, V.M.W. and I.M. HENDERSON. 2002. Nontarget effect of entomophagous biocontrol: shared parasitism between native lepidopteran parasitoids and the biocontrol agent *Trigonospila brevifacies* (diptera: tachinidae) in forest habitats. *Environmental Entomology* 31(2): 388 – 396.
- OJEDA-ROBERTOS N.F, J. FJ TORRES-ACOSTA, A. J AYALA-BURGOS, C. A SANDOVAL-CASTRO, R. O. VALERO-COSS and P.MENDOZA-DE-GIVES. 2009. Digestibility of *Duddingtonia flagrans* chlamydo spores in ruminants: *In vitro* and *in vivo* studies. *Vet. Res.* 5: 46.
- ONOFRE, S.B., C.M. MINIUK, N.M. DE BARROS and J.L. AZEVEDO. 2001. Pathogenic of four strains of entomopathogenic fungi against the bovine tick *Boophilus microplus*. *AJR* (9)62: 1478 – 1480.
- PARAUD, C and C. CHARTIER. 2004. Biological control of nematodes in goats by the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans*. *Proc. International Society for Animal Hygiene Saint-malo.* pp. 443 – 444.
- PARAUD, C., I. PORS and C. CHARTIER. 2007. Efficiency of feeding *Duddingtonia flagrans* chlamydo spores to control nematode parasites of first-season grazing goats in France. *Vet. Res. Comm.* 31: 305 – 315.
- PARAUD, C., I. PORS, C. CHICARD and C. CHARTIER. 2005. Comparative efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in goat faeces: Influence of the duration and temperature copro culture. *Parasitol. Res.* 98(3): 207 – 213.
- RANJBAR-BAHADORI S, M. RAZZAGHI-ABYANEH, M. BAYAT, A. ESLAMI, K. PIRALI, M. SHAMS-GHAHFAROKHI and S. LOTFOLLAHZADEH. 2010. Studies on effect of temperature, incubation time and *in vivo* gut passage on survival and nematophagous activity *Arthrobotrys oligospora* var. *Oligospora* and *A. cladodes* var. *macroides*. *Global Vet.* 4(2): 112 – 117.
- RIADY, M. 2005. Upaya pengembangan industri peternakan nasional bebas dari penyakit-penyakit strategis. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 12 – 13 September 2005. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 3 – 9.
- SANTOS, C.D.P., T. PADILHA and N.E.L.D.A. RODRIGUES. 2001. Predatory activity of *Arthrobotrys oligospora* and *Duddingtonia flagrans* on pre parasitic larvae stages of Cyathostominae under different constant temperatures. *Ciencia Rural Santa Maria.* 31(5): 839 – 842.
- SANYAL, P.K. 2002. Worm control in Ruminants in India: Prospects of biological control for integrated nematode parasite management. *Proc. Biological Control of Nematode parasites of small ruminants in Asia.* FAO. Technical Co-operation Project in Malaysia TCP 0065. (7): 76 – 81.
- SANYAL, P.K., A.K. SARKAR, N.K. PATEL, S.C. MANDAL and S. PAL. 2008. Formulation of a strategy for the application of *Duddingtonia flagrans* to control caprine parasitic gastroenteritis. *J. Helminthol.* 82: 169 – 174.
- SANYAL, P.K and P.N. MUKHOPADHYAYA. 2003. Top dressing of feed with desicated chlamydo spores of *Duddingtonia flagrans* for biological control of the pre-parasitic stages of ovine *Haemonchus contortus*. *Vet. Res. Comm.* 27(5): 381 – 390.
- SELVAGGINI, S., C.A. MUNRO, S. PASCHOUD, D. SANGLARD and N.A.R. GOW. 2004. Independent regulation of chitin synthase and chitinase activity in *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiology* 150: 921 – 928.
- SILVA, A.R., J.V. ARAÚJO, F.R. BRAGA, C.D. ALVES and L.N. FRASSY. 2010. *In vitro* ovidical activity of the nematophagous fungi *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium* and *Pochonia chlamydo spora* on *Trichuris vulpis* eggs. *Vet. Parasitol.* 172(1 – 2): 76 – 79.
- SKIPP, R.A., G.W. YEATES, L.Y. CHEN and T.R. GLARE. 2002. Occurrence, morphological characteristics and ribotyping of New Zealand isolates of *Duddingtonia flagrans*, a candidate for biocontrol of animal parasitic nematodes. *New Zealand J. Agric. Res.* (45): 187 – 196.
- SMITH, K.E., R.WALL and N.P. FRENCH. 2000. The control of sheep scab mite *Psoroptes ovis* with entomopathogenic fungi. *Vet. Parasitol.* 92: 97 – 105.
- SOEJOEDONO, R.R. 2005. Status zoonosis di Indonesia. *Pros. Penyakit Zoonosis.* Bogor, 15 September 2005. Balitvet, Bogor. hlm. 3 – 15
- TAHSEN, G., I.M. CLARK, S.D. ATKINS, P.R. HIRSCH and B.R. KERRY. 2005. Impact of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydo spora* on nematode and microbial populations. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 70(1): 81 – 86.

- TERRIL, T.H., M. LARSEN, O. SAMPLES, S. HUSTED, J.E. MILLER, R.M. KAPLAN and S. GELAYE. 2004. Capability of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* to reduce infective larvae of gastrointestinal nematodes in goat feces in Southeastern United States: dose titration and dose time interval studies. *Vet. Parasitol.* 120: 285 – 296.
- WAGHORN, T.S., D.M. LEATHWICK, L. CHEN and R.A. SKIPP. 2003. Efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against three species of gastrointestinal nematodes in laboratory faecal cultures from sheep and goats. *Vet. Parasitol.* 118: 227 – 234.
- WALLER, P.J., B.L. JENGSTROM, O. SCHWAN, L. RUDBY MARTIN, D.A. MORRISON and A. RYDZIK. 2006. Biological control of sheep parasites using *Duddingtonia flagrans*: Trial on commercial farms in Sweden. *Acta Vet. Scandinavia* 57: 23 – 32.
- WIKARDI, E.A. 2000. Cendawan Patogen Serangga sebagai bahan baku insektisida. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat (XII) Pemanfaatan Mikroba dan Parasitoid dalam Agro Industri Tanaman Rempah. hlm. 21 – 28.
- WU, F., J.D. MILLER and E.A. CASMAN. 2004. Bt corn and mycotoxin reduction: An economic perspective. *Journal of Toxicology, Toxin Reviews* 23(2 – 3): 397 – 424.
- WU, F. 2006. Mycotoxin Reduction in Bt Corn: Potential Economic, Health and Regulatory Impact. University of Pittsburgh.
- XIANG, M.C, P.A. XIANG, X.Z. JIANG, W.J. DUAN and X.Z. LIU. 2010. Detection and quantification of the nematophagous fungus *Hirsutella minnesotensis* in soil with real-time PCR. *Appl. Soil Ecology* 44: 170 – 175.
- YANG, J., T.L. BAoyu, Z. LIANMING and Z. KEQIN. 2007. Extracellular enzymes and the pathogenesis of nematophagous fungi. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 75: 21 – 31.