

PENGARUH EKSTRAK AKAR, BATANG DAN DAUN SAMBILOTO (*ANDROGRAPHIS PANICULATA*) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI AFLATOKSIN B₁ DARI KAPANG TOKSIGENIK *ASPERGILLUS FLAVUS*

SUKARDI HASTIONO, SRI RACHMAWATI, DJAENUDIN GHOLIB,
SUBIYANTO, dan ZAINAL ARIFIN

Balai Penelitian Veteriner
Jalan R.E. Martadinata 30, P.O. Box 151, Bogor 16114

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya hambat ekstrak akar, batang dan daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) terhadap pertumbuhan dan produksi aflatoksin B₁ dari kapang toksigenik *Aspergillus flavus*, sebagai upaya menanggulangi pencemaran kapang dan aflatoksin pada pakan dan produk pertanian lain. Serbuk sambiloto kering diekstraksi secara perkolasasi dalam air suling, kemudian dipekatkan. Ekstrak pekat diencerkan untuk mendapatkan tingkatan konsentrasi 10, 20, dan 30 mg/ml, kemudian disterilisasi secara filtrasi. Seperangkat labu yang terdiri atas 24 buah Erlenmeyer yang masing-masing berisi 24 ml medium cair sukrosa-Mg sulfat-K nitrat-yeast extract (SMKY) dipersiapkan. Satu ml ekstrak dalam berbagai konsentrasi (1 ml air suling steril untuk kontrol) ditambahkan ke dalamnya, dan 0,5 ml suspensi spora *A. flavus* berumur 6 hari yang mengandung 10^6 spora/ml diinokulasikan ke dalam medium tersebut. Medium kemudian diinkubasikan dalam ruangan terbuka pada suhu kamar ($\pm 25^\circ\text{C}$) selama 10 hari. Miselium yang tumbuh dipanen dengan memisahkannya dari filtrat, dikeringkan di atas kertas saring Whatman di dalam inkubator pada suhu 60°C selama 24 jam, kemudian ditimbang. Sementara itu, filtratnya diekstraksi dan kandungan aflatoksin B₁-nya ditentukan dengan menggunakan khromatografi lapisan tipis (KLT). Rancangan acak lengkap faktorial 3x4 digunakan dengan jenis ekstrak (akar, batang, dan daun) dan konsentrasi ekstrak (0, 10, 20, dan 30 mg/ml) sebagai faktor-faktornya, dengan ulangan 2 kali. Parameter yang diukur adalah bobot miselium kering (mg/25 ml) dan kandungan aflatoksin B₁ ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Data dianalisis dengan Anova dan perbedaan nilai rata-ratanya diuji dengan uji beda nyata terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik akar, batang, maupun daun sambiloto cenderung mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan kapang dan produksi aflatoksin B₁ yang dihasilkan oleh kapang *A. flavus*, namun secara statistik perbedaan itu tidak nyata ($P>0,05$).

Kata kunci: Tanaman sambiloto, *Aspergillus flavus*, daya hambat, aflatoksin B₁

PENDAHULUAN

Kondisi iklim di Indonesia yang tropis basah memungkinkan berbagai jenis kapang tumbuh subur dan mencemari berbagai substrat, khususnya produk pertanian seperti dedak dan jagung sebagai bahan pakan. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa kapang *Aspergillus* spp. merupakan kapang yang paling dominan di antara kapang lain, dengan *A. flavus* sebagai spesies yang populasinya tertinggi (HASTIONO, 1991; 1995). Di antara jenis *Aspergillus* tersebut, *A. flavus* dan *A. parasiticus* merupakan kapang toksigenik yang mampu menghasilkan aflatoksin, yang sekaligus mencemari substrat tempatnya tumbuh, sehingga substrak tersebut tercemar dua kali oleh

kapang secara fisik dan oleh aflatoksin secara kimiawi. Sebagai akibatnya, kasus-kasus aflatoksikosis pada unggas, terutama ayam dan itik banyak dilaporkan (HASTIONO, 1983).

Penemuan aflatoksin pada tahun 1961 berawal dari kasus kematian 100.000 ekor anak kalkun di Inggris (*turkey X disease*), yang disebabkan oleh toksin yang berasal dari *Aspergillus flavus*, sejenis kapang toksigenik yang tumbuh pada pakan yang mengandung bungkil kacang tanah sebagai konsentrat (GOLDBLATT, 1969).

Aflatoksin merupakan toksin yang sangat penting dan banyak diperhatikan, karena menyangkut masalah kesehatan manusia dan hewan (KRAYBILL dan SHAPIRO, 1969). Aflatoksin B₁ merupakan aflatoksin yang terbanyak dijumpai dan paling toksik (FEUELL, 1969), karena bersifat hepatotoksik dan hepatokarsinogenik, dan banyak mencemari pakan (BETINA, 1984).

Aflatoksin akan mencemari pakan bila pakan itu telah tercemar kapang toksigenik, khususnya *A. flavus* dan *A. parasiticus*, yang tumbuh subur dalam kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi (90%). Apabila pakan telah tercemar aflatoksin, maka proses pengeringan, penjemuran atau penggunaan fungisida yang mengakibatkan pertumbuhan kapang tertekan atau mati, tidak akan mempengaruhi kandungan aflatoksin di dalamnya, karena aflatoksin tahan terhadap perlakuan demikian (FEUELL, 1969). Oleh karenanya, cara yang dianjurkan untuk mengatasi pencemaran aflatoksin pada pakan adalah dengan pencegahan, misalnya dengan perbaikan cara bercocok tanam, pemanenan, pengeringan atau penjemuran, dan penyimpanan, sehingga pertumbuhan kapang dapat dibatasi atau dihambat secara dini (DOLLEAR, 1969).

Kandungan aflatoksin pada bahan makanan menurut FAO, WHO dan UNICEF tak boleh lebih dari 30 µg/kg (DOLLEAR, 1969; OSER, 1969). Apabila bahan makanan telah dicemari oleh aflatoksin, dan kandungannya lebih dari 30 µg/kg, maka harus dilakukan detoksifikasi, tetapi bila kandungan itu di bawah 30 µg/kg, perlu diadakan upaya pengurangan dengan berbagai cara, misalnya dengan pemurnian, pemilihan fisik, pemanasan, ekstraksi, dan inaktivasi kimiawi atau mikrobiologik (GOLUMBIC dan KULIK, 1969; DOLLEAR, 1969).

Kasus aflatoksikosis pada ayam di Indonesia akibat pencemaran aflatoksin pada pakan sudah sering dilaporkan, namun upaya penanggulangannya masih belum memuaskan. Sejauh ini, upaya penanggulangan pencemaran aflatoksin pada pakan dan kasus aflatoksikosis pada unggas masih sangat terbatas. Beberapa bahan pengikat toksin dan bahan alami lain telah dicoba. Walau bahan-bahan tersebut ada yang memberi hasil cukup baik, namun secara ekonomis sulit diterapkan di lapangan, karena tak mudah memperolehnya (BAHRI, 1995).

Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran aflatoksin pada pakan adalah inaktivasi kapang secara kimiawi (GOLUMBIC dan KULIK, 1969) melalui pemanfaatan tanaman tertentu, misalnya sambiloto (*Andrographis paniculata*). Oleh karenanya, pemanfaatan ekstrak sambiloto sebagai bahan penghambat pertumbuhan dan produksi aflatoksin dari beberapa jenis kapang toksigenik perlu diteliti sebagai salah satu upaya penanggulangan pencemaran kapang dan aflatoksin pada pakan.

Tanaman sambiloto sebagai tanaman obat sudah dikenal secara luas sejak lama di Indonesia (SOEDIGDO *et al.*, 1975). Meskipun demikian, penggunaan tanaman ini sebagai bahan penghambat pertumbuhan kapang, khususnya kapang toksigenik seperti *A. flavus* dan sejenisnya belum banyak diketahui. KUMAR dan PRASAD (1992) menyatakan, bahwa ekstrak kasar daun sambiloto dalam air mampu menghambat pertumbuhan kapang dan produksi aflatoksin dari *A. flavus*. CAHYADI (1996) membuktikan, bahwa ekstrak daun sambiloto dalam air mampu menghambat pertumbuhan da-

menurunkan produksi aflatoksin dari *A. flavus* isolat BCC dan isolat lapangan dari pakan secara sangat nyata.

Dalam penelitian ini akan diungkap efek penghambatan ekstrak akar, batang dan daun sambiloto terhadap pertumbuhan dan produksi aflatoksin B₁ dari kapang toksigenik *A. flavus* secara *in vitro* dalam upaya menanggulangi kontaminasi aflatoksin pada pakan.

MATERI DAN METODE

Tanaman sambiloto (akar, batang dan daun) yang diperoleh dari daerah Sumedang (Jawa Barat) dikeringkan, lalu dicuci dengan larutan kaporit untuk menghilangkan kontaminan (bakteri dan kapang/khamir), dan dibilas dengan akuades steril, kemudian dikeringkan lagi dengan diangin-anginkan. Setelah itu, bahan kering tersebut digiling halus, lalu serbusknya diekstraksi.

Sebanyak 20 g bahan (sampel) diekstraksi dengan 500 ml akuades steril dengan cara perkolasai sampai cairan menjadi jernih dan ekstrak berkonsentrasi 40 mg/ml. Ekstrak disterilisasi dengan filtrasi menggunakan kertas saring halus, lalu diencerkan dengan akuades steril untuk mendapatkan konsentrasi 10, 20 dan 30 mg/ml.

Medium-uji SMKY dibuat dengan melarutkan 200 g sukrosa, 0,5 g MgSO₄, 3 g KNO₃ dan 7 g yeast extract dalam 1.000 ml akuades steril. Larutan lalu direbus dan disterilisasi dalam otoklaf pada suhu 120° C selama 15 menit, pH 7. Medium ini lalu dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer steril bervolume 125 ml sebanyak 24 ml (KUMAR dan PRASAD, 1992).

Medium agar glukosa Sabouraud (SGA) untuk menumbuhkan dan menghitung koloni (spora) kapang juga dibuat dengan melarutkan 40 g glukosa, 10 g pepton dan 15 g agar dalam 1.000 ml akuades, lalu direbus dan disterilisasi dalam otoklaf selama 15 menit pada suhu 120°C. Untuk menghindari kontaminasi bakteri, medium dibubuhii khloramfenikol 0,05 mg/ml. Medium dimasukkan ke dalam botol-botol bervolume 250 ml dan disimpan dalam lemari es sampai saatnya digunakan (AL-DOORY, 1980).

Kapang-uji adalah *A. flavus* isolat F-0021 yang diperoleh dari *Balitvet Culture Collection* (BCC) F-0021. Untuk menentukan kadar aflatoksin yang diproduksi oleh kapang-uji digunakan aflatoksin B₁ standar (Sigma, USA). Perekasi lain digunakan, antara lain Pb-asetat trihidrat (untuk mengendapkan pigmen dan protein), n-heksan, khloroform dan Na-sulfat.

Untuk pengujian diperlukan spora kapang sebanyak 1×10^6 spora per ml. Untuk itu, spora kapang dihitung dengan metode pembiakan berpengenceran menurut THOMPSON (1969). Mula-mula kapang ditanam pada medium SGA dalam tabung miring selama 6 hari pada suhu kamar sampai pertumbuhan koloni stabil. Spora dalam tabung kemudian disuspensi dengan 10 ml akuades steril mengandung 0,05% Tween-80 agar suspensi homogen dan dibuat pengenceran berkelipatan 10 sampai diperoleh enceran 10^{-10} . Dari 4 enceran terakhir dipipetkan masing-masing 1 ml suspensi ke dalam 5 buah cawan Petri kosong dan steril, lalu dituangi dengan medium SGA yang telah mencair secukupnya. Cawan Petri digoyang perlahan sampai suspensi menjadi homogen dengan medium, kemudian dibiarkan sampai agar menjadi padat, lalu diinkubasikan pada suhu kamar selama 3 hari. Koloni yang tumbuh pada ke-5 cawan dihitung pada enceran yang tepat dan jumlahnya dibagi 5, lalu dikalikan dengan faktor pengenceran, sehingga diperoleh jumlah spora per ml, misalnya a spora/ml. Untuk mendapatkan jumlah spora 1×10^6 spora/ml, maka biakan kapang harus diencerkan lagi sebanyak a per 10^6 kali (HASTIONO, 1978).

Suspensi spora mengandung 1×10^6 spora/ml dimasukkan 0,5 ml ke dalam Erlenmeyer berisi 24 ml medium SMKY, lalu masing-masing konsentrasi ekstrak dibubuhkan 1 ml ke dalamnya, sedangkan sebagai kontrol digunakan akuades 1 ml. Semua Erlenmeyer diinkubasikan pada suhu kamar selama 10 hari di ruang laboratorium untuk mendapatkan kondisi 12 jam terang dan 12 jam gelap. Setelah diinkubasi, miselium dipisahkan dari filtrat dengan kertas saring, dikeringkan dalam inkubator pada suhu 60°C selama 24 jam, lalu ditimbang. Kandungan aflatoksin dianalisis dari filtrat dengan metode khromatografi lapisan tipis (CAHYADI, 1996).

Daya hambat ekstrak baik terhadap pertumbuhan kapang maupun produksi aflatoksin ditentukan dengan mengurangi nilai kontrol dengan nilai perlakuan, kemudian dibagi dengan nilai kontrol, lalu dikalikan dengan 100%.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap berfaktorial 3x4 dengan 3 jenis ekstrak (akar, batang dan daun) dan 4 tingkat konsentrasi (0, 10, 20 dan 30 mg/ml) sebagai faktor-faktornya dengan ulangan 2 kali. Parameter yang diukur adalah bobot miselium (mg/25 ml) dan produksi aflatoksin B₁ ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Data dianalisis dengan menggunakan Anova dan uji lebih lanjut menggunakan uji BNT (STEEL dan TORRIE, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan metode THOMPSON (1969) dipilih 5 buah koloni pada enceran 10^{-10} sehingga dalam 1 ml suspensi mengandung 5×10^{10} spora/ml. Untuk mendapatkan konsentrasi 1×10^6 spora/ml, suspensi spora perlu diencerkan sebanyak $(5 \times 10^{10}) : (1 \times 10^6) = 5 \times 10^4$ kali.

Tabel 1. Pengaruh ekstrak sambiloto terhadap pertumbuhan kapang (bobot miselium, mg/25 ml) dan produksi aflatoksin B₁ ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dari kapang *A. flavus*

Jenis ekstrak	Dosis (mg/ml)	Bobot miselium (mg/25 ml)			Produksi aflatoksin B ₁ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
		Percobaan 1	Percobaan 2	Rata-rata	Percobaan 1	Percobaan 2	Rata-rata
Akar	0	610	690	650	4,30	4,17	4,24
	10	660	450	555	0,60	0,60	0,60
	20	560	640	600	2,69	1,60	2,15
	30	570	610	590	1,83	1,37	1,60
Batang	0	610	690	650	4,30	4,17	4,24
	10	490	360	425	1,16	0,58	0,87
	20	570	400	485	5,15	1,06	3,11
	30	540	580	560	0,63	0,65	0,64
Daun	0	610	690	650	4,30	4,17	4,24
	10	550	630	590	0,46	1,92	1,19
	20	470	620	545	1,15	1,15	1,15
	30	540	540	540	0,69	1,06	0,88

Pada akhir penelitian, bobot miselium kering *A. flavus* (mg/25 ml) dan produksi aflatoksin ($\mu\text{g}/\text{kg}$) terdapat pada Tabel 1, sedangkan hasil analisisnya terdapat pada Tabel 2 (bobot miselium dan produksi aflatoksin) dan Tabel 3 (persentase hambatan terhadap pertumbuhan kapang dan produksi aflatoksin).

Ekstrak akar, batang dan daun sambiloto ternyata sedikit menurunkan bobot miselium (mg/25 ml) dan produksi aflatoksin B₁ ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dari kapang *A. flavus*, dalam arti nilai-nilainya lebih

rendah daripada nilai kontrol (Tabel 2a dan 2b). Secara statistik, penurunan bobot miselium dan produksi aflatoksin itu tidak nyata ($P>0,05$), kecuali pada ekstrak batang antara konsentrasi 0 mg/ml (kontrol) dan konsentrasi 10 mg/ml yang berpengaruh nyata ($P<0,05$) menurunkan bobot miselium, sehingga pada konsentrasi tersebut memberi pengaruh nyata pula pada penurunan bobot miselium rata-rata oleh ekstrak akar, batang dan daun (Tabel 2a).

Tabel 2a. Rata-rata bobot miselium *A. flavus* (mg/25 ml) oleh ekstrak sambiloto dalam berbagai konsentrasi (mg/ml)

Dosis ekstrak (mg/ml)	Rata-rata bobot miselium <i>A. flavus</i> (mg/25 ml)			
	Akar	Batang	Daun	Rata-rata
0	650 a	650 a	650 a	650,0 a
10	555 a	425 b	590 a	523,3 b
20	600 a	485 ab	545 a	543,3 ab
30	590 a	560 ab	540 a	563,3 ab
Rata-rata	598,75 a	530,00 a	581,25 a	

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang berbeda menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf 5%

Tabel 2b. Rata-rata produksi aflatoksin B₁ ($\mu\text{g/kg}$) *A. flavus* oleh ekstrak sambiloto dalam berbagai konsentrasi (mg/ml)

Dosis ekstrak (mg/ml)	Rata-rata produksi aflatoksin <i>A. flavus</i> ($\mu\text{g/kg}$)			
	Akar	Batang	Daun	Rata-rata
0	4,24 a	4,24 a	4,24 a	4,24 a
10	0,60 a	0,87 a	1,19 a	0,89 a
20	2,15 a	3,11 a	1,15 a	2,13 a
30	1,60 a	0,64 a	0,88 a	1,04 a
Rata-rata	2,15 a	2,21 a	1,86 a	

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang berbeda menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf 5%

Ekstrak akar, batang dan daun sambiloto mempunyai daya hambat (% hambatan) terhadap pertumbuhan dan produksi aflatoksin B₁ dari kapang *A. flavus*, namun secara statistik pengaruh itu tidak nyata ($P>0,05$) baik antar jenis ekstrak (akar, batang dan daun) maupun antar konsentrasi ekstrak (10, 20 dan 30 mg/ml), seperti tampak pada Tabel 3a dan 3b. Persentase hambatan itu sedikit meningkat pada daun apabila konsentrasi ekstraknya meningkat, sedangkan pada akar dan batang justru menurun (Tabel 3a dan 3b). Persentase hambatan ekstrak daun terhadap pertumbuhan kapang meningkat dari 8,6% pada konsentrasi 10 mg/ml menjadi 15,9% pada konsentrasi 20 mg/ml dan 16,0% pada konsentrasi 30 mg/ml (Tabel 3a), sedangkan terhadap produksi aflatoksin B₁ meningkat dari 71,6% pada konsentrasi 10 mg/ml menjadi 72,8% pada konsentrasi 20 mg/ml dan 79,3% pada konsentrasi 30 mg/ml (Tabel 3b).

Peningkatan persentase hambatan ekstrak daun sambiloto terhadap pertumbuhan kapang dari konsentrasi 10 mg/ml ke konsentrasi 20 mg/ml, yaitu dari 8,6% ke 15,9% lebih besar dibandingkan dengan peningkatan persentase hambatan dari konsentrasi 20 mg/ml ke konsentrasi 30 mg/ml, yaitu dari 15,9% ke 16,0% (Tabel 3a). Sementara itu, peningkatan persentase hambatan ekstrak daun sambiloto terhadap produksi aflatoksin B₁ dari konsentrasi 10 mg/ml ke konsentrasi

20 mg/ml, yaitu dari 71,6% ke-72,8% lebih kecil dibandingkan dengan peningkatan persentase hambatan dari konsentrasi 20 mg/ml ke konsentrasi 30 mg/ml, yaitu dari 72,8% ke-79,3% (Tabel 3b). Hal ini memberi petunjuk bahwa konsentrasi ekstrak daun sambiloto sebesar 20 mg/ml merupakan konsentrasi yang baik untuk menghambat pertumbuhan kapang, sedangkan konsentrasi sebesar 30 mg/ml merupakan konsentrasi yang baik untuk menghambat produksi aflatoxin B₁ dari kapang *A. flavus*.

Tabel 3a. Rata-rata daya hambat (% hambatan) ekstrak sambiloto pada berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan kapang *A. flavus*

Dosis ekstrak (mg/ml)	Rata-rata daya hambat pertumbuhan kapang (%)				Rata-rata
	Akar	Batang	Daun		
10	12,8 a	33,4 a	8,6 a		18,3 a
20	5,4 a	23,9 a	15,9 a		15,1 a
30	8,4 a	13,1 a	16,0 a		12,5 a
Rata-rata	8,9 a	23,4 a	13,5 a		

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang berbeda menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf 5%

Tabel 3b. Rata-rata daya hambat (% hambatan) ekstrak sambiloto pada berbagai konsentrasi terhadap produksi aflatoxin B₁ dari *A. flavus*

Dosis ekstrak (mg/ml)	Rata-rata daya hambat produksi aflatoxin B ₁ (%)				Rata-rata
	Akar	Batang	Daun		
10	86,3 a	78,5 a	71,6 a		78,8 a
20	49,5 a	27,4 a	72,8 a		49,9 a
30	62,3 a	85,1 a	79,3 a		75,6 a
Rata-rata	66,1 a	63,7 a	74,6 a		

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang berbeda menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf 5%

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa, ekstrak daun sambiloto cenderung mempunyai persentase hambatan yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak lainnya, dalam arti bahwa persentase hambatan itu meningkat apabila konsentrasi ekstraknya ditingkatkan, meskipun secara statistik peningkatan itu tidak nyata. Agaknya konsentrasi ekstrak daun sambiloto sebesar 20 mg/ml merupakan konsentrasi yang baik untuk menghambat pertumbuhan kapang, sedangkan konsentrasi 30 mg/ml merupakan konsentrasi yang baik untuk menghambat produksi aflatoxin B₁ meskipun secara statistik tidak nyata. Hasil ini agak berbeda dengan hasil penelitian KUMAR dan PRASAD (1992) dan CAHYADI (1996), bahwa konsentrasi 20 mg/ml merupakan konsentrasi yang baik untuk menghambat pertumbuhan kapang dan produksi aflatoxin.

Berkaitan dengan daya hambat ekstrak daun sambiloto terhadap pertumbuhan kapang *A. flavus*, hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian CAHYADI (1996). Dalam penelitian ini, daya hambat itu hanya 15,9% pada konsentrasi 20 mg/ml (Tabel 3a) sedangkan dalam penelitian CAHYADI (1996), pada konsentrasi 20 mg/ml, daya hambat itu adalah 65,04% untuk *A. flavus* isolat BCC dan 62,89% untuk *A. flavus* isolat lapangan (pakan). Perbedaan ini selain mungkin disebabkan oleh pengaruh perbedaan galur isolat, juga oleh pengaruh perbedaan dalam membuat konsentrasi ekstrak. Dalam penelitian CAHYADI (1996), isolat *A. flavus*

yang digunakan adalah isolat BCC (F-0116) dan isolat lapangan yang berasal dari pakan (isolat yang belum diketahui potensinya), sedangkan dalam penelitian ini digunakan isolat BCC (F-0021). Isolat BCC F-0116 berasal dari jagung, diisolasi di sekitar Bogor pada tahun 1994, isolat lapangan diisolasi dari pakan pada tahun 1995, sedangkan isolat BCC F-0021 berasal dari Australia dan disimpan di BCC sekitar tahun 1986 (KATALOG CCAM, 1995). Sementara itu, dalam pembuatan konsentrasi ekstrak, dalam penelitian CAHYADI (1996), ekstrak dipekatkan dahulu menjadi pasta sebelum dibuat enceran konsentrasi, sedangkan dalam penelitian ini ekstrak tersebut tidak dipekatkan terlebih dahulu, melainkan langsung dibuat enceran konsentrasi. Dengan demikian, kedua faktor ini mengakibatkan hasil penelitian yang berbeda pula.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ekstrak akar, batang dan daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) dapat menurunkan pertumbuhan kapang dan produksi aflatoxin B₁ dari *A. flavus*, meskipun secara statistik pengaruh itu tidak nyata ($P>0,05$). Ekstrak daun sambiloto cenderung meningkatkan persentase hambatan pertumbuhan kapang dan produksi aflatoxin B₁ apabila konsentrasi ekstrak ditingkatkan. Ekstrak daun sambiloto, mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan kapang dan produksi aflatoxin B₁ dari kapang *A. flavus*.

DAFTAR PUSTAKA

- AL-DOORY, Y. 1980. *Laboratory Medical Mycology*. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.
- BAHRI, S. 1995. Tinjauan kegiatan penelitian mikotoksin dan mikotoksikosis di Balai Penelitian Veteriner. Kumpulan Makalah Lengkap KONAS PMKI I dan Temu Ilmiah. Bogor, 21-24 Juni 1995. Balai Penerbit FKUI, Jakarta: 110-122.
- BETINA, V. (Ed). 1984. *Mycotoxins: Production, Isolation, Separation and Purification. Developments in Food Science 8*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- CAHYADI, A. 1996. Pengaruh Hambatan Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Aflatoxin dari *Aspergillus flavus*. Skripsi S1 Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Institut Pertanian Bogor.
- DOLLEAR, F. G. 1969. Detoxification of Aflatoxins in Foods and Feeds. Chapter XIII. In: *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Edited by GOLDBLATT, L. A. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Acad. Press, New York, USA. Hal. 360-391.
- FEUELL, A. J. 1969. Types of Mycotoxins in Foods and Feeds. Chapter VII. In: *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Edited by GOLDBLATT, L. A. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Academic Press, New York, USA. Hal. 187-221.
- GOLDBLATT, L. A. (Ed). 1969. *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Academic Press, New York, USA.
- GOLUMBIC, C. and M.M. KULIK. 1969. Fungal Spoilage in Stored Crops and Its Control. Chapter XI. In: *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Edited by GOLDBLATT, L. A. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Acad. Press, New York, USA. Hal. 307-332.
- HASTIONO, S. 1978. Populasi kapang *Aspergillus* spp. dalam ransum ayam normal. *Bul. LPPH* 10 (16): 13-27.
- HASTIONO, S. 1983. Peran mikotoksin dalam industri makanan ternak. *Hemera Zoa* 71 (2): 109-126.
- HASTIONO, S. 1991. Pencemaran pakan oleh kapang dan produknya. Buku Panduan Diskusi Panel Pengembangan Mikologi Veteriner. Bogor, 7 September 1991. PMKI Bogor dan Panitia Dies Natalis Ke-28 IPB.

- HASTIONO, S. 1995. Kapang toksigenik dari pakan, komponen pakan dan hasil pertanian lain. Kumpulan Makalah Lengkap KONAS PMKI I dan Temu Ilmiah. Bogor, 21-24 Juni 1994. Balai Penerbit FKUI, Jakarta: 123-133.
- KATALOG CCAM. 1995. Culture Collection of Agricultural Microbes CCAM (Koleksi Biakan Mikroba Pertanian, KBMP). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- KRAYBILL, H. F. and R. E. SHAPIRO. 1969. Implications of Fungal Toxicity to Human Health. Chapter XV. In: *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Edited by GOLDBLATT, L. A. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Academic Press, New York, USA. Hal. 401-441.
- KUMAR, S. dan G. PRASAD. 1992. Efficacy of medicinal plant (*Andrographis paniculata*) extract on aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus*. *Letters in Appl. Microbiol.* 15: 131-132.
- OSEN, B.L. 1969. Regulatory Aspects of Control of Mycotoxins in Foods and Feeds. Chapter XIV. In: *Aflatoxin: Scientific Background, Control, and Implications*. Edited by GOLDBLATT, L. A. Food Science and Technology, A Series of Monographs. Acad. Press, New York, USA. Hal. 393-400.
- SOEDIGDO, P., S. SOEDIGDO, dan D. Sumaryani. 1975. Penelitian efek hipoglisemia komponen-komponen daun sambiloto, *Andrographis paniculata* Nees. Simposium Tanaman Obat I. Departemen Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.
- STEEL, R.G.D. dan J.H. TORRIE. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Ed. 2. Gramedia, Jakarta.
- THOMPSON, J. C. 1969. Techniques for the isolation of the common pathogenic fungi. II. Air sampling, dilution plating and the ringworm fungi. *Medium* 2 (4): 110-120.