

Dominansi dan Seleksi Jamur *Aspergillus* Perusak Gaplek

Selection and Domination of *Aspergillus* Fungi as Deterioration of Dried Cassava

H.A. Oramahi^{1*}, Christanti Sumardiyono², Nursamsi Pusposendjojo², dan Haryadi³

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura Pontianak

²Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

³Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

E-mail: oramahi_stp@yahoo.com *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Dried cassava is a suitable host for the growth and development of the genus *Aspergillus*. Fungi reported to grow on dried cassava were *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. oryzae*, *A. tamarisii*, *A. zonatus*, dan *Aspergillus* sp. From those species, *A. flavus* is the most important species because of its toxigenic characteristic on agricultural product. This study was conducted to study dominant species of *Aspergillus* causing the most severe deterioration on stored dried cassava and causing the highest deterioration in dried cassava. The isolates were then cultured for determination of dominant species. The *in vitro* experiment was to obtain the species of *Aspergillus* that is resulted in highest change of dried cassava spoilage. Based on relative index frequency (Rif) and presence index of the fungus (Pif), *A. flavus* was the most dominant species and causing the highest deterioration on the dried cassava.

Key words: Dried cassava, relative index frequency (Rif), presence index of the fungus (Pif), dominant, *Aspergillus*

Abstrak

Gaplek merupakan inang yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur marga *Aspergillus*. Jamur-jamur yang dilaporkan tumbuh pada gaplek antara lain *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. oryzae*, *A. tamarisii*, *A. zonatus*, dan *Aspergillus* sp. Di antara spesies-spesies tersebut, *A. flavus* merupakan jamur toksigenik yang sering ditemukan tumbuh pada produk hasil pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari jamur *Aspergillus* yang tumbuh dominan dan penyebab kerusakan paling besar pada gaplek. Isolat-isolat yang diperoleh digunakan untuk penentuan spesies jamur *Aspergillus* yang dominan. Percobaan *in vitro* bertujuan untuk mengetahui jamur marga *Aspergillus* penyebab kerusakan gaplek terbesar. Berdasarkan nilai indeks kekerapan relatif (Rif) dan indeks kemunculan jamur (Pif), *A. flavus* merupakan jamur yang paling dominan dan penyebab kerusakan gaplek terbesar.

Kata kunci: Gaplek, indeks kekerapan relatif, indeks kemunculan jamur, dominan, *Aspergillus*

Diterima: 28 November 2008, disetujui: 30 November 2009

Pendahuluan

Salah satu sentra produksi ubi kayu di Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Kabupaten Gunungkidul. Pada tahun 2006, produksi ubi kayu Kabupaten Gunungkidul adalah 894,106 ton. Dari produksi tersebut sekitar 15% dikonsumsi dalam bentuk segar dan 85% dikeringkan menjadi gaplek (Anonim, 2007). Gaplek adalah ubi kayu yang sudah atau tidak dikupas, dan dikeringkan dalam berbagai bentuk.

Gaplek dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan, dan industri.

Jamur benang (*filamentous fungi*) merupakan salah satu ancaman terpenting penyebab kerusakan hasil pertanian yang disimpan atau diolah. Kerusakan tersebut lebih parah terjadi di daerah tropika basah yang kondisinya cocok bagi penyebaran dan pertumbuhan jamur benang (Essono *et al.*, 2007). Gaplek merupakan inang yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur

marga *Aspergillus*. Jenis-jenis jamur yang dilaporkan tumbuh pada gaplek antara lain *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. oryzae*, *A. tamarii*, *A. zonatus*, dan *Aspergillus* sp. (Yulineri *et al.*, 1997; Wareing *et al.*, 2001; Essono *et al.*, 2007; Oramahi *et al.*, 2006). Di antara spesies-spesies tersebut, *A. flavus* merupakan jamur toksigenik yang sering ditemukan tumbuh dominan pada produk hasil pertanian. Beberapa pustaka sebelumnya mengungkapkan bahwa kehilangan hasil gaplek dalam penyimpanan mencapai 16–25% (Balagopalan *et al.*, 1988; Ginting *et al.*, 1992).

Kehilangan hasil gaplek akibat jamur penyimpanan lebih parah bila kondisi lingkungan penyimpanan mendukung untuk pertumbuhan jamur. Kadar air gaplek petani dan kondisi pengeringan ubi kayu menjadi gaplek yang tidak sesuai seperti yang terjadi di Gunungkidul juga dapat memperparah kerusakan akibat jamur. Beberapa jamur sudah diketahui dapat menyerang dan menimbulkan kerusakan pada gaplek. Sebagai contoh, penelitian Essono *et al.*, (2007) mengetahui jamur marga *Aspergillus* yang tumbuh pada gaplek dari dua lokasi yang berbeda, hubungannya dengan kadar air gaplek, lama penyimpanan, dan metode pengolahan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ada 13 jenis yang ditemukan, *A. flavus* dan *A. clavatus* paling sering muncul, sedangkan *A. versicolor* merupakan jamur yang jarang ditemukan. Penelitian lain yang telah dilakukan Yulineri *et al.*, (1997) bertujuan untuk mengarakterisasi jenis jamur dan mengetahui pengaruh beberapa pengawet alami (bawang putih, garam, dan asam cuka) terhadap persentase kerusakan gaplek penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. niger*, *Penicillium* sp., dan *Rhizopus* sp. merupakan jamur yang tumbuh dominan. Namun, kondisi lingkungan yang berbeda antara penelitian-penelitian tersebut dan kondisi lingkungan di Kabupaten Gunungkidul memungkinkan terjadi perbedaan dalam hal jenis-jenis yang muncul dan jenis yang dominan.

Dominansi jenis jamur pada hasil pertanian ditentukan berdasarkan nilai indeks kekerapan relatif (*Relative index frequency*, Rif) dan indeks kemunculan jamur (*Presence index of the fungus*, Pif) (Essono *et al.*, 2007). Setiap nilai tersebut menggambarkan distribusi dan tingginya populasi tiap spesies jamur. Dominansi

spesies jamur yang tumbuh pada bahan simpanan dipengaruhi faktor-faktor seperti kadar air bahan, musim, curah hujan, dan lengas nisbi. Di lapangan, muncul pertanyaan apakah jamur yang tumbuh dominan merupakan jamur yang paling merusak bahan.

Penelitian ini bertujuan menentukan jenis jamur *Aspergillus* yang dominan dan seleksi jenis jamur *Aspergillus* perusak gaplek secara *in vitro*.

Metode Penelitian

Pengambilan Sampel

Sampel gaplek diperoleh dari empat Kecamatan di Kabupaten Gunungkidul yaitu Nglipar, Wonosari, Semanu, dan Rongkop. Pengambilan sampel didasarkan atas perbedaan curah hujan di Kabupaten Gunungkidul.

Menurut Oldeman (1978 *cit.* Syamsidi, 1989), tipe C₃ adalah daerah yang mempunyai 5–6 bulan basah (curah hujan ≥ 200 mm per bulan) dan 3–5 bulan kering (curah hujan ≤ 100 mm per bulan). Daerah tipe D₃ adalah daerah yang mempunyai 3–4 bulan basah dan 4–6 bulan kering.

Isolat Jamur

Isolat yang digunakan merupakan spesies jamur yang sudah diidentifikasi sebanyak 6 (enam) spesies yaitu *A. flavus*, *A. oryzae*, *A. niger*, *A. foetidus*, *A. tamarii*, dan *A. zonatus*. (Oramahi *et al.*, 2006).

Dominansi Spesies Jamur Marga *Aspergillus* di Kabupaten Gunungkidul

Dominansi spesies jamur marga *Aspergillus* ditentukan dengan mengacu pada Foke (1987 *cit.* Essono, 2007), dengan formula sebagai berikut:

$$Pif = Nsc/Tnse$$

$$Rif = Ncpc/Tnil$$

Keterangan:

Pif = Indeks kemunculan jamur (*presence index of the fungus*)

Nsc = Jumlah sampel (gaplek) terkontaminasi jamur *Aspergillus*

Tnse = Jumlah total sampel yang diperiksa

Rif = Indeks frekuensi relatif (*relative index frequency*)

Ncpc = Jumlah isolat dari masing-masing jenis jamur *Aspergillus*

Tnil = Jumlah total isolat dari semua jamur *Aspergillus*

Jenis jamur marga *Aspergillus* yang tumbuh dominan bila nilai Pif dan Rif paling tinggi (Essono, 2007).

Jamur *Aspergillus* Penyebab Kerusakan pada Gaplek (*in vitro*)

Percobaan ini bertujuan mendapatkan *Aspergillus* penyebab kerusakan terbesar pada gaplek. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Perlakuan dalam percobaan ini adalah jenis jamur-jamur marga *Aspergillus* yang diperoleh pada tahap sebelumnya (Oramahi et al., 2006). Jamur-jamur tersebut ditumbuhkan pada medium agar miring (PDA). Panen spora dilakukan setelah isolat berumur 7 hari dengan cara sebagai berikut: isolat dalam medium agar miring sebanyak empat tabung, masing-masing ditambahkan 5 ml *Tween* 80 (0,05%) (Pitt dan Hocking, 1997), digoyang dengan perlahan, dituangkan ke dalam erlenmeyer yang berisi air steril, dan dihitung kerapatan spora 10^6 /ml dengan *haemocytometer*.

Gaplek seberat 100 g didesinfeksi dalam alkohol 96% dengan cara dicelup selama 30 detik, kemudian dikeringkan dengan kertas saring steril selama 15 menit agar alkohol menguap, dan di bilas dengan air steril, dikeringanginkan lagi di atas kertas saring steril sekitar 30 menit. Inokulasi gaplek dilakukan dengan cara penyemprotan gaplek dengan suspensi jamur marga *Aspergillus* (10^6 CFU/ml) sebanyak 2 ml, sedangkan perlakuan tidak diinokulasi dilakukan dengan penyemprotan dengan air steril sebanyak 2 ml. Gaplek yang telah diinokulasi dibungkus dengan kain kasa dan disimpan dalam stoples dengan lengas nisbi udara 80% pada suhu 30°C selama 2 bulan dalam stoples tertutup yang di dalamnya terdapat penyangga.

Pengaturan lengas nisbi udara di dalam stoples dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh yang diletakkan dalam stoples di bawah penyangga. Untuk memperoleh lengas nisbi udara 80% digunakan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Shurtleff dan Averre, 1997). Parameter yang diamati adalah populasi *Aspergillus* spp. dan kadar pati gaplek. Indikator kerusakan bila populasi jamur dan aktivitas glukamilase meningkat, dan penurunan kadar pati.

Populasi *Aspergillus* spp. pada Awal dan Akhir Pengamatan (Barros et al., 2003; Ogundare dan Adetuyi, 2003)

Gaplek seberat sekitar 75 g dihaluskan dengan blender dan diambil sebanyak 1 g, kemudian ditambahkan dengan 10 ml air steril, dihomogenkan dengan vorteks selama 2 menit, didiamkan dan dibuat seri pengenceran sampai 10^{-6} . Suspensi diambil sebanyak 100 μ l untuk dituangkan ke dalam cawan petri yang mengandung medium *DG-18* (10 ml) dan diratakan, biakan jamur diinkubasikan selama 5 hari pada suhu kamar, dan jumlah koloni yang tumbuh dihitung dengan satuan CFU/gram.

Aktivitas Glukoamilase *Aspergillus* spp. pada Gaplek (Marin et al., 2003 yang Dimodifikasi)

Ekstraksi Glukoamilase

Ekstraksi dilakukan dalam erlenmeyer volume 100 ml, gaplek yang ditumbuhi *Aspergillus* spp. sebanyak 4 g dihaluskan, dimasukkan dalam erlenmeyer, ditambah 20 ml bufer asetat pH = 5,5, kemudian inkubasi dilakukan dalam inkubator *rotary shaker* (Kottermann) pada putaran 150 rpm selama satu jam. Cairan enzim kasar (supernatan) disentrifugasi dengan *High Speed Centrifuge* (Sigma 3K30) pada 7.000 g, suhu 4°C selama 20 menit. Supernatan digunakan untuk pengujian aktivitas glukamilase.

Pengujian Aktivitas Glukoamilase

Supernatan sebanyak 0,5 ml ditambah 1 ml (1%) pati mentah dalam bufer asetat pH= 5,5. Campuran diinkubasikan pada suhu 40°C selama 30 menit, dipanaskan dengan penangas air selama 5 menit, dan didinginkan. Setelah dingin gula reduksi diukur dengan metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji et al., 1997).

Satu unit aktivitas glukamilase didefinisikan sebagai kemampuan enzim untuk membebaskan 1 μ mol glukosa pada kondisi pengujian.

Analisis Kadar Pati Gaplek (AOAC, 1970)

Sebanyak 2 g gaplek yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam gelas piala 250 ml, ditambah dengan 50 ml akuades dan diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan akuades sampai volume

filtrat 250 ml dan filtrat ini dibuang. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam Erlenmeyer dengan pencucian 200 ml akuades dan ditambahkan 20 ml HCl 25%, ditutup dengan pendingin balik dan dipanaskan di atas penangas air mendidih selama 2,5 jam. Setelah dingin larutan dinetralkan dengan larutan NaOH 45% dan diencerkan sampai volume menjadi 500 ml dalam labu takar, kemudian disaring. Kadar gula dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa seperti pada penentuan gula reduksi. Berat glukosa dikalikan 0,9 merupakan berat pati.

Hasil dan Pembahasan

Dominansi Jenis Jamur Marga *Aspergillus* di Kabupaten Gunungkidul

Jamur marga *Aspergillus* yang diperoleh dari gaplek di kabupaten Gunungkidul dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel ini diketahui bahwa indeks kekerapan relatif dan indeks kemunculan jamur *A. flavus* paling tinggi ditemukan di Kecamatan Nglipar dengan tipe curah hujan C3 (data curah hujan dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Perikanan Gunungkidul tidak ditampilkan) masing-masing sebesar 58,33% dan 100%, diikuti Kecamatan Rongkop (C3) 44,00% dan 100%, Semanu (D3) 31,82% dan 75%, dan Wonosari (D3) 25,00% dan 75%. Nilai Rif dan Pif *A. flavus* di daerah dengan tipe curah hujan C3 lebih tinggi daripada di daerah tipe D3 karena pada tipe C3 curah hujan dan hari hujan lebih tinggi sehingga lebih lembap yang merupakan kondisi optimum bagi pertumbuhan *A. flavus*.

Menurut Syamsidi (1989), jenis dan persentase serangan jamur dipengaruhi oleh curah hujan di berbagai tempat pengambilan sampel beras dan gabah. Di daerah dengan tipe curah hujan E3, jenis dan persentase serangan jamur berbeda dengan yang ditemukan di daerah tipe curah hujan C3 maupun D3. Choudhary dan Sinha (1993) menyatakan bahwa serangan *A. flavus* pada gandum tertinggi yaitu 63% saat musim hujan. Hal yang sama dilaporkan Makun *et al.*, (2007) yang menyatakan bahwa serangan jamur dominan pada beras saat musim hujan berturut-turut adalah *A. flavus*, *A. niger*, dan *A. parasiticus*.

Berdasarkan hasil identifikasi ditemukan 6 spesies *Aspergillus* yaitu *A. flavus*, *A. oryzae*, *A. niger*, *A. foetidus*, *A. tamarii*, dan *A. zonatus*. Berdasarkan nilai Pif dan Rif, *A. flavus* merupakan jamur yang dominan tumbuh pada gaplek. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa *A. clavatus* dan *A. flavus* tumbuh dominan pada gaplek yang diperoleh dari Ebolowa dan Yaounde Kamerun. Daerah Ebolowa mempunyai curah hujan tahunan sebesar 1876 mm dan Yaounde sebesar 1654 mm. Tidak ada perbedaan dominansi jenis jamur dari kedua daerah tersebut (Essono *et al.*, 2007). Jamur dominan yang tumbuh pada gaplek antara hasil penelitian ini dan hasil penelitian Yulineri *et al.*, (1997) dan Essono *et al.*, (2007) sedikit berbeda. Hal ini disebabkan oleh lingkungan (Moubasher *et al.*, 1980; Pitt dan Hocking, 1997), kadar air bahan (Essono *et al.*, 2007), lama penyimpanan (Moubasher *et al.*, 1980; Essono *et al.*, 2007), dan bentuk bahan (Essono *et al.*, 2007) sehingga antara jenis jamur satu dan yang lain akan terjadi kompetisi. Hasil survei penulis dan pengukuran beberapa sampel gaplek yang diperoleh dari Kabupaten Gunungkidul membuktikan gaplek tersebut mempunyai kadar air yang relatif tinggi >15%.

Menurut Christensen dan Sauer (1982 *cit.* Anonim, 2003), *A. flavus* tumbuh dominan pada beras pada kisaran kadar air 16–18%, sedangkan *A. restrictus* dan *A. glaucus* pada kadar air 14–15%. Bila kadar air lebih rendah daripada persyaratan tersebut maka jenis *Aspergillus* lain akan tumbuh dominan. Jaffe (1969 *cit.* Pitt dan Hocking, 1997) menyatakan bahwa *A. niger* tumbuh dominan pada kacang tanah yang mempunyai kadar air rendah (8,4%). Choudhary dan Sinha (1993) melaporkan bahwa faktor yang mempengaruhi serangan *A. flavus* pada jagung adalah kondisi lingkungan (suhu, lengas nisbi udara, dan curah hujan). Serangan *A. flavus* paling tinggi pada jagung 63% saat musim hujan dan 52% pada musim dingin.

Spesies *Aspergillus* Penyebab Kerusakan Gaplek

Hasil percobaan *in vitro* jamur marga *Aspergillus* penyebab kerusakan gaplek terlihat pada Tabel 2. Tabel ini diketahui bahwa populasi *Aspergillus* spp. tertinggi pada gaplek adalah *A. flavus* diikuti oleh *A. foetidus*, *A. niger*, *A. zonatus*,

A. oryzae, dan *A. tamarii*. Populasi jamur marga *Aspergillus* untuk semua perlakuan sudah melewati batas toleransi yang diizinkan. Batas toleransi populasi mikroorganisme yang diizinkan pada tepung, sereal, dan kacang dalam kemasan adalah $10^2-10^4/g$ (Adebajo dan Diyaolu, 2003).

Aktivitas glukoamilase tertinggi pada gaplek dihasilkan oleh *A. flavus* diikuti oleh *A. oryzae*, *A. tamarii*, *A. niger*, *A. zonatus*, dan *A. foetidus*. Aktivitas glukoamilase *A. flavus* dapat mendegradasi pati mentah gaplek. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Okolo et al., (2000), Abu et al., (2005), dan Omemu et al., (2005). Menurut Abu et al., (2005), aktivitas glukoamilase *A. niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat mendegradasi pati mentah shorgum. Begitu juga hasil penelitian Omemu et al., (2005) yang menyatakan bahwa aktivitas glukoamilase *A. niger* AMO7 dapat mendegradasi pati mentah ubi kayu, gadung, dan ubi jalar.

Penurunan kadar pati terbesar terjadi pada gaplek yang ditumbuhi oleh *A. flavus*, diikuti oleh *A. tamarii*, *A. zonatus*, *A. foetidus*, *A. oryzae*, dan *A. niger*. Walaupun jamur marga *Aspergillus* yang tumbuh pada gaplek mampu menurunkan kadar pati, kadar patinya masih memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Menurut Eggins dan Coursey (1968 cit. Adebajo dan Diyaolu, 2003), kerusakan bahan secara biologi terjadi karena agens biologi (jamur) memanfaatkan substrat yang ada dalam bahan untuk pertumbuhannya.

Hasil percobaan *in vitro* menunjukkan bahwa *A. flavus* adalah jamur penyebab kerusakan gaplek terbesar dengan beberapa indikator sebagai berikut: (1) populasi paling tinggi, (2) aktivitas glukoamilase pada gaplek paling tinggi, (3) penurunan kadar pati gaplek paling tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, *A. flavus* merupakan spesies jamur yang tumbuh dominan dan paling merusak gaplek.

Tabel 1. Jamur marga *Aspergillus* pada gaplek di Gunungkidul.

Lokasi	Jenis	Nsc ¹⁾	Ncpc ²⁾	Rif ³⁾ (%)	Pif ⁴⁾ (%)	Mean ⁵⁾ (%)
Nglipar	<i>A. flavus</i>	4	21	58,33	100	87,5
	<i>A. foetidus</i>	1	3	8,33	25	12,5
	<i>A. niger</i>	2	6	16,67	50	25
	<i>A. oryzae</i>	1	6	16,67	25	25
	<i>A. tamarii</i>	-	-	-	-	-
	<i>A. zonatus</i>	-	-	-	-	-
	<i>A. flavus</i>	3	9	25	75	37,5
	<i>A. foetidus</i>	2	6	16,67	50	25
Wonosari	<i>A. niger</i>	2	6	16,67	50	25
	<i>A. oryzae</i>	1	6	16,67	25	25
	<i>A. tamarii</i>	1	6	16,67	25	25
	<i>A. zonatus</i>	1	3	8,33	25	12,5
	<i>A. flavus</i>	3	7	31,82	75	29,17
	<i>A. foetidus</i>	1	1	4,55	25	4,17
Semanu	<i>A. niger</i>	2	5	22,73	50	20,83
	<i>A. oryzae</i>	2	6	27,27	50	27
	<i>A. tamarii</i>	1	2	13,64	25	8,33
	<i>A. zonatus</i>	1	1	4,55	25	4,17
	<i>A. flavus</i>	4	22	44	100	91,67
	<i>A. foetidus</i>	1	2	4	25	8,33
Rongkop	<i>A. niger</i>	2	6	27,27	50	25
	<i>A. oryzae</i>	3	14	28	75	58,33
	<i>A. tamarii</i>	1	4	8	25	16,67
	<i>A. zonatus</i>	1	2	4	25	8,33

Keterangan: ¹⁾ Nsc: jumlah sampel yang terkontaminasi jamur marga *Aspergillus*

²⁾ Ncpc: Jumlah isolat dari tiap-tiap spesies jamur *Aspergillus*

³⁾ Rif: *Relative index frequency* (indeks kekerapan relatif)

⁴⁾ Pif: *Presence index of the fungus* (indeks kemunculan jamur)

⁵⁾ Mean: perbandingan antara jumlah isolat dari tiap-tiap spesies jamur dibagi Jumlah potongan gaplek di setiap lokasi.

Tabel 2. Spesies *Aspergillus* penyebab kerusakan terbesar pada gaplek (*in vitro*).

Spesies <i>Aspergillus</i>	Populasi (CFU/g) ²⁾	Aktivitas Glukoamilase pada Gaplek (U/ml) ¹⁾	Kadar Pati Gaplek (%) ¹⁾
<i>A. flavus</i>	4,017 x 10 ⁶ a	0,835 a	71,79 f
<i>A. foetidus</i>	3,360 x 10 ⁶ b	0,539 c	75,08 bc
<i>A. niger</i>	2,200 x 10 ⁶ c	0,642 b	75,94 b
<i>A. zonatus</i>	1,750 x 10 ⁶ d	0,750 a	73,63 d
<i>A. oryzae</i>	1,533 x 10 ⁶ e	0,644 bc	75,35 bc
<i>A. tamarii</i>	1,183 x 10 ⁶ f	0,625 bc	72,82 e
Lain-lain/kontrol	-	-	77,73 a

Keterangan:¹⁾ Rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada aras 5%

²⁾ Untuk analisis statistik data ditransformasi ke log x

³⁾ Untuk perlakuan tidak diinokulasi (I0), populasi jamur hanya beberapa jumlah koloni yang tumbuh sehingga tidak memenuhi syarat untuk dihitung

⁴⁾ Aktivitas glukoamilase pada awal penyimpanan tidak diamati dengan asumsi belum ada aktivitas.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan nilai indeks kekerapan relatif (Rif) dan indeks kemunculan jamur (Pif), *Aspergillus flavus* merupakan jamur yang dominan. Berdasarkan uji *in vitro* *A. flavus* merupakan jamur penyebab kerusakan gaplek terbesar.

Saran

Aspergillus flavus terbukti sebagai jamur yang paling dominan dan penyebab kerusakan gaplek terbesar. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan pengolahan ubi kayu menjadi gaplek mulai dari pengeringan sampai penyimpanan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada DIKTI yang telah memberikan beasiswa program pascasarjana (BPPS) pada program S-3. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Tanjungpura, Pemda Musi Banyuasin, Pemda Bangka Belitung, dan Pemda Kalimantan Barat yang telah memberikan bantuan penelitian.

Daftar Pustaka

- Abu, E.A., Ado, S.A. dan James, D.B. 2005. Raw Starch Degrading Amylase Production by Mixed Culture of *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* Grown on Sorghum Pomace. *Afr. J. Biotechnol*, 4 (8): 785–790.
- Adebajo, L.O. dan Diyaolu, S.A. 2003. Mycology and Spoilage of Retail Cashew Nuts. *Afr. J. Biotechnol*, 2 (10): 369–373.
- Anonim. 2003. *Managing Rice Decay during Storage*. www.plantsciences.ucdavis.edu/uccerice/QUALITY/rqw2003/C-8RiceDecay2003.pdf. 08/09/2007.
- Anonim. 2007. *Produksi Gaplek Kabupaten Gunungkidul*. Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kabupaten Gunungkidul. Yogyakarta.
- AOAC. 1970. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, Washington.
- Balagopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S.K. dan Moorthy, S.N. 1988. *Cassava in Food, Feed and Industry*. CRC Press. Florida.
- Barros, G., Torres, A., Palacio, G. dan Chulze, S. 2003. *Aspergillus species* from Section Flavi Isolated from Soil at Planting and Harvest Time in Peanut Growing Region of Argentina. *J. Sci. Food Agric*, 83: 1303–1307.
- Choudhary, A.K. dan Sinha, K.K. 1993. Competition Between a Toxigenic *Aspergillus flavus* Strain and Fungi on Stored Maize Kernel. *J. Stored Prod. Res*, 29 (1): 75–80.
- Christensen, C.M. 1969. Influence of Moisture Content, Temperature, and Time of Storage upon Invasion of Rough Rice by Storage Fungi. *Phytopathology*, 59: 145–148.

- Essono, G., Ayodele, M., Akoa, A., Foko, J., Olembo, S. dan Gockowski, J. 2007. *Aspergillus* species on Cassava Chips in Storage in Rural Areas of Southern Cameroon: Their Relationship with Storage Duration, Moisture Content and Processing Methods. *Afr J. Microbiol Res.* Online <http://www.academicjournals.org/ajmr>. 08/07/2007.
- Ginting, E., Kusbiantoro, B., Merk, R. dan Harnowo, D. 1992. Primary Post Harvest Handling of Cassava at Farm Level in South Malang. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1992*.
- Makun, H.A., Gbodi, T.A., Akanya, O.H., Salako, E.A. dan Ogbadu, G.H. 2007. Fungi and Some Mycotoxins Contaminating Rice (*Oryza sativa*) in Niger State, Nigeria. *Afr J. Microbiol Res.* Online <http://www.academicjournals.org/AJB>. 08/07/2007.
- Marin, S., Guynot, M.E., Sanchis, V. dan Ramos, A.J. 2003. Hydrolytic Enzym Activities as Indicators of Fungal Spoilage in Bakery Products. *J. Food Agric*, 83: 685–691.
- Moubasher, A.H., Abdel-Hafez, S.I.I., El-Hissy, F.T. dan Hassan, S.K.M. 1980. Effect of Temperature and Moisture Content on Egyptian Peanut Seed-born Fungi. *Mycopathologia*, 70: 49–54 (Abstract).
- Ogundare, A.O. dan Adetuyi, F.C. 2003. Studies on the Microbial of Bread Baked with Wheat Flour from South Western Nigeria. *Food Agric. & Environment*, 1: 85–87.
- Okolo, B.N., Ire, F.S., Ezeogu, L.I., Anyanwu, C.U. dan Odibo, F.J. 2000. Purification and Some Properties of a Novel Raw Starch-digesting Amylase from *Aspergillus carbonarius*. *J. Sci. Food Agric*, 81: 329–336.
- Omemu, A.M., Akpan, I., Bankole, M.O. dan Teniola, O.D. 2005. Hydrolysis of Raw Tuber Starch by Amylase of *Aspergillus niger* AMO7 Isolated from the Soil. *Afr. J. Biotechnol*, 4: 19–25.
- Oramahi, H.A., Sumardiyono, C., Pusposendjojo dan Haryadi. 2006. Identifikasi Jamur Genus *Aspergillus* pada Gaplek di Kabupaten Gunungkidul. *J. Perlindungan Tanaman Indonesia*, 12 (1): 13–24.
- Pitt, J.I. dan Hocking, A.D. 1997. *Fungi and Food Spoilage*. Academic Press, London.
- Shurtleff, M.C. dan Averre, C.W. 1997. *The Plant Disease Clinic and Field Diagnosis of Abiotic Disease*. APS. Pres. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Syamsidi, R.C. 1989. *Kajian Penyakit Simpanan pada Beras dan Gabah yang disebabkan oleh Jamur*. Disertasi Ilmu Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Wareing, P.W., Westby, A., Gibbs, J.A., Allotey, L.T. dan Halm, M. 2001. Consumer Preferences and Fungal and Mycotoxin Contamination of Dried Cassava Product from Ghana. *Inter. J. Food Sci. & Technol*, 36 (1): 1–10.
- Yulineri, T., Hardiningsih, R. dan Suciati. 1997. Keberadaan Kapang pada Gaplek: Pengaruh terhadap Kualitas dan Daya Simpan. *Balitbang Mikrobiologi*. Puslitbang Biologi-LIPI Jakarta.