B I O D I V E R S I T A S
Volume 4, Nomor 1
Halaman: 18-23

ISSN: 1412-033X
Januari 2003
DOI: 10.13057/biodiv/d040104

Kajian Keragaman Jenis dan Pertumbuhan Kapang dalam Acar Mentimun

Studies on the diversity and growth of moulds in the cucumber pickle

HAPSARI SETIA PUTRI, SURANTO, RATNA SETYANINGSIH
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126

Diterima: 19 Agustus 2002. Disetujui: 25 Desember 2002

ABSTRACT

The aims of this research were to study about the growth and diversity of moulds in the cucumber pickle and the influences of acetic acid concentration and long storage as well as additional of onion on the growth of moulds. Cucumber pickle was treated in different acetic acid concentrations (0,8%, 1,4%, 2,0%), long storage and with or without additional of onion. The used method to isolate of mould was dilution planting. For enumerating moulds, 0,1 ml samples were blended and diluted after that inoculated on to potato sucrose agar (PSA) medium and then incubated at 27^0C for 7 days. To identify the moulds, the colony was transferred on to CDA and PSA media, and then incubated at 27^0C for 7 days. The moulds were identified according to their macroscopic and microscopic characters. To know the degrees of taste, the cucumber pickle was tested to 25 people with hedonic scale method. The results showed that, there was 12 different kinds of moulds can be found in cucumber pickle without additional of onion. There were *Aspergillus fumigatus, A. niger, A. ochraceus, A. tamarii* Kita*, Cochliobolus sp, Botrytis, Penicillium chrysogenum, P. expansum, P. citrinum, Rhizopus oligosporus, Trichoderma sp,* and *Monilia.* On the other hand, experiment with onion, *P. expansum* and *A. niger* could not be observed. The highest varieties of moulds can be found in cucumber pickle with acetic acid concentration 1,4%. In experiment without onion, on nil (0) day, with acetic acid concentration of 1,4%, the amount of moulds is lower than in the pickle with acetic acid concentration 0,8%. The diversity of moulds in the cucumber pickle with additional of onion is lower than that of without onion. The additional of onion showed decreasing the diversity and growth of moulds in cucumber pickle with acetic acid concentration of 0,8% on nil (0) day. In experiment with acetic acid concentration 2,0% in 10^{-1} dilution on nil (0) day until 6^{th} day, the moulds could not be observed.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Keywords: diversity, growth of moulds, cucumber pickle

PENDAHULUAN

Kapang adalah mikroba yang tidak dapat memenuhi kebutuhan nutriennya secara autotrof, sehingga hidup secara saprofit atau parasit pada organisme lain. Kapang dapat tumbuh di berbagai substrat, terutama yang mengandung karbohidrat dan dapat hidup pada kondisi asam (Traquair, 2000). Bahan pangan alami yang telah terkontaminasi kapang dapat mengalami penurunan kualitas, baik rasa, gizi, tekstur, dan menghasilkan racun yang menyebabkan bahan pangan tersebut berbahaya untuk dikonsumsi. Untuk mengurangi kontaminasi kapang, dapat dilakukan pengawetan bahan pangan dengan pembuatan acar, khususnya pada sayuran dan buah. Bahan pangan yang diolah menjadi acar umumnya adalah mentimun, dalam hal ini seringkali ditambahkan bawang merah untuk memberikan cita rasa. Namun ternyata, menurut Rukmana (1996), bawang merah mengandung senyawa alisin yang bersifat anti mikroba, sehingga dapat pula mencegah pertumbuhan mikroba yang mengkontaminasi acar.

Kapang yang tumbuh dalam acar akan menyebabkan bahan acar, misalnya mentimun menjadi lembek, berlendir dan warnanya cenderung menjadi gelap (Frazier *et al.*, 1956). Selain itu, kapang dapat menghasilkan mikotoksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Makfoeld, 1993). Oleh karena acar adalah makanan yang biasa dikonsumsi masyarakat, dan proses pembuatan serta penyimpanannya seringkali masih kurang higienis, maka perlu untuk dilakukan kajian tentang keragaman jenis dan pertumbuhan kapang dalam acar mentimun. Dari penelitian ini, akan diketahui jenis serta jumlah kapang yang tumbuh dalam acar mentimun berdasarkan perlakuan dengan atau tanpa penambahan bawang merah, perbedaan kadar asam cuka, dan lama penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keragaman jenis dan pertumbuhan kapang selama penyimpanan acar mentimun (*Cucumis sativus*), pengaruh kadar asam cuka dan pengaruh penambahan bawang merah (*Allium ascalonicum*) terhadap keragaman jenis dan pertumbuhan kapang dalam acar mentimun tersebut.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan meliputi: acar mentimun varietas Hercules (diproduksi oleh PT Benih Inti Subur Intani, Kediri) dan bawang merah varietas Filipina (Rukmana, 1996), gula pasir, air, garam, dan asam cuka. Medium yang digunakan meliputi *potato sucrose agar* (PSA) dan *czapeks dox agar* (CDA).

Cara kerja

Pembuatan Acar. Pada pembuatan acar mula-mula mentimun 300 g dicuci, dikupas, lalu diiris persegi ukuran 0,5x1x2 cm. Untuk acar yang diberi perlakuan dengan penambahan bawang merah, maka bawang merah 35 g dikupas, dicuci, lalu diiris menjadi empat bagian. Asam cuka 25% sebanyak 3,5 ml, 6 ml atau 8,7 ml (disesuaikan dengan perlakuan) dilarutkan dalam 100 ml air, sehingga diperoleh konsentrasi asam cuka 0,8%, 1,4%, dan 2,0%. Kemudian larutan asam cuka dicampur dengan mentimun, ditambahkan garam sebanyak 2 g dan gula pasir 4 g, lalu diaduk hingga rata (Rukmana. 1994). Acar mentimun dimasukkan dalam stoples steril dan ditutup rapat kemudian diberi perbedaan perlakuan lama penyimpanan yaitu 0, 2, 4, dan 6 hari.

Isolasi Kapang. Isolasi kapang dilakukan dengan metode *dilution planting.* Langkah yang dilakukan: 450 gram acar diblender, lalu 0,1 ml sampel diambil dan diinokulasikan pada medium PSA. Dilakukan pula pengenceran pada tingkat 10^{-1} dan seterusnya, yaitu 1 ml sampel dilarutkan dalam 9 ml air, kemudian diambil 0,1 ml dan diinokulasikan pada medium umum *potato sucrose agar* (PSA). Biakan diinkubasi pada suhu 27^0C, selama 7 hari. Untuk mendapatkan isolat murni. Setiap jenis kapang yang tumbuh di-isolasi dalam agar miring PSA dan diinkubasi selama 7 hari untuk diamati (Malloch, 1981; Pitt dalam Buckle *et al.*, 1979). Medium yang akan digunakan untuk isolasi diberi kloramfenikol dengan perbandingan 500 mg untuk 1 liter medium (Sutriswati, 1992).

Penghitungan jumlah kapang. Setelah kapang tumbuh, dilakukan penghitungan koloni kapang. Hasil penghitungan dimasukkan dalam rumus yang ditulis Malloch (1981):

$$\text{Jumlah kapang/gram sampel} = \frac{\text{jumlah kapang}}{\text{konsentrasi pengenceran} \times 0{,}1}$$

Identifikasi Kapang. Untuk identifikasi kapang, pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi: warna, bentuk, tekstur, dan diameter koloni, pigmen dan warna sebalik koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi: ada atau tidaknya sekat pada hifa, miselia jernih atau gelap, tipe spora seksual dan tipe spora aseksual (Sutriswati, 1992).

Identifikasi kapang secara makroskopis dilakukan langsung secara visual. Untuk identifikasi mikroskopis dilakukan teknik *slide culture* (Atlas *et al*., 1984). Identifikasi kapang untuk mengetahui spesiesnya, dilakukan dengan menumbuhkan kapang pada medium CDA dan PSA (Gandjar *et al*., 2000), kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis sesuai buku identifikasi Malloch (1981), Samson *et al* (1995), Gandjar *et al* (2000) dan Collier *et al (*1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman jenis kapang

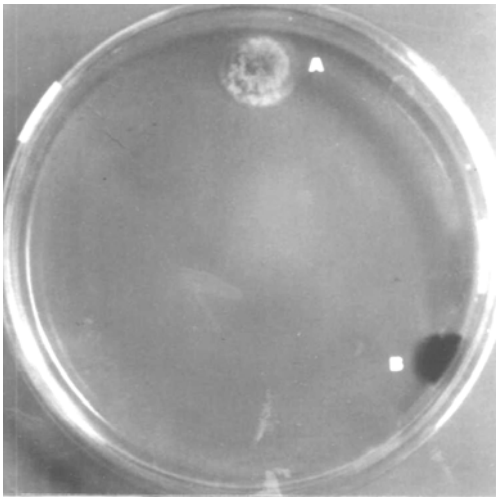
Acar mentimun tanpa penambahan bawang merah. Dua belas jenis kapang dapat diisolasi dari acar mentimun tanpa penambahan bawang merah dalam berbagai kadar asam cuka dan lama penyimpanan (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa kapang-kapang tersebut bersifat asidofilik, yakni dapat tumbuh pada kondisi asam.

Gambar 1 menunjukkan dua dari 11 jenis kapang yang terisolasi dari acar mentimun, yaitu *Aspergillus tamarii* Kita dan *Cochliobolus sp.* Kedua jenis kapang ini memiliki karakter yang berbeda dalam setiap medium, sehingga *A. tamarii* (Gambar 2) diidentifikasi dengan medium *czapeks dox agar* (CDA), sedang *Cochliobolus* (Gambar 3) diidentifikasi dengan medium *potato sucrose agar* (PSA). Koloni *A. tamarii* mempunyai ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan dan bersporulasi penuh selama 7 hari. Sedang koloni *Cochliobolus sp* berwarna abu-abu kehitaman berbentuk *flat* dengan tekstur halus seperti wol.

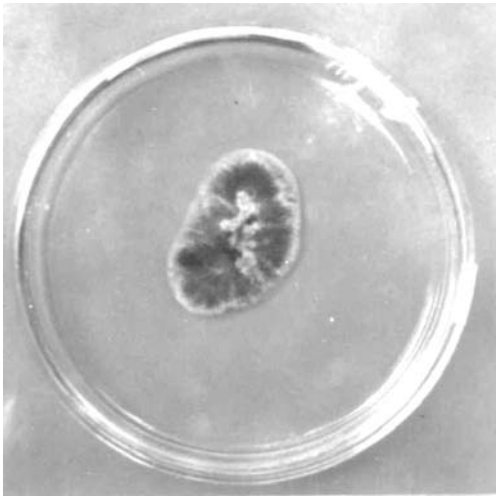
Tabel 1. Keragaman jenis kapang yang tumbuh dalam acar mentimun tanpa penambahan bawang merah dengan perbedaan kadar asam cuka dan lama penyimpanan.

Jenis	Kadar Asam Cuka (%)											
	0,80				1,40				2,0*			
	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6
Aspergillus fumigatus	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
A. niger	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A. ochraceus	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. tamarii	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Cochliobolus sp	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Botrytis sp	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Monilia sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Penicillium expansum	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
P. chrysogenum	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
P. citrinum	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Rhizopus oligosporus	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Trichoderma sp.	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-

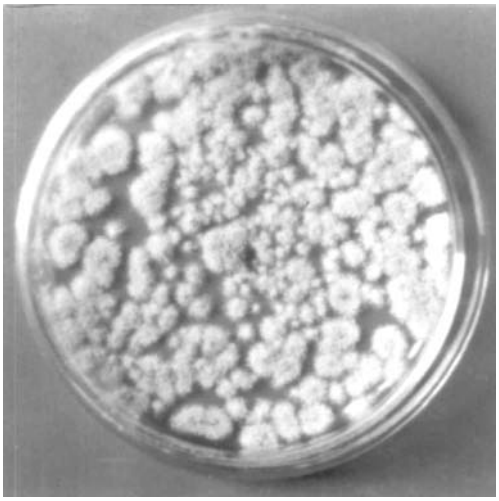
Keterangan: + = ada; - = tidak ada; (0,2,4,6) = lama penyimpanan (dalam hari); ***** pada pengenceran 10^{-1}.



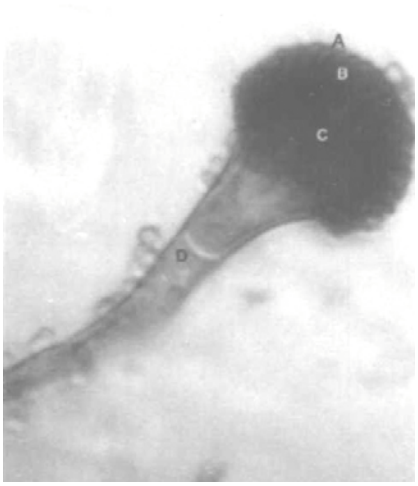
Gambar 1. Beberapa kapang hasil isolasi dari acar mentimun dalam medium PSA. A. *A. tamarii*, B. *Cochliobolus sp.*



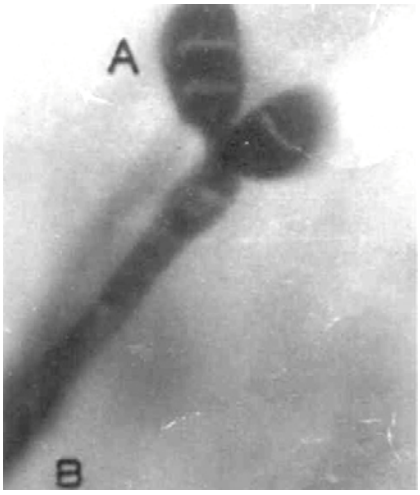
Gambar 2. Koloni *A. tamarii* dalam medium CDA. Berwarna kuning kecoklatan dan bersporulasi penuh dalam waktu 7 hari.



Gambar 3. Koloni *Cochliobolus sp* dalam medium PSA. Berbentuk *flat* dengan tekstur seperti wol halus.



Gambar 4. Morfologi *A. tamarii* . A. Konidia bulat, B. Fialid terbentuk langsung pada vesikel, C. Vesikel, D. Konidiofor hialin, bersekat (Perbesaran 400x).



Gambar 5. Morfologi *Cochliobolus sp.* A. Konidia bentuk paruh tumpul dan bersekat, B. Konidiofor kecoklatan dan bersekat (Perbesaran 400x).

Salah satu ciri penting untuk identifikasi secara mikroskopis adalah alat reproduksi aseksual. Alat reproduksi aseksual *Cochliobolus sp* dan *A. tamarii* berupa konidia dan tangkai tempat konidia atau konidiofor (Gambar 4 dan 5). Namun morfologi kedua jenis tersebut berbeda, konidiofor dan konidia pada *Cochliobolus sp* berwarna kecoklatan dan memiliki sekat. Bentuk konidianya seperti paruh yang tumpul. Sedangkan pada *A. tamarii* konidiofor berwarna hialin, bersekat dan konidianya berbentuk bulat. Ciri lain yang membedakan keduanya adalah ditemukannya vesikel dan fialid pada *A. tamarii.*

Mengacu pada Rahayu (1988) dari seluruh jenis kapang yang ditemukan terdapat enam jenis yang bersifat patogen bagi manusia karena menghasilkan mikotoksin. Jenis kapang tersebut adalah *Trichoderma sp., Aspergillus fumigatus*, *A. ochraceus, A. niger, Penicillium citrinum,* dan *P. expansum.* Kapang jenis *A. fumigatus, A. niger, P. citrinum,* dan *P. expansum* menghasilkan aflatoksin dan sterigma-

Tabel 2. Keragaman jenis kapang yang tumbuh dalam acar mentimun dengan penambahan bawang merah dan perbedaan kadar asam cuka serta lama penyimpanan (hari).

Jenis	Kadar Asam Cuka (%)											
	0,8				1,4				2,0*			
	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6
Aspergillus fumigatus	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
A.ochraceus	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. tamarii	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Cochliobolus sp	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Botrytis sp	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Monilia sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Penicillium chrysogenum	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
P. citrinum	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Rhizopus oligosporus	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
Trichoderma sp	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Keterangan: + = ada, - = tidak ada, (0,2,4,6) = lama penyimpanan (dalam hari); * pada pengenceran 10^{-1}.

tosistin. Aflatoksin dan sterigmatosistin merupakan mikotoksin penyebab hepatokarsinogenik. Aktivitas karsinogenik sterigmatosistin lebih rendah daripada aflatoksin. Sedangkan *A. ochraceus* dapat menghasilkan okratoksin A yang bersifat karsinogenik.

Acar mentimun dengan penambahan bawang merah. Sepuluh jenis kapang dapat diisolasi dari acar mentimun yang diberi tambahan bawang merah (Tabel 2). Terdapat dua jenis kapang yang tidak tumbuh dalam acar mentimun dengan penambahan bawang merah, namun tumbuh pada acar mentimun tanpa penambahan bawang merah, yaitu *A. niger* dan *P. expansum,* sehingga keragaman jenis kapang dalam acar dengan penambahan bawang merah lebih rendah daripada tanpa bawang merah. Menurut Mirelman *et al* (2000), hal ini dimungkinkan karena adanya alisin yang mampu menghambat pertumbuhan kedua jenis kapang tersebut.

Pengaruh perbedaan kadar asam cuka. Jenis kapang yang tumbuh dalam acar mentimun dengan berbagai perlakuan tidak sama. Hal ini menunjukkan setiap jenis kapang mempunyai perbedaan kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi yang berbeda. Dalam acar dengan bawang merah atau tanpa bawang merah ditemukan bahwa pada kadar asam cuka 0,8% dan 1,4% kapang masih dapat tumbuh, tetapi pada kadar asam cuka 2,0% dengan pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan adanya kapang.

Keragaman jenis kapang pada acar dengan dan tanpa bawang merah, kadar asam cuka 1,4% lebih besar dari pada acar dengan kadar asam cuka 0,8%. Menurut Ray (1996) selama belum efektif untuk menghambat, asam cuka tersebut dapat menjadi sumber makanan bagi kapang. Oleh sebab itu, dengan penambahan kadar asam cuka 1,4%, keragaman jenis kapang meningkat karena tersedianya sumber makanan. Schlegel (1994) mencatat bahwa proses penggunaan asam tersebut dimungkinkan karena ada siklus asam glioksilat (Krebs-Kornberg).

Dalam acar dengan kadar asam cuka 2,0% pada pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan adanya kapang. Hal ini disebabkan pada kadar tersebut, asam cuka cukup efektif dalam mencegah pertumbuhan kapang. Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan kapang merupakan kombinasi aksi dari molekul asam yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi.

Menurut Ray (1996), kapang sebagai mikroba asidofilik selalu menjaga pH sitoplasmik internal pada kisaran 6,5-7. Masuknya molekul asam cuka yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi akan menyebabkan turunnya pH internal, sehingga mengganggu aktivitas biologis dalam sel. Wilbraham dan Matta (1984) mencatat kondisi pH rendah dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein, yakni terbukanya rantai polipeptida. Akibatnya terjadi penurunan aktivitas biologis, karena protein merupakan komponen penting dalam sel. Selain itu dengan masuknya ion H^+, maka kadar H^+ dalam sel bertambah, untuk menjaga keseimbangan gradien konsentrasi proton, sel akan memompa ion H^+ ke luar. Pemompaan ion H^+ ke luar sel membutuhkan energi. Oleh sebab itu, semakin banyak ion H^+ yang masuk ke dalam sel, maka semakin banyak energi yang diperlukan. Apabila persediaan energi menipis atau habis, maka tidak mungkin untuk melakukan regenerasi. Tranggono (1990) mencatat ion H^+ akan bereaksi dengan dinding sel, sehingga permeabilitasnya berubah. Hal ini akan mengganggu proses pengangkutan nutrien ke dalam sel dan pengeluaran zat metabolit ke luar sel. Oleh sebab itu, semakin tinggi kadar asam cuka yang ditambahkan pada acar mentimun, maka pertumbuhan kapang akan semakin terhambat.

Pengaruh lama penyimpanan. Dari Tabel 1 dan 2 ditemukan adanya perbedaan keragaman jenis selama masa simpan, misalnya pada hari ke-0, dalam acar dengan kadar asam cuka 0,8%, tanpa bawang merah, serta kadar 1,4% hari ke-2 dan ke-4 ditemukan adanya *P. citrinum.* Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa *Trichoderma sp* hanya ditemukan pada acar mentimun dengan kadar asam cuka 1,4%, pada penyimpanan hari ke-2. Hal ini disebabkan karena kondisi tersebut merupakan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan masing-masing jenis. Jenis yang ditemukan dalam kondisi tertentu menunjukkan jenis tersebut dapat beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pada saat itu. Tidak ditemukannya kapang pada hari penyimpanan selanjutnya disebabkan kapang tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan yang telah berubah. Menurut Schlegel (1994), kapang akan mengekskresi zat hasil metabolisme ke lingkungan, sehingga menyebabkan adanya perbedaan

kondisi lingkungan. Selain itu, tidak ditemukannya kapang juga disebabkan sel-sel kapang telah mengalami kerusakan pada dinding sel dan gangguan pada metabolisme sehingga tidak mampu beregenerasi. Hal ini adalah akibat dari pengaruh molekul asam cuka yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi.

Perubahan ini akan berpengaruh terhadap keragaman jenis kapang yang tumbuh. Mengacu pada Schlegel (1994) dengan adanya khamir maka dapat terjadi proses fermentasi karbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida, sedangkan etanol bersifat menghambat mikroba dengan cara menyebabkan denaturasi protein dan merusak dinding sel. Oleh karena perubahan lingkungan tersebut, maka tidak semua jenis kapang tumbuh serentak.

Pertumbuhan kapang dalam acar mentimun

Pertumbuhan kapang dalam acar mentimun ditunjukkan pada Tabel 3. Penambahan bawang merah, perbedaan kadar asam cuka, dan lama penyimpanan memiliki pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan kapang dalam acar. Selain kapang ditemukan juga khamir, namun dalam penelitian ini khamir tidak dimasukkan dalam perhitungan. Tumbuhnya kapang dalam acar membuktikan bahwa, kapang mampu hidup pada kondisi asam. Menurut Madigan *et al* (1997) pertumbuhan mikroba dalam suatu medium ditandai dengan adanya penambahan jumlah mikroba dalam medium selama jangka waktu tertentu.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa, kapang tumbuh dalam acar mentimun dengan kadar asam cuka 0,8% dan 1,4% baik dalam acar dengan bawang merah atau pun tanpa bawang merah, tetapi pada pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan adanya kapang dalam acar mentimun dengan kadar asam cuka 2,0%. Selama penyimpanan, pertumbuhan kapang memiliki perbedaan satu sama lain, karena adanya perbedaan kondisi lingkungan. Perbedaan ini disebabkan penambahan bawang merah, perbedaan lama simpan, dan kadar asam cuka yang diberikan.

Tabel 3. Pertumbuhan kapang dalam acar mentimun berdasarkan analisis DMRT dengan taraf 5%.

Lama Simpan (hari)	Tanpa Penambahan Bawang Merah			Penambahan Bawang Merah		
	Kadar Asam Cuka (%)			Kadar Asam Cuka (%)		
	0,8	**1,4**	**2,0***	**0,8**	**1,4**	**2,0***
0	550^{a} C	200^{a} B	0^{a} A	200^{a} B	200^{a} B	0^{a} A
2	550^{a} B	500^{b} B	0^{a} A	450^{bc} B	650^{b} C	0^{a} A
4	650^{a} B	800^{c} B	0^{a} A	700^{c} B	700^{b} B	0^{a} A
6	1900^{b} B	2000^{d} B	0^{a} A	1800^{d} C	1500^{c} B	0^{a} A

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata; huruf kecil ke bawah untuk pengujian terhadap lama simpan; huruf besar ke samping untuk pengujian terhadap kadar asam cuka; ***** pada pengenceran 10^{-1}.

Penambahan bawang merah. Selama penyimpanan, penambahan bawang merah berpengaruh terhadap jumlah kapang yang tumbuh dalam acar mentimun dengan asam cuka 0,8%, pada hari ke-0. Jumlah kapang yang tumbuh pada kondisi tersebut lebih rendah dibandingkan jumlah kapang dalam acar tanpa bawang merah dengan kadar asam cuka 0,8%, pada hari ke-0. Hal ini dimungkinkan karena kemampuan alisin untuk menghambat pertumbuhan kapang.

Jumlah kapang meningkat pada penyimpanan hari ke-2 dan seterusnya baik di dalam acar dengan bawang merah dan tanpa bawang merah dengan kadar asam cuka 0,8% dan 1,4%. Hal ini disebabkan karena kemampuan alisin sudah kurang efektif. Menurut Yu dan Wu (1989), alisin adalah senyawa yang labil sehingga mudah berubah bentuk menjadi komponen lain dalam waktu 1 hari.

Kadar asam cuka. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada acar tanpa bawang merah dengan asam cuka 0,8%, jumlah kapang lebih besar dan berbeda nyata dengan kadar asam cuka 1,4%, serta acar dengan penambahan bawang merah, dimana kadar asam cuka 0,8% dan 1,4% pada hari ke-0. Jumlah tersebut juga berbeda nyata dengan jumlah kapang pada penyimpanan hari ke-2 dan seterusnya, baik tanpa atau dengan penambahan bawang merah, dimana kadar asam cuka 0,8% dan 1,4%. Pertumbuhan kapang dalam acar dengan kadar asam cuka 0,8% dan 1,4% selama penyimpanan selalu meningkat. Hal ini disebabkan pada kadar tersebut asam cuka belum efektif menghambat pertumbuhan kapang. Namun dalam acar dengan kadar asam cuka 2,0% pada pengenceran 10^{-1} sejak hari ke-0 hingga ke-6, tidak ditemukan pertumbuhan kapang. Kondisi itu menunjukkan bahwa kadar asam cuka tersebut mampu menghambat pertumbuhan kapang, karena asam cuka dapat menggangu metabolisme sel kapang.

Lama penyimpanan. Pada Tabel 3 berdasarkan analisis DMRT 5% untuk pengujian terhadap lama penyimpanan, dalam acar mentimun dengan kadar asam cuka 0,8% dan 1,4%, baik tanpa atau dengan penambahan bawang merah, jumlah kapang yang tumbuh selama penyimpanan menunjukkan beda nyata dan semakin lama penyimpanan jumlah kapang yang tumbuh semakin meningkat. Kondisi ini disebabkan, kapang telah dapat beradaptasi dengan lingkungan dan bereproduksi dengan cepat. Keadaan ini didukung ketersediaan nutrien di lingkungannya. Untuk memenuhi kebutuhan nutriennya, kapang melakukan biodegradasi bahan organik. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan bahan organik yang lebih sederhana, sehingga dapat diserap oleh sel-sel kapang. Misalnya pemecahan selulosa menjadi selobiosa, serta sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Raper dan Fennel, 1977; Fardiaz, 1992). Namun pada kadar asam cuka 2% pada pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan pertumbuhan kapang. Hal ini menunjukkan bahwa, kadar asam cuka 2% telah efektif dalam mencegah pertumbuhan kapang selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Jenis-jenis kapang yang tumbuh dalam acar mentimun tanpa bawang merah dengan kadar asam cuka 0,8% dan 1,4% selama 0, 2, 4, 6 hari penyimpanan adalah: *A. fumigatus, A. ochraceus, A. tamarii, A. niger, Cochliobolus sp, Botrytis sp, Monilia sp, Trichoderma sp, P. expansum, P. chrysogenum, P. citrinum,* dan *Rhizopus oligosporus*. Dalam acar mentimun dengan penambahan bawang merah tidak ditemukan *A. niger* dan *P. expansum,* sedangkan kesepuluh jenis lainnya sama dengan jenis kapang dalam acar tanpa penambahan bawang merah. Pada kadar asam cuka 1,4% keragaman jenis kapang lebih tinggi dibandingkan 0,8%, sedangkan pada kadar asam cuka 2,0% dengan pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan adanya kapang.

Jumlah kapang dalam acar mentimun dengan kadar asam cuka 1,4% tanpa penambahan bawang merah pada hari ke-0 lebih rendah daripada jumlah kapang dalam acar dengan kadar asam cuka 0,8%. Sedangkan pada acar tanpa dan dengan penambahan bawang merah pada kadar asam cuka 2,0% dengan pengenceran 10^{-1} tidak ditemukan adanya kapang yang tumbuh selama penyimpanan.

Keragaman jenis kapang dalam acar dengan penambahan bawang merah lebih rendah daripada dalam acar tanpa penambahan bawang merah. Bawang merah menghambat pertumbuhan kapang pada acar dengan kadar asam cuka 0,8% hari ke-0.

DAFTAR PUSTAKA

Atlas, R.M., A.E. Brown, K.W. Dobra and L. Miller. 1984. *Experimentals Microbiology: Fundamentals and Applications*. London: Collier Macmillan Publishers.

Buckle, K.A., G.R. Davey, M.J. Eyles, G.H. Fleet, and W.G. Murrell (ed.). 1979. *Foodborne Microorganisms of Public Health Significance*. Sidney: Jolyon Industries Pty Ltd.

Collier, L., A. Balows and M. Sussman. 1998. *Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections.* 9th editions. Vol. 4. http://www.doctorfungus.org.htm

Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Frazier, W.C., W.B. Sarles, J.B. Wilson and S.G. Knight. 1956. *Microbiology General and Applied*. New York: Harper and Brothers.

Gandjar, I., A. Oetari, R. A. Samson, I. Santoso dan K. van den Tweel-Vermeulen. 2000. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor.

Madigan, M.T., J.M. Martinho and J. Parker. 1997. *Biology of Microorganism*. New Jersey: Prentice Hall.

Makfoeld, D. 1993. *Mikotoksin Pangan.* Yogyakarta: Kanisius

Malloch, D. 1981. *Moulds: Their Isolation, Cultivation, Identification.* Canada: University of Toronto Press.

Mirelman, D., T. Miron, A. Rabinkov, M. Wilchek and L. Weiner. 2000. The mode of action of allicin: its ready permeability through phospholipid membranes many contribute to its biological activity. *Biochemistry and Biophysics Acta.* 1463 (1): 20-30.

Rahayu, K. 1988. *Mikrobiologi Pangan*. Yogayakarta: PAU Universitas Gadjah Mada.

Raper, K.B. and D.I. Fennel. 1997. *The Genus Aspergillus.* New York: Robert E. Krieger Publishing Company.

Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. New York: CRC Press, Inc.

Rukmana, R. 1994. *Budidaya Mentimun*. Yogyakarta: Kanisius.

Rukmana, R. 1996. *Budidaya Bawang Merah*. Yogyakarta: Kanisius.

Samson, A. R., E. S. Hoekstra, J. C. Frisvad and O .Filtenborg. 1995. *Introduction of Food Borne Fungi*. Wageningen: Centraalbureau voor Schimmelcultures.

Schlegel. H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sutriswati, E. 1992. Isolasi dan identifikasi jamur. *Hand Out Kursus Singkat Uji Mikrobiologis Pangan Mutakhir.* Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.

Tranggono. 1990. *Bahan Tambahan Pangan (Food Additives)*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada.

Traquair, J. 2000. *Fungi and Mycorrhizae.* London. http://res2.agr.ca/london/pmrc/english/frag/menu.html

Wilbraham, A.C. dan M.S. Matta. 1992. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati.* Penerjemah: S. Achmadi. Bandung: Penerbit ITB.

Yu, T.H. and C.M. Wu. 1989. Stability of allicin. *Journal of Food Science* 54 (4): 997-981.