73

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG YANG BERKEMBANG PADA KOPI BIJI ARABIKA DI PT TOARCO JAYA

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. H...	
Tgl. terima	27 / 8 - 94
Asal dari	Fak. Pertanian
Jawaban	1 (satu) ekx.
Pada	Hadiah
Inventaris	95 06 04 073
No, Klas	

OLEH

ANDRIANI RUSDIN

88 05 132

JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

UJUNG PANDANG

1994

UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG YANG BERKEMBANG PADA KOPI BIJI ARABIKA DI PT. TOARCO JAYA

O L E H

ANDRIANI RUSDIN

88 05 132

Laporan Praktek Lapang
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian dan Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Ujungpandang, Agustus 1994

Ir.Ny.Martina Ngantung,M.App.Sc.
Dosen Pembimbing

Dr.Ir.Elly Ishak,M.Sc.
Dosen Pembimbing

Disahkan Oleh :
Panitia Ujian Sarjana,

Ir. Ny. Martina Ngantung, M. App.Sc
Ketua

ANDRIANI RUSDIN. 88 05 132. Isolasi dan Identifikasi Kapang yang Berkembang pada Kopi Biji Arabika di PT.Toarco Jaya. (Di bawah bimbingan Ir. Ny. Martina Ngantung, M.App.Sc. dan Dr.Ir. Elly Ishak, M.Sc.)

RINGKASAN

PT. Toarco Jaya yang terletak di Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu perusahaan pengolahan kopi yang menghasilkan kopi biji bermutu ekspor. Saat ini kopi yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut mengalami penurunan mutu akibat pertumbuhan kapang. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati kondisi yang menstimulir pertumbuhan kapang dan jenis kapangnya.

Kopi parchment yang akan dianalisis berasal dari daerah Pedamaran dan Tondoklitak. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air, aktivitas air, pH, total kapang dan khamir serta identifikasi kapang. Metode yang digunakan untuk mengisolasi kapang adalah Blotter Test.

Pada kopi Pedamaran tidak dijumpai kapang,sedangkan pada kopi Tondoklitak diperoleh jumlah kapang yang cukup besar. Kondisi yang menstimulir pertumbuhan kapang pada kopi Tondoklitak adalah adanya kadar air dan aktivitas air (aw) yang tinggi.

Terdapat lima jenis kapang yang berkembang pada kopi Tondoklitak, yaitu *Aspergillus parasiticus* grup, *A.ochraceus* grup, *Penicillium citrinum* grup, *Fusarium solani* dan *Curvularia lunata*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan Rahmat dan Hidayat-Nya sehingga Laporan Praktek Lapang ini dapat diselesaikan sebagaimana wujudnya sekarang.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama hampir 5 bulan terhitung dari bulan September sampai bulan Nopember 1993 dan dilanjutkan mulai bulan Pebruari sampai bulan Mei 1994. Penelitian dilakukan di tiga tempat yaitu di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, di Laboratorium Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, serta di Laboratorium Penyakit Tanaman, Balai Karantina Tumbuhan Ujungpandang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Ny. Martina Ngantung, M. App. Sc dan Dr. Ir. Elly Ishak, M. Sc. selaku dosen pembimbing yang senantiasa turut memberikan dorongan dan bimbingan kepada penulis sehingga penelitian dan penyusunan Laporan ini hingga selesai.
2. Bapak Ir. Arfany Bustoni selaku Kepala Balai Karantina Tumbuhan Ujungpandang, bapak Drs. Soesilo DW, bapak Drs. Harry Soesanto dan terkhusus bapak Ir. R. Fauzar Rochani, yang telah membantu penulis sejak awal hingga selesainya penelitian.
3. Ketua Jurusan dan seluruh staf dosen serta karyawan Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

4. Orangtua, kak Ani dan adik tercinta terkhusus kak Elly serta seluruh keluarga yang senantiasa berdoa dan memberikan dorongan, bantuan serta kasih sayang hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
5. Sahabat - sahabat tercinta Ely. P., Aqi, Uci, Uki, dan segenap kru Laboratorium THP yang telah banyak membantu serta memberikan saran-saran.

Ujungpandang, Agustus 1994

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. K o p i	4
B. Komposisi Kimia Kopi Biji	4
C. Penyimpanan Kopi Biji	6
D. K a p a n g	7
1. *Aspergillus sp*	10
2. *Rhizopus sp*	11
3. *Penicillium sp*	11
E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur	13
1. Kebutuhan air	13
2. Temperatur	13
3. Konsentrasi ion Hidrogen (pH)	13
4. Nutrisi	14
5. Komponen penghambat	14

F. Aktivitas Air (Water Activity) 15

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN 23

A. Tempat dan Waktu 23

B. Bahan dan Alat 23

C. Prosedur Penelitian 23

D. Pengamatan 25

1. Kadar air 25

2. p H 25

3. Total Kapang dan Khamir 26

4. Aktivitas Air (aw) 27

5. Identifikasi Kapang 27

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 29

A. Kadar Air dan Aktivitas Air (aw) 29

B. p H 31

C. Total Kapang dan Khamir 32

D. Identifikasi Kapang 34

BAB V. KESIMPULAN 50

DAFTAR PUSTAKA 51

LAMPIRAN-LAMPIRAN 53

DAFTAR TABEL

Nomor	J u d u l	Halaman
1.	Komposisi Kimia Kopi Biji	5
2.	Ciri-ciri Spora Seksual	9
3.	Ciri-ciri Spora Aseksual	10
4.	Aw Minimal Syarat Kehidupan Berbagai Jenis Kapang	19
5.	Bahan dan Alat	24
6.	Rekapitulasi Rata-rata Data Hasil Pengamatan	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor	J u d u l	Halaman
1.	Hubungan Antara Kandungan Air dengan Aktivitas air pada Sorpsi isoterm.....	16
2.	Hubungan Antara Kandungan Air dengan Aktivitas Air Berbagai Bahan Makanan	17
3.	Pengaruh Pengurangan aw pada Fase-fase Pertumbuhan Bakteria	17
4.	Hubungan Antara Kurva Hysteresis dan Aktivitas Enzim dalam Suatu Sistem Type Reaksi	22
5.	Ciri-ciri Koloni *Aspergillus parasiticus* Secara Makroskopik	35
6.	Morfologi Badan Buah *Aspergillus parasiticus* Secara Mikroskopik	36
7.	Struktur Morfologi *Aspergillus parasiticus* Secara Mikroskopik	37
8.	Ciri-ciri Koloni *Aspergillus ochraceus* Secara Makroskopik	38
9.	Morfologi Badan Buah *Aspergillus ochraceus* Secara Mikroskopik	39
10.	Struktur Morfologi *Aspergillus ochraceus* Secara Mikroskopik	40
11.	Ciri-ciri Koloni *Penicillium citrinum* pada Media Czapek Agar	41
12.	Struktur Morfologi *Penicillium citrinum* Secara Mikroskopik	42
13.	Koloni *Curvularia lunata* pada Media PDA	43
14.	Struktur Morfologi *Curvularia lunata* Secara Mikroskopik	44
15.	Konidia *Curvularia lunata*	45
16.	Ciri-ciri koloni *Fusarium solani* pada Media PDA	46

Nomor	J u d u l	Halaman
17.	Struktur Morfologi *Fusarium solani* Secara Mikroskopik	47
18.	Konidia *Fusarium solani*	48

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	J u d u l	Halaman
1.	Hasil Pengamatan Pertumbuhan Koloni Isolat Kapang pada Setiap Sampel	53
2.	Gambar aw meter tipe Shibaura WA-360	54

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kopi merupakan komoditi ekspor non migas andalan penghasil devisa bagi Indonesia. Pada tahun 1981 menghasilkan devisa sebesar $ 347,8 juta dari ekspor kopi sebesar 210,8 ribu ton. Nilai ini terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga tercatat pada tahun 1988 sudah mampu menghasilkan devisa sebesar $ 818,4 juta dan menduduki peringkat pertama di antara komoditi ekspor sub sektor perkebunan (Najiyati, 1990).

Bila melihat perolehan devisa dan jumlah kopi yang dikonsumsi di dalam negeri yaitu rata-rata 0,5 kg per orang per tahun, tampaknya prospek kopi telah cukup menggembirakan, namun saat ini Indonesia ternyata mempunyai sisa produksi setiap tahun. Pada akhir tahun 1988 sisa produksi diperkirakan mencapai 86.000 ton (Najiyati, 1990).

Menurut Siswoputranto (1981), kopi Indonesia yang akan dimasukkan ke negara pengimpor, sering ditolak karena mutu kopi yang rendah. Indikasi mutu yang rendah pada kopi biji ini, antara lain disebabkan karena pertumbuhan jamur atau kapang.

Seperti halnya pada salah satu perusahaan pengolah kopi PT. Toarco Jaya di daerah Tana Toraja, Sulawesi Selatan yang telah dikenal sebagai penghasil kopi biji yang bermutu tinggi dan telah diekspor ke berbagai negara. Pada saat

ini kopi yang dihasilkannya mengalami penurunan mutu yang diakibatkan oleh pertumbuhan jamur atau kapang pada kopi biji selama penyimpanan. Kontaminasi jamur atau kapang tersebut mengakibatkan kopi berasa lumut dan berbau apek.

Menurut Sivetz (1963), pertumbuhan jamur pada kopi biji dapat disebabkan oleh :(1) pengeringan kopi yang kurang sempurna,(2) ruang penyimpanan yang kurang memenuhi syarat, (3) jenis kemasan yang digunakan tidak memenuhi syarat dan yang ke (4) cara penumpukan kemasan-kemasan kopi yang kurang baik.

B. Perumusan Masalah

Kopi parchment yang diolah oleh PT. Toarco Jaya berasal dari dua lokasi pertanaman, yaitu daerah Pedamaran yang merupakan kebun milik PT. Toarco Jaya sendiri dan daerah Tondoklitak yang merupakan daerah perkebunan rakyat.

Menurut pihak PT. Toarco Jaya, kopi biji yang dihasilkan mengalami penurunan mutu akibat tumbuhnya jamur atau kapang. Untuk mengetahui jenis jamur atau kapang yang berkembang pada kopi biji, sebaiknya dilakukan identifikasi jamurnya dan penyebab stimulasi jamur untuk mengetahui kondisi yang menyebabkan pertumbuhannya, agar dapat ditekan seminimum mungkin.

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kapang yang dapat tumbuh dan berkembang pada kopi biji serta

kondisi yang dapat menstimulir pertumbuhannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi bagi pihak PT Toarco Jaya dan pihak lain dalam usaha peningkatan mutu kopi biji Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. K o p i

Tanaman kopi termasuk genus *coffea*, famili *Rubiceae* dan kelas *Dicotiledone*. Tanaman kopi pada umumnya mempunyai buah yang mengandung dua butir biji, tetapi kadang-kadang hanya satu butir biji. Buah kopi tersusun dari beberapa lapisan, yaitu kulit luar (outer skin), daging buah (pulp), kulit tanduk, kulit ari dan biji (endosperm). Buah kopi yang masih muda berwarna hijau, sedangkan yang sudah tua (matang) berwarna merah (Sivetz, 1963).

Buah kopi biasanya dipasarkan dalam bentuk kopi biji (*green coffee bean*) yaitu kopi kering yang sudah terlepas dari daging buah dan kulit arinya. Sebelum diperoleh dalam bentuk kopi biji, buah kopi harus melalui beberapa tahap pengolahan yaitu sortasi gelondong, pulping (pengupasan kulit buah), fermentasi, pencucian, pengeringan dan hulling (pemecahan kulit tanduk). Setelah sortasi biji dan pengemasan, kopi biji dapat langsung dipasarkan atau disimpan dalam gudang penyimpanan untuk menunggu waktu pemasaran (Najiyati, 1990).

B. Komposisi Kimia Kopi Biji

Komposisi kimia kopi biji tergantung pada varietas dan spesiesnya, pengelolaan tanaman, tingkat kematangan biji serta kondisi penyimpanan (Clark ,1985).

Menurut Lee (1983), komposisi kopi biji terdiri atas

60% karbohidrat, selebihnya adalah protein, lemak, asam-asam organik, caffein, mineral-mineral dan beberapa komponen lain. Lebih jelas komposisi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kopi Biji

K o m p o n e n	Persentase (%, bb)
Gula reduksi	1,0
Sukrosa	7,0
Pektin	2,0
Pati	10,0
Pentosa	5,0
Hemisellulosa	15,0
Holosellulosa	18,0
Lignin	2,0
Lemak	13,0
A b u	4,0
Asam non Volatil	8,2
Trigonellin	1,0
Kafein	1,0

Sumber : L e e (1983)

Najiyati (1990) menambahkan, kopi biji juga mengandung beberapa vitamin yaitu vitamin B1 0,2 %, vitamin B2 0,23%, vitamin B6 0,143%, dan vitamin B12 0.00011%.

C. Penyimpanan Kopi Biji

Kopi biji yang dihasilkan dari tahap hulling, sebelum dikemas harus melalui tahap sortasi dan klasifikasi untuk penentuan masing-masing mutu biji. Kemudian kopi biji tersebut dimasukkan ke dalam kantong-kantong turbular yang kuat, untuk mencegah terjadinya perubahan kadar air pada kopi biji (Wilbaux, 1963).

Kantung atau karung yang telah berisi kopi biji segera dijahit dengan tali goni, selanjutnya disimpan untuk menunggu waktu pemasaran. Tempat penyimpanan atau gudang harus memenuhi syarat yaitu gudang harus mempunyai aliran udara yang sehat, suhu 20-30° C dengan kelembaban relatif 50-70%, gudang juga harus selalu bersih, dan lantai bagian bawah diberi alas dengan anyaman tikar atau semen (Najiyati, 1990).

Selama penyimpanan dapat terjadi perubahan kualitas dan kenampakan kopi biji. Kopi dapat kehilangan flavornya dan terjadi denaturasi protein. Perubahan ini tergantung pada suhu dan kelembaban relatif ruang penyimpanan, kadar air kopi biji dan lama penyimpanan (Sivetz, 1963).

Untuk keamanan penyimpanan kopi biji, kadar air harus tidak lebih dari 11%, dimana pada tingkat kadar tersebut pertumbuhan kapang dan aktifitas enzim menjadi minimum (Vincent, 1980). Sedangkan menurut Sivetz (1963), pertumbuhan kapang pada kopi biji dapat terjadi pada kadar air di atas 13% (b/b) dengan kelembaban relatip 67% dan pada

suhu 25° C. Untuk memulai pertumbuhannya, kapang membutuhkan aktifitas air (aw) sebesar 0,65 dan pertumbuhan optimalnya pada aktifitas air 0,85.

Beberapa jenis kapang dapat berkembang pada kopi biji selama penyimpanan yaitu *Aspergillus niger*, *A. ochraceus* dan *Rhizopus sp.* Perubahan biokimia pada permukaan kopi dapat mengakibatkan discolorasi, dimana permukaan kopi biji nampak berwarna putih (Vincent, 1980).

Menurut Siswoputranto (1981), dari beberapa hasil penelitian, sistim enzim pada biji kopi mengalami masa istirahat pada kadar air di bawah 13%, dan juga telah diketahui kopi biji dengan kadar air 12-13%, mencapai keseimbangan dengan rata-rata kelembaban relatip pada suhu ruang.

D. K a p a n g

Kapang adalah kelompok mikroba yang tergolong dalam fungi, selain khamir dan jamur (mushroom). Perbedaan antara kapang dan khamir yaitu kapang adalah fungi yang memiliki filamen (miselium), sedangkan khamir merupakan fungi bersel tunggal tanpa filamen. Pertumbuhan kapang pada bahan pangan mudah dilihat karena penampakannnya yang berserabut seperti kapas. Pertumbuhannya mula-mula akan berwarna putih, tetapi jika spora telah timbul akan terbentuk berbagai warna tergantung dari jenis kapang (Fardiaz, 1989).

Penyebaran kapang di alam sangat luas. Kapang terdapat dalam tanah, buah-buahan, air, bahan makanan dan bersifat sebagai saprofit dan parasit pada tanaman, hewan dan

manusia (Buckle et.al,1987).

Tubuh kapang terdiri dari suatu thallus yang tersusun dari filamen yang bercabang (hifa). Kumpulan hifa disebut miselium. Hifa mungkin tumbuh di bawah permukaan yaitu terendam di dalam substrat (makanan), atau pertumbuhannya mungkin muncul di atas permukaan substrat. Hifa dapat dibedakan atas dua macam yaitu hifa vegetatif dan hifa pembentuk bagian reproduksi (Fardiaz, 1989).

Kapang dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan struktur hifanya, yaitu : (1) hifa tidak bersekat atau nonseptat, dan (2) hifa bersekat atau septat yang membagi hifa dalam ruangan-ruangan,dimana setiap ruangan mempunyai satu atau lebih inti sel. Pada kapang nonseptat inti sel tersebar di sepanjang hifa (Fardiaz, 1989).

Sistem reproduksi kapang juga dibedakan atas dua macam, yaitu : (1) reproduksi aseksual, dan (2) reproduksi seksual. Secara aseksual, kapang dapat tumbuh dari sepotong miselium, tetapi cara ini jarang terjadi, dan yang paling umum terjadi adalah pertumbuhan dari spora seksual. Reproduksi seksual dimulai dari spora seksual. Kebanyakan spora seksual kapang timbul pada struktur spesifik yang disebut *fruiting bodies*. Ada beberapa jenis spora seksual yang ciri-cirinya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ciri-ciri spora seksual

Jenis Spora	Ciri-ciri	Contoh
Oospora	Terbentuk dalam oogonium (1-20 atau lebih per oogonium)	*Saprolegnia*
Zigospora	Spora besar dikelilingi oleh dinding tebal	*Rhizopus*
Askospora	Sel-sel tunggal di dalam askus	*Neurospora*
Basidiospora	Sel-sel tunggal timbul pada basidium	*Agaricus*

Sumber : Fardiaz (1989)

Spora aseksual kapang diproduksi dalam jumlah banyak, berukuran kecil dan ringan, serta tahan terhadap keadaan kering. Beberapa spora aseksual terbentuk dalam sporangium, dan spora tersebut disebut dengan *sporangiospora*. Sedangkan spora yang tidak diproduksi dalam sporangium disebut *konidia*. Konidia dapat langsung terbentuk pada permukaan helai hifa yang disebut dengan *konidiaphora* (Garraway, 1985). Ciri-ciri spora aseksual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ciri-ciri spora aseksual

Jenis spora	Ciri-ciri	Contoh
Konidospora	Sel tunggal (mikrokonidia) atau multi sel (mikrokonidia), terbentuk pada konidiopora	*Penicillium* *Aspergillus* *Fusarium* *Curvularia*
Sporangiospora	Sel tunggal, terbentuk dalam sporangium	*Mucor* *Thamnidium*
Arthrospora	Sel tunggal, terbentuk dari pemisahan potongan sel hifa	*Coccidioides*
Khlamidospora	Sel berdinding tebal	*Candida*
Blastospora	Tunas pada sel khamir	*Candida*
Zoospora	Sel tunggal, motil dengan flagela	*Saprolegnia*

Sumber : Fardiaz (1989)

Morfologi beberapa jenis kapang diuraikan di bawah ini :

1. *Aspergillus sp*

Jenis *Aspergillus* dibedakan atas 18 group yang terdiri dari lebih 100 spesies. Salah satu group yaitu : *A. glaucus* sering menyebabkan kerusakan pada makanan dengan kadar air rendah.

Miselium waktu muda berwarna putih, bentuknya serupa tabung dan bersepiat. Alat perkembangbiakan aseksualnya adalah konidia dan seksualnya adalah askospora. Spora berbentuk bulat dengan permukaannya bergerigi dan bagian

dalam spora berbintik-bintik. Sterigmata muncul dari seluruh permukaan vesikel (pembengkakan konidiopora).

2. *Rhizopus sp*

Yang terkenal sebagai perusak makanan adalah *Rhizopus nigricans*, dapat tumbuh pada roti, sayuran dan buah-buahan.

Miselium berwarna putih, serupa tabung panjang dan tidak berseptat. Alat perkembangbiakan aseksual adalah sporangiospora, spora seksualnya adalah zigospora. Bentuk spora bulat dengan permukaan licin dan bagian dalamnya transparan, memiliki stolon.

3. *Penicillium sp*

Kapang ini sering menyebabkan kerusakan pada sayuran, buah-buahan dan biji-bijian. *Penicillium* juga digunakan dalam industri untuk produksi antibiotik, misalnya penicilin yang diproduksi oleh *Penicillium notatum* dan *P. chrysogenum*.

Ciri-ciri spesifik *Penicillium* adalah hifa berseptat, miselium bercabang, konidiopora berseptat dan muncul di atas permukaan, bercabang atau tidak bercabang, kepala yang membawa spora berbentuk seperti sapu dengan sterigmata atau phialide muncul dalam kelompok, konidia membentuk rantai dan pada waktu muda berwarna hijau kemudian berubah menjadi kebiruan atau kecoklatan.

Menurut Kuswanto (1988), identifikasi kapang dilakukan dengan melihat struktur morfologinya, terutama secara mirkoskopik. Sifat-sifat yang digunakan untuk identifikasi kapang adalah sebagai berikut :

1. Hifa berseptat atau tidak
2. Miselium jernih atau gelap (keruh).
3. Miselium berwarna atau tidak
4. Bila terdapat spora seksual, jenisnya bisa oospora, zigospora atau askospora
5. Spora aseksual, bila ada berbentuk sporangium, konidia atau arthrospora.
6. Bentuk dan tipe badan buah (spora head) :
   a. Sporangia : bentuk, warna, ukuran, tempat.
   b. Badan buah yang menghasilkan konidia : tunggal, berantai, bertunas, bergerombol, bentuk dan kedudukan sterigmata, keluarnya konidia bersama-sama atau sendiri.
7. Kenampakan pendukung sporangium atau pendukung konidia : sederhana atau bercabang-cabang, tipe percabangannya, bentuk dan ukuran kolumela atau vesikel pada ujung pendukung konidia.
8. Secara mikroskopik, kenampakan spora aseksual, terutama konidia diperhatikan : bentuk, ukuran, warna, permukaannya halus atau kasar, bersel satu, dua atau banyak.
9. Adanya bentuk khusus seperti stolon, sel kaki, rhizoid, apophysa, sclerotia dan lain-lain.

E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur

Frazier (1978) menyatakan, pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Kebutuhan air

Pada umumnya kapang memiliki a_w minimal untuk pertumbuhannya yang lebih rendah dibandingkan dengan bakteri dan khamir. Kadar air bahan pangan kurang dari 15%, misalnya pada beras dan serelia dapat menghambat pertumbuhan kebanyakan khamir.

2. S u h u

Kapang dapat tumbuh pada kisaran suhu yang luas,ada yang bisa tumbuh pada suhu di bawah 0° C dan ada pula yang tumbuh pada suhu lebih dari 40° C. Suhu optimum pertumbuhan untuk kebanyakan kapang adalah sekitar $25-30^{\circ}$c dan beberapa spesies dapat tumbuh dengan baik pada 50°c. *Aspergilus dan Penicillium* dapat tumbuh secara optimal pada kisaran suhu $20-25^{\circ}$c.

Beberapa kapang mampu tumbuh pada suhu rendah seperti pada *Cladosporium* dan *Sporothicum* yang mampu tumbuh pada suhu - $6,7^{\circ}$c.

3. Konsentrasi ion Hidrogen (pH)

Setiap mikroorganisme memiliki pH minimal, maksimal dan optimal untuk pertumbuhannya. Medium yang sedikit asam umumnya dibutuhkan untuk pertumbuhan optimum

kapang. Sebagai contoh, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Penicillium expansum*, *P.roqueforti* dan *Geotrichum candidum* rata - rata dapat tumbuh dalam media dengan pH 5,5 - 8,4. Frazier (1985) menemukan, media dengan pH sekitar 3,5, jumlah kapang yang tumbuh sangat sedikit.

4. Nutrisi

Beberapa kapang membutuhkan nutrisi yang relatip sederhana, dimana kapang dapat menggunakan sumber anorganik untuk bahan makanannya kecuali Carbon. Beberapa spesies kapang tumbuh dengan baik pada bahan pangan yang mengandung gula-gula heksosa, glukosa, fruktosa, dan mannosa. Selain itu alkohol, substansi pektin,hemisellulosa dan kitin juga dapat digunakan beberapa spesies kapang untuk pertumbuhannya (Splittstoesser,1973).

Komponen organik yang dapat digunakan sebagai sumber Nitrogen adalah asam-asam amino, amida seperti Asparagin, urea, Purine, dan pyrimidine. Nutrisi lain yang dibutuhkan adalah fosfor, potassium, Sulfur dan Magnesium. Juga dibutuhkan sedikit tembaga, ferro dan Mangan.

Beberapa vitamin yang juga dibutuhkan oleh kapang dalam pertumbuhannya adalah Thiamin,Biotin dan Pyridoksin. Terkadang juga Niacin, Riboflavin, Asam pantotenat dan Asam paraaminobenzoat.

5. Komponen penghambat

Beberapa kapang mengeluarkan komponen yang dapat menghambat organisme lainnya. Komponen ini disebut *antibiotik*, misalnya penicilin. Sebaliknya beberapa komponen lain bersifat mikostatik atau fungistik, yaitu menghambat pertumbuhan kapang, misalnya asam sorbat, propionat dan asetat.

F. Aktivitas Air (Water Activity)

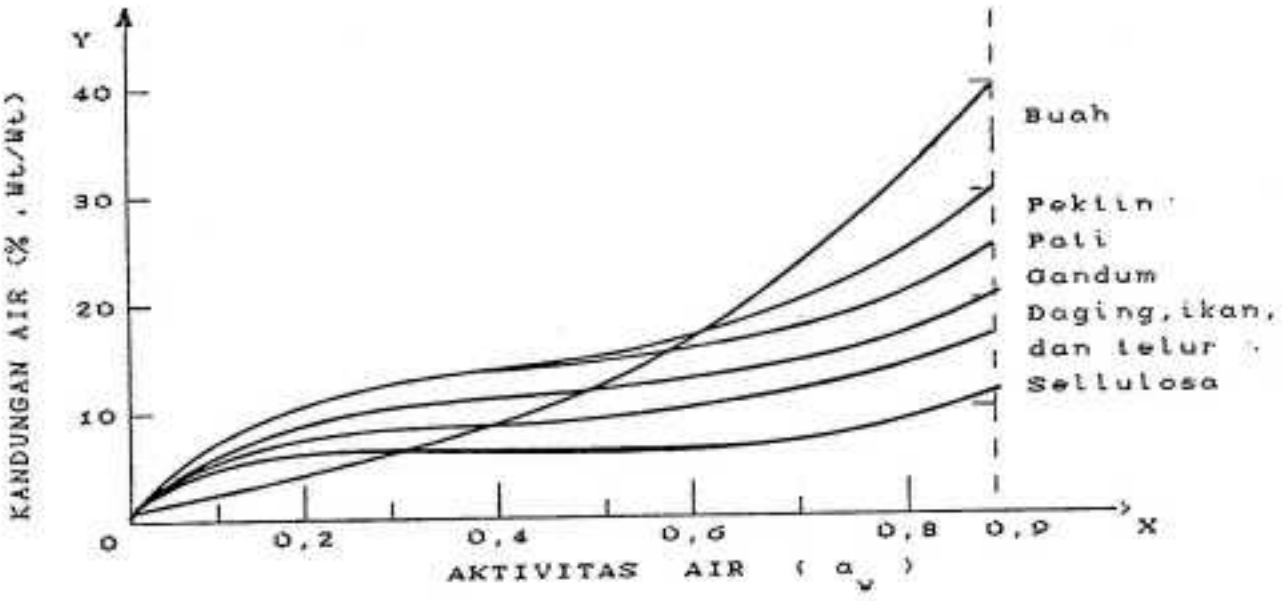
Kerusakan bahan pangan umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi dan enzimatik, atau kombinasi antara ketiga proses tersebut. Berlangsungnya ketiga proses tersebut membutuhkan air. Kini telah diketahui, bahwa hanya air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses-proses tersebut oleh karena itu besarnya kadar air suatu bahan pangan bukan merupakan parameter yang mutlak untuk dipakai meramalkan kecepatan terjadinya kerusakan. Sebagian air yang dikandung oleh bahan pangan tidak dalam keadaan bebas melainkan terikat oleh komponen-komponen penyusunnya.

Aktivitas kimia dari air atau aktivitas air (a_w), sekarang merupakan ukuran yang dipakai untuk menentukan kemampuan air dalam membantu proses kerusakan pada bahan pangan (Adnan, 1982).

Menurut Winarno (1991), aktivitas air (a_w) ialah jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Jenis mikroorganisme yang berbeda akan

membutuhkan jumlah air yang berbeda pula. Kapang dan Khamir dapat tumbuh pada nilai a_w yang lebih rendah dari pada bakteri.

Bakteri membutuhkan a_w sekitar 0,91, khamir 0,80 sampai 0,91 dan kapang membutuhkan a_w 0,60 sampai 0,70. Hubungan antara kandungan air dengan aktivitas air pada sorpsi isoterm diperlihatkan pada Gambar 1 di bawah ini.

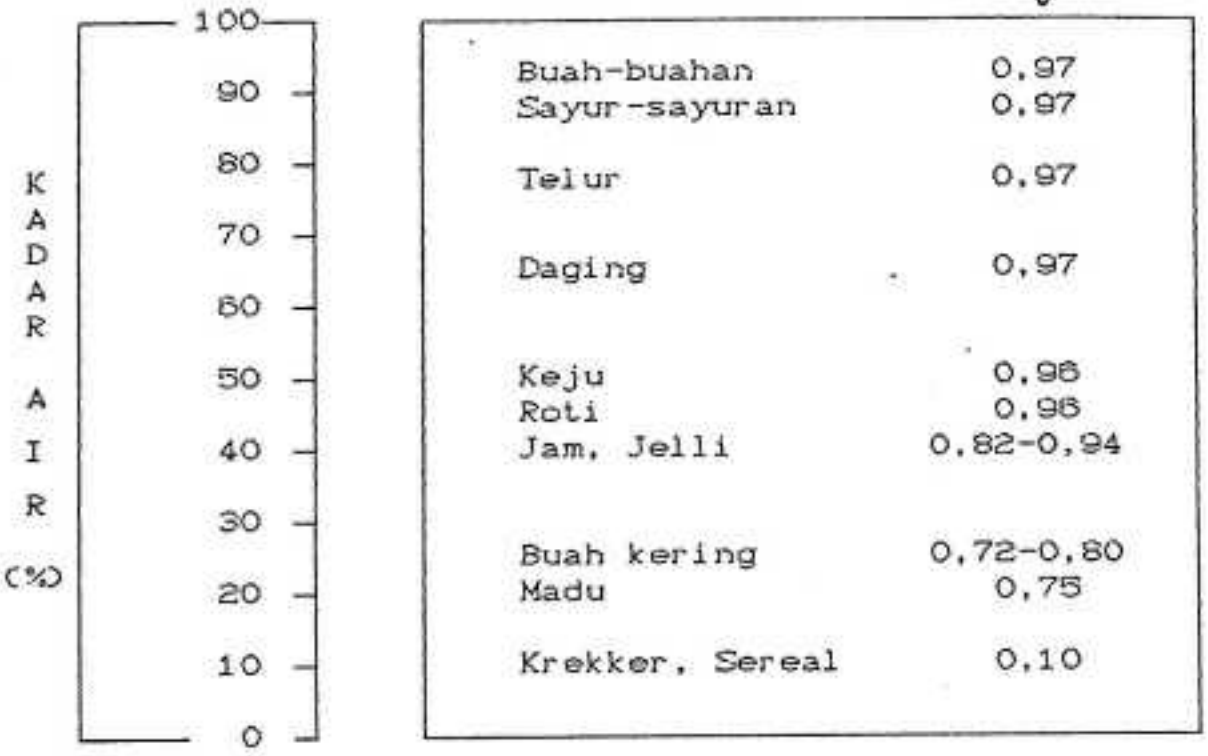


Keterangan : X = Aktivitas air (a_w)

Y = Kandungan air (%)

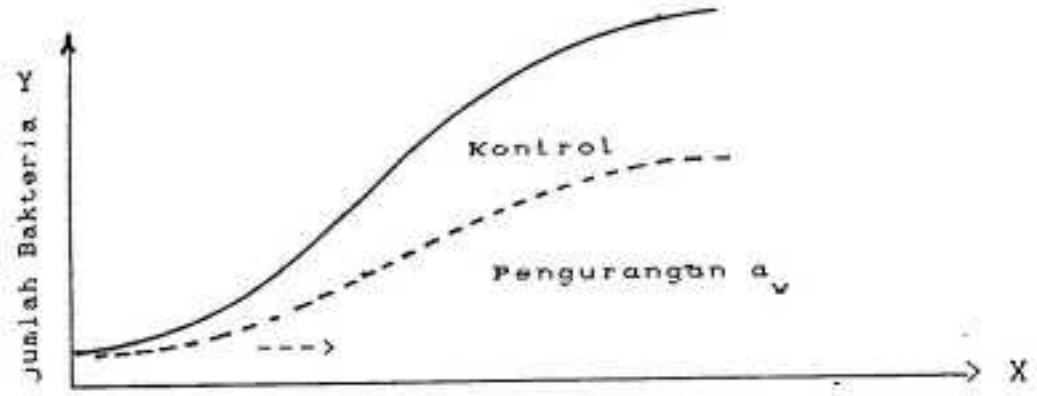
Gambar 1. Hubungan antara kandungan air dengan aktivitas air pada sorpsi isoterm.

Untuk lebih jelasnya hubungan antara kandungan air dengan aktivitas air (a_w) pada berbagai bahan pangan diperlihatkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Hubungan kadar air dan kandungan air (a_w) berbagai bahan makanan (Adnan, 1982).

Pada umumnya bila a_w dikurangi sampai pada batas tertentu, pertumbuhan mikroorganisme dapat ditekan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Keterangan : X = Waktu pertumbuhan bakteri

Y = Jumlah bakteria

Gambar 3. Pengaruh pengurangan a_w pada fase-fase pertumbuhan bakteria (Troller, 1978).

Kematian sel-sel vegetatif umumnya jarang terjadi, melainkan hanya penundaan berbagai fase pertumbuhannya, yaitu logaritmik dan fase stationer. Keadaan demikian tidak hanya berlaku untuk bakteri, melainkan juga untuk ragi, jamur dan beberapa parasit. Masing-masing spesies dari golongan mikroorganisme tersebut mempunyai syarat a_w tertentu untuk kehidupan optimalnya. Di bawah a_w itu akan terjadi penundaan fase-fase pertumbuhan sampai akhirnya pada suatu a_w mikroorganisme tidak dapat hidup (Adnan, 1982). Tabel 4 menunjukkan a_w minimal sebagai syarat kehidupan berbagai jenis kapang.

Tabel 4. A_w minimal syarat kehidupan berbagai jenis Kapang

Kapang	a_w	suhu (^oc)
Rhizoctonia solani	0,96	25
Stachybotrys atra	0,94	37
Botrytis cinerea	0,93	25
Mucor spinosus	0,93	25
Rhizopus nigricans	0,93	25
Epicoccum nigrum	0,90	22
Mucor circinelloides	0,90	22
Pythium splendens	0,90	22
Trichothecium roseum	0,90	22
	0,90	25
Cladosporium herbarum	0,88	25
C. cladosporioides	0,85	22
Alternaria tenuissima	0,85	22
Penicillium cyclopium	0,85	22
	0,83	25
	0,82	32
P. rugulosum	0,85	25
Paecilomyces varioti	0,84	25
Penicillium islandicum	0,83	38
P. expansum	0,83	23
P. palitans	0,83	23

Lanjut Tabel 4...

Tabel 4 (lanjutan)

Kapang	Aw	suhu (^{o}c)
P. patulum	0,81	23
P. Puberulum	0,81	23
P. viridicatum	0,81	23
P. citrinum	0,80	25
P. sartoryi	0,80	25
P. fellutanum	0,80	25
P. martensii	0,79	32
Aspergillus flavus	0,78	43
A. niger	0,78	43
	0,83	25
A. Tamarii	0,78	43
A. nidulans	0,78	47
	0,82	25
A. terreus	0,78	47
A. versicolor	0,78	25
A. sydowi	0,78	25
A. ochraceus	0,77	25
A. restrictus	0,75	25
	0,75	22
A. candidus	0,75	25
	0,75	44
Wallemia sebi	0,75	22

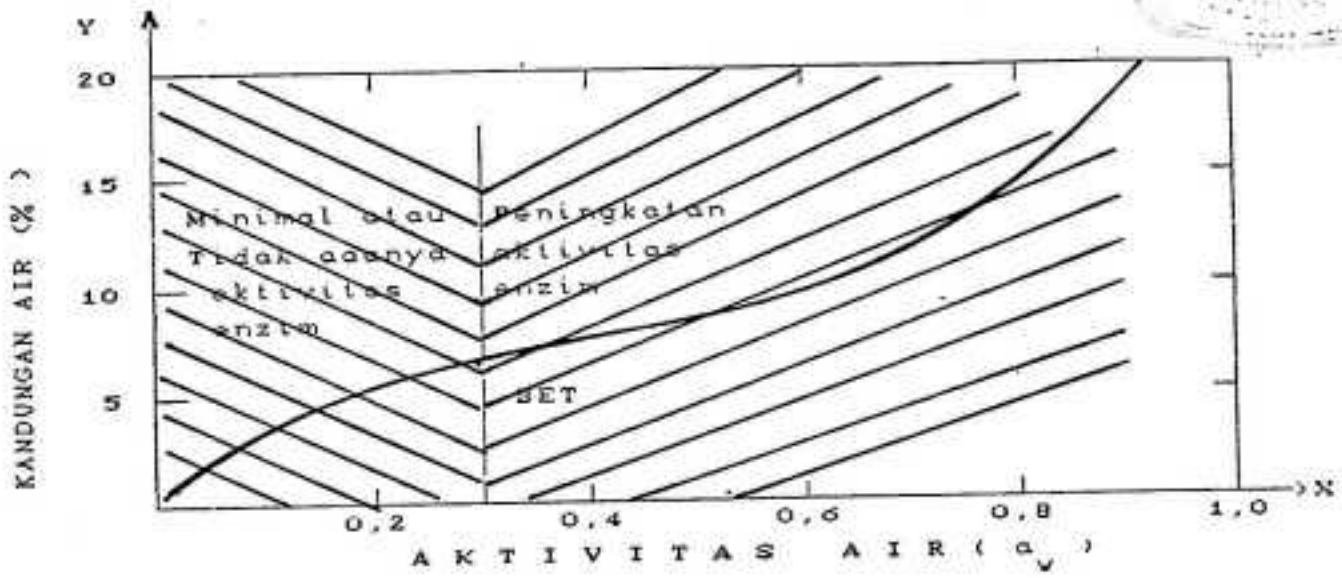
Lanjut Tabel 4 ....

Tabel 4 (lanjutan)

Kapang	Aw	suhu (^{o}c)
Aspergillus amstelodami	0,75	25
	0,71	42
A. chevalieri	0,71	42
	0,73	25
	0,73	38
A. repens	0,71	25
Chrysosporium xerophilum	0,71	25
Aspergillus ruber	0,71	38
	0,70	25
Chrysosporium fastidium	0,69	25
Aspergillus echinulatus	0,62-0,64	25
Monascus bisporus	0,61	25

Sumber : Beuchat (1978)

Perubahan aktivitas air (a_w) dapat memiliki pengaruh yang lebih kompleks terhadap aktivitas enzim. Dari hasil penelitian Troller 1978, menunjukkan kenaikan aktivitas air dapat menaikkan aktivitas enzim. Pada aw yang tinggi misalnya 0,7 reaksi enzimatik dapat berlangsung dengan cepat. Hubungan antara kadar air dengan aktivitas air yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :



Keterangan : X = Aktivitas air (a_w)

Y = Kandungan air (%)

Gambar 4. Hubungan antara kurva hysteresis dan aktivitas enzim dalam suatu sistem type reaksi

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada dua tempat, yaitu di Laboratorium Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, dan di Laboratorium Hama dan Penyakit Balai Karantina Tumbuhan Ujungpandang. Penelitian ini berlangsung dari bulan September 1993 sampai Mei 1994.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kopi biji yang diperoleh dari PT. Toarco Jaya, Kecamatan Sanggalangi, Kabupaten Tana Toraja.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

C. Metode Penelitian

Sampel kopi parchment yang diperoleh dari Pedamaran dan Tondoklitak, masing-masing dibagi menjadi dua bagian. Satu bagian langsung dianalisa kadar air,aktivitas air,dan pH-nya. Sedangkan satu bagian lagi dibilas dengan Chlorin 10% untuk menghilangkan mikroorganisme kontaminan dari kemasan, yang selanjutnya akan dianalisa total kapang dan khamir, serta identifikasi kapang.

Tabel 5. Bahan dan Alat

No.	Bahan dan Alat	Spesifikasi
1.	Chlorine	Proanalisis
2.	Alkohol	Proanalisis
3.	Potato Dextrosa Agar	Proanalisis
4.	Czapek Agar	Proanalisis
5.	Aquades	-
6.	Neraca Analitik	-
7.	Peralatan Gelas	Schott Durun Pirexnational
8.	Grinder	-
9.	Oven	-
10.	pH meter	Hanna
11.	Aw meter	Shibaura WA360
12.	Aluminium foil	Reynolds Wrap
13.	Otoklaf	-
14.	Eksikator	-
15.	Kertas saring dan penjepit	-
16.	Bunsen	-
17.	Jarum preparat	-
18.	Compond Microscope	Labophot YF-11
19.	Stereo Microscope	Nikon SME-2
20.	Inkubator	-
21.	Pemanas	-

D. P e n g a m a t a n

Parameter yang diamati adalah : Kadar air, pH, aw, (Water Activity), Total kapang dan Khamir, dan jenis (spesies) jamur atau kapang.

1. Kadar air cara pemanasan (Apriyantono *dkk.*, 1989)

Ditimbang contoh yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100 sampai 105°C selama 5 jam. Setelah itu didinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Keringkan lagi dalam oven selama 30 menit, dinginkan dalam eksikator dan timbang : perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan. Kadar air dihitung sebagai berat yang hilang dari berat sampel semula dengan mengikuti rumus :

$$\text{KADAR AIR} = \frac{m\,b - m\,c}{m\,b - m\,a} \times 100\ \%$$

Keterangan : m a = bobot cawan (gr)

m b = bobot cawan dan isinya sebelum diovenkan (gr)

m c = bobot cawan dan isinya sesudah diovenkan (gr)

2. p H

Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. Pertama dilakukan standarisasi pH meter dengan larutan buffer

(pH 7 kemudian pH 4). pH contoh dapat langsung diketahui dengan membaca angka yang ditunjukkan oleh alat tersebut.

3. Total Kapang dan Khamir Metode Tuang (Pour Plate)
(Fardiaz, 1989)

Dari pengenceran yang dikehendaki, sebanyak 1 ml atau 0,1 ml larutan tersebut dipipet ke dalam cawan petri menggunakan pipet 1 ml atau 0,1 ml. Sebaiknya waktu antara dimulainya pengenceran sampai menuangkan ke dalam cawan petri tidak boleh lebih lama dari 30 menit. Kemudian ke dalam cawan tersebut dimasukkan agar steril yang telah didinginkan sampai 50°C sebanyak kurang lebih 15 ml. Selama penuangan medium,tutup cawan tidak boleh dibuka terlalu lebar untuk menghindari kontaminasi dari luar. Segera setelah penuangan cawan petri digerakkan di atas meja secara merata,yaitu dengan gerakan melingkar atau gerakan seperti angka delapan. Setelah agar memadat,cawan-cawan tersebut diinkubasikan. Inkubasi dilakukan pada suhu 28°C selama 2 x 24 jam. Setelah masa akhir inkubasi, koloni yang terbentuk dihitung. Setiap koloni dapat dianggap berasal dari satu sel yang membelah menjadi banyak sel,meskipun juga mungkin berasal dari lebih dari satu sel yang letaknya berdekatan.

Cara menghitung koloni :

Faktor pengenceran = pengenceran x jumlah yang ditumbuhkan

$$\text{Jumlah koloni / ml} = \frac{\text{jumlah koloni per cawan}}{\text{F. pengenceran}} \times \frac{1}{\text{F. pengenceran}}$$

4. Aktivitas Air (aw)

Aktivitas air diukur dengan menggunakan a_w meter. Pertama-tama dilakukan standarisasi a_w meter dengan larutan alkohol yang telah diketahui nilai a_w-nya. A_w contoh dapat langsung diketahui dengan membaca angka yang ditunjukkan oleh alat tersebut.

5. Identifikasi Kapang Metode Blotter Test (J.I Pitt,1980)

Sebanyak 10 sampai 50 gram sampel kopi biji dimasukkan ke dalam larutan chlorine 10% selama satu menit Gunanya adalah untuk menghilangkan spora-spora kontaminan yang mungkin terdapat pada permukaan kopi biji. Kemudian kopi biji dicuci dengan air steril. Tempatkan kopi biji sebanyak 10 biji pada cawan petri yang telah dialasi dengan kertas saring, dimana kertas saring ini sebelum digunakan,dibasahi dulu dengan air steril untuk memberi kondisi lembab selama inkubasi. Perlakuan ini dilakukan sampai sampel kopi biji habis. Inkubasi pada ruang yang disinari dengan cahaya lampu ultra-violet sampai terlihat adanya pertumbuhan kapang. Kemudian pertumbuhan yang nampak,diperiksa di bawah stereomikroskop.

Setelah nampak ciri-ciri suatu jenis kapang, kemudian dengan jarum preparat, dipindahkan kira-kira 1 konidiophora pada objek glass (glass preparat) untuk diperiksa lebih lanjut dalam menentukan jenis kapang tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air dan Aktifitas Air (aw).

Semua mikroorganisme membutuhkan air untuk kehidupannya. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan merupakan pengangkut zat-zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan keluar sel.

Kadar air kopi biji dalam standar perdagangan internasional adalah 13%. Di atas 13% kopi biji akan mudah diserang oleh kapang sehingga mempengaruhi kenampakan, warna biji, aroma dan rasa kopi (Siswoputranto, 1981).

Tabel 6. Rekapitulasi rata-rata data hasil pengamatan

Sampel	Kadar air (%)	aw	pH	Total Mikroba (sel/ml)	
				Kapang	Khamir
Pedamaran 1	7,2	0,666	5,57	-	-
Pedamaran 2	13,6	0,732	5,59	-	-
Tondoklitak 31	38,3	0,807	5,60	$5,0.10^1$	-
Tondoklitak 32	38,7	0,809	5,61	$6,2.10^2$	-

Dari hasil pengamatan kadar air yang disajikan pada Tabel 6 terlihat bahwa kopi biji Pedamaran 1 dan Pedamaran 2 memiliki kadar air di bawah 14 %, sedang kopi biji Tondoklitak 31 dan Tondoklitak 32 kadar airnya mencapai 38%, diduga bahwa tingginya kadar air kopi biji Tondoklitak disebabkan oleh proses pengeringan yang kurang sempurna. Hasil ini memperlihatkan bahwa kopi biji

Pedamaranan tidak mudah diserang oleh kapang dan belum mengalami banyak perubahan komposisi kimiawi, sehingga aman untuk diolah lebih lanjut atau dipasarkan. Sedangkan kopi biji Tondoklitak mudah mengalami serangan kapang karena kadar airnya jauh melampaui standar.

Menurut Siswoputranto (1981), bila kadar air kopi biji melampaui 13%, sistem enzim dalam biji kopi akan menjadi aktip, khususnya enzim hidrolase. Aktipnya enzim ini akan menyebabkan terjadinya dekomposisi kandungan kopi biji, sehingga merusak mutu kopi biji tersebut.

Winarno (1983) menyatakan, sebenarnya dalam sistem reaksi enzim, kadar air total dalam bahan pangan bukan merupakan faktor yang penting, tetapi jenis air bebas (aw) lebih penting terhadap keaktipan enzim. Karena itu bahan bahan makanan kering,keaktipan enzim lebih banyak dipengaruhi oleh kelembaban udara di sekitarnya.

Dari hasil pengamatan aktifitas air kopi biji pada suhu 30°C yang disajikan pada Tabel 6, terlihat bahwa kopi biji Pedamaran memiliki aktifitas air berkisar antara 0,666-0,732. Dalam kopi biji ini hanya sebagian kecil substrat yang terlarut dalam air bebas. Setelah substrat tersebut habis dihidrolisis, maka reaksinya terhenti, sehingga komposisi kimiawi tidak banyak berubah. Sedangkan kopi biji Tondoklitak aktifitas airnya berkisar antara 0,807-0,809. Pada kopi biji ini proses metabolisme ber-

langsung dengan cepat karena enzim aktip bekerja pada aw yang tinggi.

Kuswanto (1988) menambahkan, pada bahan pangan dengan aw sekitar 0,75-0,85,dapat dirusak oleh kapang *Aspergillus* dan *Penicillium*, juga terkadang ditemukan jenis *Curvularia* dan *Negrospora*. Kapang-kapang tersebut dalam pertumbuhannya juga mengeluarkan enzim yang bersifat amilolitik maupun proteolitik. Enzim-enzim ini dapat merombak senyawa pati dan protein bahan pangan. Dengan bekerjanya enzim-enzim tersebut, maka telah terjadi perubahan mutu bahan pangan.

B. p H.

Dari hasil pengamatan pH yang diperlihatkan pada Tabel 6, terlihat bahwa pH dari masing-masing kopi biji tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 5,57-5,61. Nilai tersebut sebenarnya menunjukkan bahwa kopi biji ini merupakan media yang cocok untuk pertumbuhan rata-rata jenis kapang, contohnya *Aspergillus* dan *Penicillium*. Namun selain pH juga harus diperhatikan faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan kapang.

Dari Tabel 6 juga terlihat bahwa kopi biji Pedamaran sama sekali tidak ditumbuhi oleh kapang meskipun pH kopi memenuhi. Sedangkan kopi biji Tondoklitak ditumbuhi oleh berbagai jenis kapang.

Walaupun menurut Splittstoesser (1973), jenis

Aspergillus dan *Penicilium* mampu tumbuh dengan baik pada kisaran pH 5,5-8,4 dan *Fusarium* pada pH 3,6-8,4, namun kadar air, aktivitas air dan mungkin juga suhu penyimpanan tidak memungkinkan untuk pertumbuhan kapang pada kopi biji Pedamaran. Pada kopi biji Tondoklitak ditumbuhi oleh berbagai jenis kapang disebabkan karena, selain kadar air dan aktivitas air yang tinggi juga ditunjang oleh pH kopi biji yang sesuai.

C. Total Kapang dan Khamir

Kapang dan khamir dapat mencemari berbagai bahan makanan yang memiliki kadar karbohidrat yang tinggi, termasuk kopi biji. Kontaminasi kapang dan khamir pada biji kopi dapat mengakibatkan kopi berasa dan beraroma seperti tanah atau seperti lumut.

Dari hasil pengamatan total kapang dan khamir yang disajikan pada Tabel 6, tidak ditemukan kapang maupun khamir pada kopi biji Pedamaran karena memiliki kadar air dan aktifitas air yang rendah. Pada kopi biji Tondoklitak hanya ditemukan kapang dan tidak ditemui khamir.

Menurut Kuswanto (1988), untuk pertumbuhan khamir dibutuhkan aktivitas air yang lebih tinggi daripada kapang. Interval aw untuk pertumbuhan khamir secara normal adalah 0,88-0,94, sedang untuk khamir osmofilik antara 0,62 sampai 0,65. Juga ditambahkan bahwa pH yang sesuai untuk pertumbuhan khamir adalah berkisar antara 4,0-4,5.

Kontaminasi kapang pada kopi Parchment dapat terjadi pada saat : (1) buah kopi cherry yang dipetik sering tidak seragam. Pada awal panen umumnya produksi kopi masih rendah. Oleh karena itu petani menyimpan atau menumpuk hasil petikannya selama 2 sampai 3 hari atau bahkan lebih, sebelum diolah. Cherry yang ditumpuk dapat terinfeksi oleh beberapa jenis kapang sampai ke biji kopi. Sehingga setelah melalui beberapa tahap pengolahan, kapang tersebut masih tetap ada pada biji. Kopi gelondong (cherry) yang baru dipetik,memiliki kadar air 60-65 %,dimana pada tingkat kadar air tersebut merupakan kondisi yang sangat cocok untuk pertumbuhan kapang. Dari hasil penelitian Soeryobroto dan Baryono (1981), ditemukan bahwa pada kopi cherry yang ditumpuk selama 10-14 hari, beberapa jenis kapang dapat tumbuh dan berkembang sampai ke dalam biji kopi. Menurut Rodrigues (1977), di daerah Costa Rica banyak ditemukan kopi cherry yang terserang oleh *Fusarium*. Penyerangan dimulai pada kulit buah dan miseliumnya menembus ke jaringan pulp hingga ke biji.Kontaminasi *Fusarium* tersebut mengakibatkan biji kopi nampak kehitaman dan menyebabkan kerugian hasil sebesar 40%. (2)Pengupasan kulit buah (pulping). Para petani sering menggunakan cara yang tidak higiene yaitu dengan menginjak-injakkan kakinya pada cherry agar cepat terlepas dari bijinya. Biasanya setelah pulping, kopi langsung dijemur pada tempat-tempat yang tidak terjamin

kebersihannya. (3) Kopi mengalami proses pengeringan yang kurang sempurna sehingga kadar air kopi yang tinggi akan menyebabkan kapang semakin berkembang.

(4) Kemasan yang digunakan oleh para petani untuk menyimpan kopi, hanya menggunakan karung goni dan bagian dalam karung tidak dilapisi dengan kantong plastik. Sehingga selama penyimpanan, dapat terjadi perubahan kadar air pada kopi.

D. Identifikasi Kapang

Penelitian ini menghasilkan lima tipe koloni kapang yang diisolasi dari kopi biji Tondoklitak. Kelima jenis kapang tersebut adalah *Aspergillus parasiticus* grup, *Aspergillus ochraceus* grup, *Penicilium citrinum* grup, *Fusarium solani* dan *Curvularia lunata*.

Koloni A memiliki ciri-ciri yaitu koloni berwarna hijau tua kekuningan, diameter koloni pada media czapek agar adalah 2,5-3,5 cm selama 7 hari dengan suhu inkubasi 25°C. Bentuk koloni tidak beraturan, tepian tak teratur dan elevasi timbul. Ciri-ciri koloni A secara makroskopik dapat dilihat pada Gambar 5.

Adapun ciri-ciri morfologi koloni A secara mikroskopik yaitu spora aseksualnya adalah konidia, spora seksualnya askospora, miselium berseptat dan transparan. Badan buah (konidial head) bertipe radiat, dan terpecah ke dalam beberapa kolom. Konidia bulat dan berdinding kasar. Phialid ditunjang langsung oleh vesikel (tidak memiliki metulae). Ve-

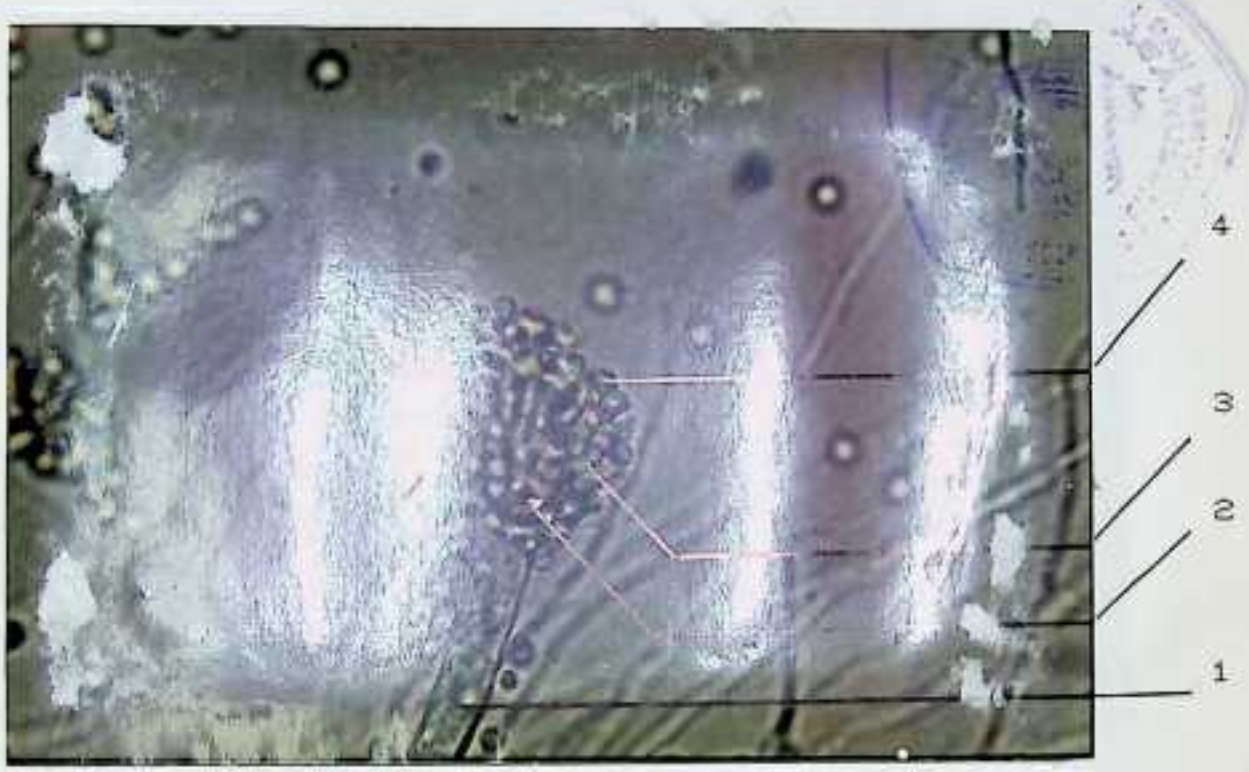


Gambar 5. Ciri-ciri koloni *Aspergillus parasiticus* secara makroskopik

sikel berbentuk subglobose. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka didapatkan *Aspergillus parasiticus* (Samson *et al*, 1981). Ciri-ciri morfologi *Aspergillus parasiticus* secara mikroskopik dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 berikut ini.



Gambar 6. Morfologi badan buah (Konidial head) *Aspergillus parasiticus* secara mikroskopik



Keterangan : 1. Konidiophore
2. Vesikel
3. Phialid
4. Konidia

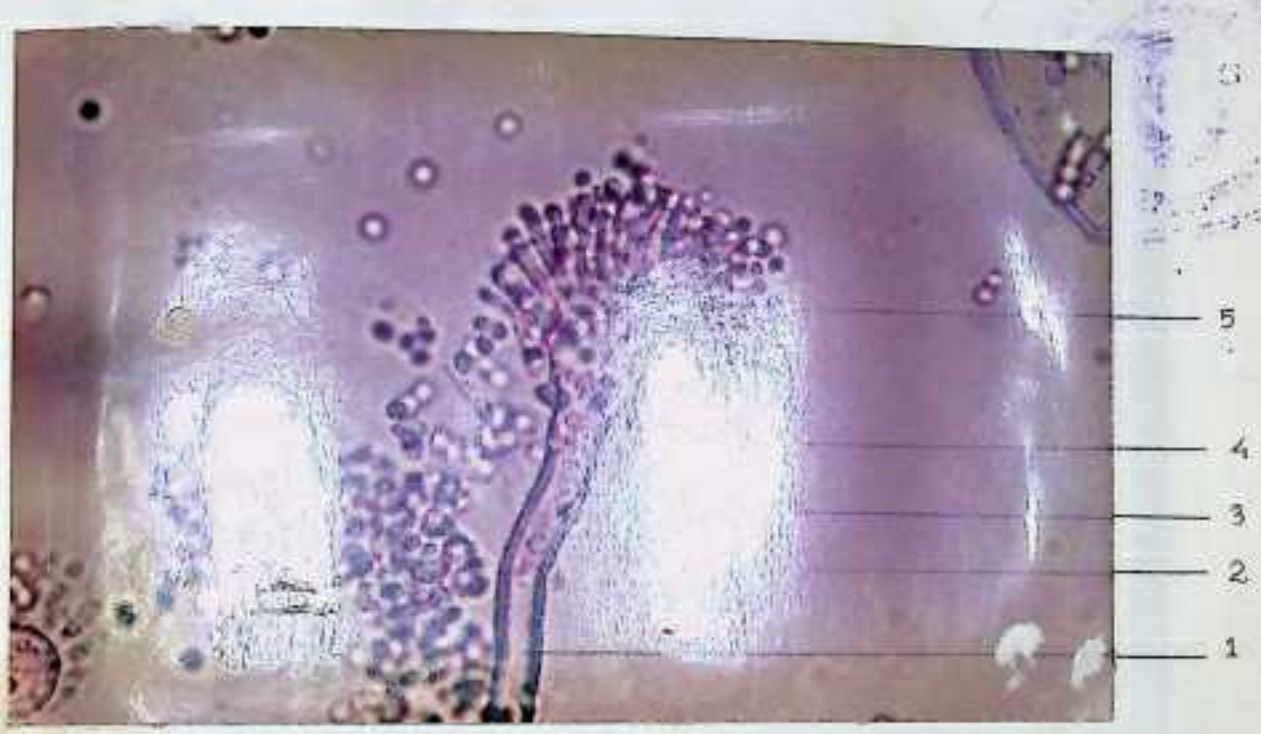
Gambar 7. Struktur morfologi isolat *Aspergillus parasiticus* secara mikroskopik

Koloni B memiliki ciri-ciri yaitu koloni berwarna kuning kecoklatan, diameter koloni mencapai 2,5-3,5cm pada media Czapek agar yang diinkubasi pada suhu 25°C selama 7 hari. Bentuk koloni tidak beraturan, tepian tidak teratur dan elevasi timbul. Ciri-ciri koloni B secara makroskopik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Ciri-ciri koloni *Aspergillus ochraceus* secara makroskopik

Sedangkan ciri-ciri koloni B secara mikroskopik yaitu: spora aseksualnya adalah konidia,spora seksualnya askospora, miselium berseptat dan transparan, badan buah (konidial head) bertipe radiat dan kompak, konidia bulat dan berdinding halus, phialid tidak ditunjang langsung oleh vesikel (memiliki metulae). Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka menurut Samson *et al* (1981), koloni B seperti yang terlihat pada Gambar 9 dan 10 diidentifikasikan sebagai kapang *Aspergillus ochraceus*.



Keterangan : 1. Konidiophore
2. Vesikel
3. Metulae
4. Phialid
5. Konidia

Gambar 10. Struktur morfologi *Aspergillus ochraceus* secara mikroskopik

Koloni C secara makroskopik adalah koloni berwarna abu-abu kehijauan berdiameter 1-1.5 cm setelah diinkubasi pada suhu 25°C selama 7 hari. Warna yang nampak pada bagian bawah cawan adalah kuning sampai oranye. Bentuk koloni berkeriput dengan tepian berombak dan elevasi datar. Untuk lebih jelasnya ciri-ciri koloni C dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini :



Gambar 11. Ciri-ciri koloni *Penicillium citrinum* pada media Czapek agar.

Ciri-ciri secara mikroskopik untuk koloni C adalah tipe konidiophora adalah satu tahap percabangan (one-stage branched), konidiophora berdinding halus. Jumlah metulae 2-5 buah dan masing-masing metulae menunjang 6-10 phialid. Bentuk phialid menyerupai labu (shaped). Konidia bulat dan berdinding halus. Menurut Samson *et al* (1981), koloni C adalah *Penicillium citrinum* grup. Ciri-ciri koloni C dapat dilihat pada Gambar 12.



Keterangan : 1. Konidiophore
2. Metulae
3. Phialid
4. Konidia

Gambar 12. Struktur morfologi *Penicillium citrinum* secara mikroskopik

Penicillium citrinum, *A. ochraceus* dan *A. parasiticus* mampu tumbuh pada kopi biji, karena a_w kopi biji memenuhi syarat a_w yang diperlukan untuk pertumbuhan kapang-kapang tersebut, seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Koloni D memiliki ciri-ciri makroskopik sebagai berikut : koloni pada media PDA berwarna coklat kehitaman, bentuk koloni filiform, tepian bercabang-cabang dengan elevasi timbul. Ciri koloni D secara makroskopik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Koloni *Curvularia lunata* pada media PDA

Sedangkan ciri-ciri koloni D secara mikroskopik seperti yang tampak pada Gambar 14 dan 15 adalah sebagai berikut : miselium berseptat, konidiophore berwarna coklat; lurus dan kaku. Konidiospora berseptat tiga dan bentuknya agak berlekuk atau sangat berlekuk; tidak simetris dan sel tengah konidia lebih besar dan lebih gelap dari sel yang lain. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, menurut Benoit (1970), didapatkan *Curvularia lunata*.



Keterangan :

1. Konidiophore
2. Konidia

Gambar 14. Struktur morfologi *Curvularia lunata* secara mikroskopik



Gambar 15. Konidia *Curvularia lunata*

Menurut Benoit (1970), *Curvularia lunata* ditemukan banyak menyerang biji padi dan tanaman biji-bijian lainnya. *Curvularia* merupakan penyebab bercak daun, busuk biji, perubahan bentuk biji, dan biji dapat kehilangan daya tumbuhnya.

Ciri-ciri koloni E secara makroskopik adalah koloni berwarna putih susu pada media PDA, bentuknya tidak teratur dan berbenang-benang, tepiannya seperti wol dan elevasi berbukit-bukit. Ciri-ciri secara makroskopik dapat dilihat pada gambar 16 berikut ini.



Gambar 16. Ciri-ciri koloni *Fusarium solani* pada media PDA

Sedangkan ciri-ciri secara mikroskopik untuk koloni E adalah miselium berseptat, nampak mengkilat, memiliki droplet yang berbentuk oval. Spora aseksualnya adalah konidia yang terdiri atas makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia terdapat pada sporodochia; berdinding tebal dengan septat 3-4 ; bentuknya menyerupai bulan sabit. Mikrokonidia berbentuk oval; kadang berseptat satu dan kadang tidak berseptat. Spora seksualnya adalah askospora dan klamydospora yang biasanya nampak mengkilat. Konidiophora bercabang. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, menurut Samson *et al* (1981), didapatkan *Fusarium solani*. Untuk lebih jelasnya ciri-ciri kapang ini dapat dilihat pada Gambar 17 dan 18 berikut ini.



Keterangan : 1. Konidiophore

2. Makrokonidia

Gambar 17. Struktur morfologi *Fusarium solani* secara mikroskopik



Keterangan : 1. Makrokonidia yang berbentuk bulan sabit memiliki 2-5 septat.
2. Mikrokonidia yang bersel satu dan berbentuk oval

Gambar 18. Konidia *Fusarium solani*

Menurut Nath, *et al.*,(1970), bahwa *Fusarium solani* banyak menyerang padi, kacang hijau, kacang kedele,sorgum, jeruk dan kentang. Ditambahkan pula bahwa *Fusarium solani* dapat menyebabkan kerusakan pada biji-bijian selama penyimpanan, yaitu biji menjadi lunak dan terhalang pertumbuhannya.

Menurut Kuswanto (1988), kelima jenis kapang tersebut dapat menghasilkan toksin dalam pertumbuhannya, apabila aktivitas air kopi biji mencapai syarat aktivitas air (a_w) untuk pembentukan toksin.

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan koloni isolat kapang pada sampel kopi biji Tondoklitak, ternyata jenis *Aspergillus* yang paling banyak ditemukan seperti yang terlihat pada Lampiran 1.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Dari kedua jenis kopi biji yang diolah oleh PT. Toarco Jaya, kopi biji Tondoklitak mengalami kontaminasi kapang yang besar. Sedangkan kopi biji Pedamaran tidak dijumpai adanya kontaminasi kapang.
- Faktor yang menyebabkan terjadinya kontaminasi kapang pada kopi biji Arabika adalah aktivitas air (aw) dan kadar air yang tinggi mencapai 38%..
- Jenis kapang yang mengkontaminasi kopi biji Tondoklitak adalah *Aspergillus parasiticus* grup, *A. ochraceus* grup, *Penicillium citrinum* grup, *Curvularia lunata* serta *Fusarium solani*. Dari kelima jenis kapang tersebut yang dominan pertumbuhannya adalah jenis *Aspergillus*.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan, Muhammad, 1978. Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan. Agritech. Yogyakarta.

Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitosari, S. Yasni, S. Budiyanto, 1989. Penuntun Analisa Bahan Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Benoit, A. M. dan S. B. Mathur, 1970. Identification of Species of Curvularia on Rice Seed. Contribution from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Copenhagen.

Beuchat, Larry, R., 1978. Food and Beverage Mycology. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

Buckle, K,A., R.A.Edwards, G.H. Fleet, M.Wootton, 1987. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono, Ilmu Pangan, Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Clark,R. J. dan R. Macrae, 1985. Coffee.Volume 1 dan 5. Elsevier Applied Science Published. London.

Fardiaz, Srikandi, 1989. Mikrobiologi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Frazier,C.W. dan D.C. Weethoff, 1978. Food Microbiology. Third Edition. M. C. Graw-Hill, Inc. New York.

Garraway, Michael, O. dan Robert C.Evans, 1985. Fungal Nutrition and Physiology. A Willey - Interscience Publication. New York - Singapore.

Kuswanto, Rahayu, Kapti. dan Slamet Sudarmadji, 1988. Proses-proses Mikrobiologi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Lee, Frank, A., 1983. Basic Food Chemistry. Second Edition. AVI Publishing Company, Inc. WestPort. Connecticut.

Najiyati, Sri., Danarti, 1990. Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nath, Ram., Paul Neergaard dan S.B. Mathur, 1970. Identification of Fusarium Species on Seeds as They Occur in Blotter Test. Contribution from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Copenhagen.

Pitt, J,I.,1980. Fungi and Mycotoxin. Dalam K.A.Buckle, G.R.Davey, M.J.Eyles, G.H.Fleet, W.G.Murrel,1980. Food Borne Microorganisms of Public Health Significance. The University of New South Wales School of Food Technology. Australia.

Rodrigues.,1977. Coffee. Dalam William B. Hewitt, 1977. Plant Health and Quarantine in International Transfer of Genetic Resources CRC Press, Inc. Cleveland, Ohio.

Samson, Robert, A., Ellen S. Hoekstra dan Connie A. N Van Oorschat, 1981. Introduction to Food - Borne Fungi. Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Science. Netherlands.

Siswoputranto, L, D., 1981. Pengaruh Kadar Air Terhadap Mutu Kopi : Kopi Indonesia, No. 2. Th. 1981.

Sivetz, Michael. dan Elliot Foote, 1963. Coffee Processing Technology. The AVI Publishing Company. Inc. Westport. Connecticut.

Soeryobroto,H.Y. dan Baryono Hardjosuwito, 1981. Dalam Menara Perkebunan Vol. 49(2).TH.81. Beberapa Hasil Pengamatan Mikroorganisme yang Tumbuh pada Buah Kopi Lepas Panen. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.

Splittstoesser, 1973. The Mold Consideration. Dalam Pitt dan Splittstoesser, 1980. Food Microbiology ; Public Health and Spoilage Aspects. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.

Troller, J. A. dan J. H. B.Christian,1978. Water Activity and Food. Academic Press. London.

Vincent, 1930. Storage Green Coffee Bean. Dalam R.J. Clark dan R. Macrae, 1985. Coffee. Volume 1 dan S. Elsevier Applied Science Published. London.

Wilbaux, Rene., 1963. Coffee Processing. Informal Working Bulletin No. 20. United Nations. New York.

Lampiran 1. Hasil pengamatan pertumbuhan koloni isolat kapang pada setiap sampel

Sampel	ISOLAT				
	A	B	C	D	E
Pedamaran 1	-	-	-	-	-
Pedamaran 2	-	-	-	-	-
Tondoklitak 31	+++	+++	++	+	+
Tondoklitak 32	+++	+++	++	+	+

Keterangan :

+++ = sangat banyak
++ = banyak
+ = kurang
- = tidak ada

Lampiran 2. Gambar aw - meter tipe Shibaura-360

