Hayati, Desember 1994, hlm. 37-41
ISSN 0854-8587

Vol. 1, No. 2

Kapang pada Beras yang Berasal dari Beberapa Varietas Padi

OKKY SETYAWATI DHARMAPUTRA

Jurusan Biologi FMIPA IPB, Jalan Raya Pajajaran, Bogor 16144
dan SEAMEO Biotrop, Kotak Pos 116, Bogor 16001

Diterima 11 Agustus 1994/Disetujui 23 November 1994

Molds from Some Varieties of Milled-Rice. Fourteen species of molds were isolated from stored milled-rice, derived from three different rice variety as follows: *Arthrinium* sp., *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. penicilloides*, *A. versicolor*, *A. wentii*, *Cladosporium cladosporioides*, *Endomyces fibuliger*, *Eurotium chevalieri*, *E. repens*, *Mucor circinelloides*, *Penicillium citrinum* and *P. herquei*. The predominant species were *A. flavus* and *P. citrinum*. Total mold population and moisture content increased with the increase of storage duration, while carbohydrate content decreased with the increase of storage duration.

PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan utama di Indonesia. Selama penyimpanan beras dapat mengalami kerusakan yang antara lain disebabkan oleh serangga, tungau, mikroorganisme, tikus dan burung.

Menurut Christensen dan Kaufmann (1974) serangga dan kapang masing-masing merupakan penyebab utama dan kedua kerusakan bahan pangan yang disimpan. Serangan kapang pasca panen pada bahan pangan dapat mengakibatkan perubahan warna, susut bobot, penurunan kandungan nutrisi, pemanasan dan bau tengik, serta kemungkinan terjadinya produksi mikotoksin (Christensen dan Kaufmann, 1969).

Di Indonesia penelitian mengenai kapang pada beras belum banyak dilakukan. Conway *et al.* (1991) melaporkan bahwa beras yang disimpan di beberapa gudang di Indonesia terserang oleh kapang dengan serangan yang cukup berat. Kapang yang dominan ialah *Aspergillus flavus*, *A. candidus*, *A. fumigatus*, *Penicillium islandicum* dan beberapa spesies dari Mucorales.

Beras dengan derajat sosoh 90% setelah disimpan selama tiga bulan pada kondisi laboratorium terserang oleh *A. candidus*, *A. penicilloides*, *Eurotium chevalieri* dan *E. rubrum* dengan populasi masing-masing 555, 285 333, 1667 dan 14 056 koloni/g. Selain itu kandungan lemak total dan protein beras semakin menurun dengan semakin meningkatnya lama penyimpanan (Dharmaputra *et al.*, 1993).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapang yang menyerang beras selama penyimpanan dalam jangka waktu tertentu. Di samping itu juga untuk mengetahui kadar air dan kandungan karbohidrat beras setelah masa penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Varietas Beras. Beras yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tiga varietas padi yang disarankan oleh Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan, Departemen Pertanian, yaitu *cisadane*, *IR 64* dan *atomita 4*. Varietas *cisadane* dan *IR 64* mempunyai penyebaran luas, sedangkan *atomita 4* merupakan varietas yang baru dilepas. Gabah dari ketiga varietas tersebut diperoleh dari perum Sang Hyang Seri, Sukamandi. Derajat sosoh beras yang digunakan yaitu 90%.

Penyimpanan Beras. Sebanyak 200 g beras dari setiap varietas dengan kadar air kurang lebih 13% ditempatkan di dalam stoples yang ditutup dengan kain batis dan disimpan selama 1, 2 dan 3 bulan. Sebelum disimpan beras difumigasi dengan fosfin (2 g/ton) selama enam hari. Selama penyimpanan, suhu dan kelembaban relatif ruangan diukur dengan menggunakan termohigrograf.

Contoh Beras. Contoh sebanyak 200 g yang berasal dari setiap stoples dibagi dengan pembagi contoh sebanyak dua kali sehingga diperoleh contoh kerja masing-masing kurang lebih 50 g. Contoh ini digunakan untuk analisis kadar air, kapang, karbohidrat dan contoh cadangan.

Analisis Kadar Air. Analisis kadar air (berdasarkan berat basah) sebelum penyimpanan, 1, 2 dan 3 bulan penyimpanan dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 130°C selama dua jam (BSI, 1980). Untuk setiap perlakuan dibuat tiga ulangan (tiga stoples), dan setiap ulangan terdiri dari tiga sub-ulangan. Kadar air beras dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = (BB - BK)/BB \times 100\%$$

BB = berat basah, BK = berat kering

Analisis Kapang. Analisis kapang dilakukan dengan metode pengenceran pada medium agar gliserol *Dichloran* 18% (Dichloran 18% Glycerol Agar = DG 18). Untuk setiap ulangan terdiri atas dua subulangan. Beras sebanyak 20 g (untuk setiap satu subulangan) digiling dengan gilingan Moulinex selama satu menit. Untuk setiap subulangan dibuat suspensi dengan pengenceran 1:10 sampai $1:10^5$.

Satu mililiter dari setiap pengenceran dipindahkan dengan pipet ke cawan Petri (diameter 9 cm), kemudian dituangi medium DG 18 yang suhunya kira-kira 45°C sebanyak 15 ml. Untuk setiap pengenceran dibuat tiga ulangan (tiga cawan Petri). Cawan Petri digoyang dengan tangan agar suspensi beras merata ke seluruh media. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama enam hari.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah koloni setiap spesies kapang dari pengenceran yang memberikan koloni kapang secara terpisah. Kapang diidentifikasi berdasarkan Samson *et al.* (1984) serta Pitt dan Hocking (1985).

Selanjutnya populasi setiap spesies kapang per gram beras per subulangan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$(1/[X \times Y])\, Z$$

X = volume suspensi beras yang dipindahkan ke tiap cawan Petri,

Y = pengenceran yang memberikan koloni kapang secara terpisah,

Z = jumlah rata-rata koloni tiap spesies kapang dari tiga cawan Petri.

Analisis Karbohidrat. Analisis karbohidrat dilakukan dengan menggunakan metode Anthrone (Yoshida *et al.*, 1976; Apriyantono *et al.*, 1989).

HASIL

Kadar Air. Kadar air beras *cisadane* pada awal penyimpanan, 1, 2 dan 3 bulan penyimpanan berturut-turut sebesar 12.81, 13.84, 13.78 dan 13.89% (Tabel 1). Kadar air beras *IR 64* pada lama penyimpanan yang sama berturut-turut 13.17, 13.36, 13.92 dan 14.05%, sedangkan kadar air *atomita 4* berturut-turut 13.07, 13.19, 13.73 dan 13.95%. Pada penelitian ini semakin lama penyimpanan, kadar air beras semain meningkat. Kadar air terendah terdapat pada varietas *cisadane* pada awal penyimpanan (12.81%), sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada varietas *IR 64* setelah tiga bulan penyimpanan (14.05%).

Kadar air sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban relatif udara ruang simpan. Selama penyimpanan suhu ruang simpan berkisar antara 26.0-30.3°C, sedangkan kelembaban relatif udara 61.7-89.7% (Tabel 2).

Spesies dan Populasi Kapang Pasca Panen. Dari hasil isolasi diperoleh 14 spesies kapang, yaitu *Arthrinium* sp., *Aspergillus candidus, A. flavus, A. niger, A. penicilloides, A. versicolor, A. wentii, Cladosporium cladosporioides, Endomyces fibuliger, Eurotium chevalieri, E. repens, Mucor circinelloides, Penicillium citrinum* dan *P. herquei*.

Kapang yang dominan pada ketiga varietas yaitu *A. flavus* dan *P. citrinum*. *Arthrinium* sp. hanya terdapat pada *cisadane*, sedangkan *E. fibuliger* dan *M. circinelloides* hanya terdapat pada *atomita 4* (Tabel 3).

Di antara spesies kapang yang terisolasi hanya diperoleh satu spesies kapang lapangan yaitu *C. cladosporioides*.

Varietas *Cisadane*. Populasi *A. flavus* pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut 55, 225, 199 dan 253 koloni/g, sedangkan populasi *P. citrinum* berturut-turut 16, 46, 116 dan 67 koloni/g (Tabel 4).

Dengan semakin lamanya penyimpanan populasi total kapang semakin meningkat. Populasi total kapang pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut 123, 300, 359 dan 374 koloni/g.

Varietas *IR 64*. Populasi *A. flavus* pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut 25, 228, 169 dan 346 koloni/g, sedangkan populasi *P. citrinum* berturut- turut 7, 27, 113 dan 87 koloni/g (Tabel 5).

Dengan semakin lamanya penyimpanan populasi total kapang semakin meningkat. Populasi total kapang pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut 64, 281, 352 dan 519 koloni/g.

Tabel 1. Kadar Air Beras *Cisadane, IR 64* dan *Atomita 4* selama Penyimpanan

Varietas	Kadar Air (%)			
	Lama Penyimpanan (bulan)			
	0	1	2	3
cisadane	12.81	13.84	13.78	13.89
IR 64	13.17	13.36	13.92	14.05
atomita 4	13.07	13.19	13.73	13.95

Tabel 2. Kisaran Suhu dan Kelembaban Relatif Ruang Simpan

Lama Penyimpanan (bulan)	Suhu (°C)	Kelembaban Relatif (%)
1	26.0-30.0	63.3-89.7
2	26.0-30.0	62.7-89.7
3.	26.0-30.3	61.7-89.7

Tabel 3. Keberadaan Setiap Spesies Kapang pada Beras Varietas *Cisadane, IR 64* dan *Atomita 4* selama Penyimpanan

Spesies Kapang	Lama Penyimpanan (bulan)											
	Cisadane				*IR 64*				*Atomita 4*			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Arthrinium sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aspergilus candidus	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-
A. flavus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A. niger	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
A. penicilloides	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
A. versicolor	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
A. wentii	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Cladosporium cladosporioides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endomyces fibuliger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Eurotium chevalieri	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
E. repens	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-
Mucor circinelloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Penicillium citrinum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
P. herquei	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+

+ = ada

- = tidak ada

Tabel 4. Populasi Setiap Spesies Kapang pada Beras Varietas *Cisadane* selama Penyimpanan

Spesies Kapang	Populasi Kapang (koloni/g beras)			
	Lama Penyimpanan (bulan)			
	0	1	2	3
Arthrinium sp.	5	1	0	0
Aspergillus candidus	0	4	0	3
A. flavus	55	225	199	253
A. niger	1	8	10	4
A. penicilloides	4	0	0	6
A. versicolor	6	1	0	0
A. wentii	0	6	2	0
Cladosporium cladosporioides	19	5	19	19
Eurotium chevalieri	2	4	12	16
E. repens	15	0	1	0
Penicillium citrinum	16	46	116	67
P. herquei	0	0	0	6
	123	300	359	374

Tabel 5. Populasi Setiap Spesies Kapang pada Beras Varietas *IR 64* selama Penyimpanan

Spesies Kapang	Populasi Kapang (koloni/g beras)			
	Lama Penyimpanan (bulan)			
	0	1	2	3
Aspergillus candidus	0	0	0	0
A. flavus	25	228	169	346
A. niger	0	7	58	7
A. penicilloides	2	2	0	3
A. versicolor	3	2	0	6
A. wentii	0	4	2	7
Cladosporium cladosporioides	12	7	7	20
Eurotium chevalieri	2	2	3	19
E. repens	11	2	0	2
Penicillium citrinum	7	27	113	87
P. herquei	2	0	0	15
	64	281	352	519

Varietas *Atomita 4*. Populasi *A. flavus* pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut 35, 203, 163 dan 158 koloni/g, sedangkan populasi *P. citrinum* berturut-turut 10, 25, 79 dan 52 koloni/g (Tabel 6).

Dengan semakin lamanya penyimpanan populasi total kapang semakin meningkat. Populasi total kapang pada awal penyimpanan, kemudian 1, 2 dan 3 bulan setelah penyimpanan berturut-turut yaitu 81, 266, 268 dan 288 koloni/g.

Kandungan Karbohidrat. Kandungan karbohidrat (% glukosa) beras cisadane pada awal penyimpanan, 1, 2 dan 3 bulan penyimpanan berturut-turut 1.120, 0.902, 0.807 dan 0.094% (Tabel 7); beras *IR 64* berturut-turut 0.976, 0.839, 0.827 dan 0.106%, dan beras *atomita 4* berturut-turut 1.276, 0.831, 0.226 dan 0.129 % (Tabel 7).

Semakin lama penyimpanan, kandungan karbohidrat beras semakin menurun. Kandungan karbohidrat terendah terdapat pada varietas *cisadane* setelah tiga bulan penyimpanan (0.094%), sedangkan kandungan karbohidrat tertinggi terdapat pada varietas *atomita 4* pada awal penyimpanan (1.276%).

PEMBAHASAN

Kadar Air. Kadar air sangat penting dalam penyimpanan bahan pangan karena kehidupan dan perkembangan serangga, mikroorganisme dan reaksi kerusakan bahan pangan sangat erat hubungannya dengan kadar air (Muir, 1973; Sinha, 1973).

Walaupun pada penelitian ini semakin lama penyimpanan kadar air beras setiap varietas semakin meningkat, tetapi peningkatannya dapat dikatakan relatif kecil. Hal tersebut dapat disebabkan oleh (i) derajat sosoh setiap varietas beras sama (90%) dan (ii) setiap varietas beras disimpan pada ruangan yang mempunyai suhu dan kelembaban relatif sama.

Menurut Araullo *et al.* (1976) butiran pati yang terdapat di dalam endosperma beras bersifat sangat higroskopik, sehingga kadar air beras akan segera berubah dengan berubahnya suhu dan kelembaban relatif ruang simpan.

Suhu dan kadar air bahan adalah dua faktor fisik yang sangat berpengaruh terhadap kerusakan biji-bijian selama penyimpanan (Muir, 1973). Biji-bijian dan hasil pertanian lainnya yang berkadar air rendah akan tahan disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama tanpa mengalami kerusakan (Pixton, 1983).

Tabel 6. Populasi Setiap Spesies Kapang pada Beras Varietas *Atomita 4* selama Penyimpanan

Spesies Kapang	Populasi Kapang (koloni/g beras)			
	Lama Penyimpanan (bulan)			
	0	1	2	3
Aspergillus candidus	6	3	0	0
A. flavus	35	203	163	158
A. niger	0	10	7	6
A. penicilloides	6	5	0	0
A. versicolor	3	3	0	0
A. wentii	0	10	0	0
Cladosporium cladosporioides	12	3	8	32
Endomyces fibuliger	0	0	0	3
Eurotium chevalieri	0	4	9	13
E. repens	9	0	2	0
Mucor circinelloides	0	0	0	12
Penicillium citrinum	10	25	79	52
P. herquei	0	0	0	12
	81	266	269	288

Tabel 7. Kandungan Karbihidrat Beras *Cisadane, IR 64* dan *Atomita 4* selama Penyimpanan

Varietas	Populasi Kapang (koloni/g beras)			
	Lama Penyimpanan (bulan)			
	0	1	2	3
cisadane	1.120	0.902	0.807	0.094
IR 64	0.976	0.839	0.827	0.106
atomita 4	1.276	0.831	0.226	0.129

Menurut Bulog (1994) kadar air beras yang disimpan hendaknya tidak lebih dari 14%. Pada penelitian ini selama penyimpanan kadar air beras varietas *cisadane, IR 64* dan *atomita 4* masing-masing berkisar antara 12.81-13.89%, 13.17-14.05%, 13.07-13.95%.

Spesies dan Populasi Kapang Pasca Panen. Dharmaputra *et al.* (1993) melaporkan dari segi kimia kerugian yang timbul akibat serangan kapang pada beras antara lain ialah penurunan kandungan nutrisi (protein dan lemak).

Negara dengan iklim tropik seperti Indonesia menyediakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan kapang. Pada penelitian ini *Aspergillus, Eurotium* dan *Penicillium* merupakan kapang yang paling sering dijumpai. Pitt dan Hocking (1991) melaporkan bahwa di daerah tropik kapang pasca panen yang berperan yaitu *Aspergillus* dan *Eurotium*, sedangkan *Penicillium* tidak begitu berperan.

Kapang lapangan *C. cladosporioides* yang diisolasi diduga menyerang biji padi sebelum dipanen (masih di lapangan) dan bertahan hidup selama penyimpanan. Menurut Christensen dan Kaufmann (1969) kapang lapangan memerlukan kadar air dalam keseimbangan dengan kelembaban relatif yang tinggi yaitu sebesar 90% atau lebih untuk pertumbuhannya.

Rendahnya populasi total kapang selama tiga bulan penyimpanan dapat disebabkan oleh populasi total kapang yang rendah pada awal penyimpanan. Selain itu pertumbuhan kapang juga dipengaruhi oleh kadar air yang peningkatannya selama penyimpanan tidak begitu besar. Daya simpan dipengaruhi oleh kondisi awal penyimpanan. Christensen dan Kaufmann (1969) melaporkan bahwa jagung atau gandum yang belum terserang kapang pasca panen dapat disimpan pada kadar air 15% selama 9-12 bulan tanpa kerusakan bila suhu ruang simpan 45-50°F, tetapi bila biji tersebut telah terserang kapang pasca panen dan disimpan dengan kadar air 15% dan suhu 45-50°F, maka kapangnya akan berkembang terus dan dalam waktu enam bulan akan menyebabkan kerusakan yang lebih parah.

Varietas *Cisadane, IR 64* dan *Atomita 4*. Padi varietas *cisadane, IR 64* dan *atomita 4* masing-masing tersebut hasil pemuliaan varietas *pelita I, IR 5657* dengan *IR 2061*, dan hasil iradiasi varietas *cisadane*. Ketiga varietas tersebut berasal dari golongan indica (Balittan, 1993). Pada umumnya spesies kapang yang menyerang ketiga varietas tersebut sama, karena varietas tersebut berasal dari golongan yang sama.

Menurut Juliano (1972) setiap varietas memiliki bentuk dan ukuran (panjang dan lebar) biji yang berbeda. Distribusi lapisan utama penyusun beras pecah kulit (kariopsis) adalah perikarp 1-2%; aleuron dan tegmen 4-6%; sekam kelopak 2-3% dan endosperma 89-94%.

Beras dengan derajat sosoh 90% adalah beras yang masih dilapisi aleuron dan lembaga sebesar 10% (Soenarjo *et al.*, 1991). Lapisan sebelah dalam yang membungkus baik endosperma maupun lembaga yaitu lapisan aleuron. Setiap varietas memiliki ketebalan lapisan aleuron yang berbeda. Jenis beras yang berbentuk bulat pendek cenderung mempunyai lapisan aleuron yang lebih tebal dibandingkan dengan jenis beras yang lonjong panjang.

Populasi A. flavus dan P. citrinum. Pada awal penyimpanan populasi *A. flavus* pada setiap varietas lebih tinggi daripada populasi spesies kapang lainnya (Tabel 4, 5 dan 6). *Aspergillus flavus* kemungkinan telah menyerang padi sebelum dipanen, kemudian selama penyimpanan kondisi lingkungan mendukung pertumbuhannya.

Penicillium citrinum merupakan kapang dominan yang menempati urutan kedua setelah *A. flavus*. Walaupun pada awal penyimpanan populasinya lebih rendah daripada *C. cladosporioides*, tetapi selama penyimpanan kondisi lingkungan lebih mendukung pertumbuhan *P. citrinum*.

Kandungan Karbohidrat. Sebagian besar karbohidrat dalam beras adalah pati dan hanya sebagian kecil pentosan, selulosa, hemiselulosa, dan gula (Juliano, 1972). Juliano (1979) melaporkan bahwa 90% dari bobot kering beras adalah pati.

Jenis gula utama yang terdapat dalam lembaga dan endosperma yaitu sejumlah kecil rafinosa, glukosa dan fruktosa. Beras pecah kulit mengandung 0.83-1.36% total gula sebagai glukosa (Juliano, 1972).

Beras dengan derajat sosoh 90% adalah beras yang masih dilapisi aleuron dan lembaga sebesar 10%. Proses penyosohan tidak akan mempengaruhi besarnya kandungan karbohidrat pada beras, karena karbohidrat lebih banyak terdapat pada bagian endosperma. Endosperma adalah bagian beras yang dilapisi oleh perikarp, tegmen dan aleuron (Juliano, 1972; Soenarjo *et al.*, 1991).

Kandungan glukosa berbeda pada setiap varietas padi seperti halnya dengan kandungan amilosa. Menurut laporan Balittan (1993) kandungan karbohidrat yang ditentukan berdasarkan persen amilosa pada varietas *cisadane, IR 64* dan *atomita 4* masing-masing ialah 20.0, 24.1 dan 21.33%.

Menurunnya kandungan karbohidrat selama penyimpanan kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: (i) glukosa digunakan oleh biji untuk melakukan proses respirasi, karena biji-bijian yang disimpan juga merupakan benda hidup yang terus mengadakan metabolisme, yang kemudian diubah menjadi CO_2 dan H_2O (Pomeranz, 1974) dan (ii) glukosa digunakan oleh kapang sebagai sumber nutrisi (Wallace, 1973).

Meskipun gula selain glukosa dapat juga menyebabkan pertumbuhan yang baik bagi kapang, namun kebanyakan kapang menggunakan glukosa untuk menunjang pertumbuhannya. Hal ini dapat disebabkan kemampuan kapang untuk dapat menggunakan gula tertentu bergantung pada bagaimana mudahnya gula tersebut dapat dikonversikan untuk dapat memasuki rantai respirasi (Moore-Landecker, 1990).

Glukosa merupakan monosakarida. Monosakarida adalah karbohidrat yang tak dapat dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana dan memiliki ikatan rantai yang lebih sederhana dari polisakarida. Dengan demikian ikatan rantainya lebih mudah diputuskan oleh enzim-enzim perombak daripada bentuk karbohidrat yang lain seperti amilosa yang merupakan polisakarida, yang memiliki ikatan rantai lebih banyak dari monosakarida (Mayes, 1981).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Haryanto Susilo dan Ir. Ina Retnowati (SEAMEO Biotrop); Dr. Hariyadi Halid (kabid. Litbang Teknologi, Bulog); dan Ir. Sri Sudarsih (alumnus Jurusan Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor), atas bantuannya dalam melaksanakan penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada SEAMEO Biotrop yang telah memberikan dana bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyanto. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas IPB.

Araullo, E.V., D.B. de Padua, and M. Graham. 1976. *Rice Postharvest Technology*. Ottawa: International Development Research Centre.

Balittan, 1993. *Deskripsi Varietas Cisadane, IR 64 dan Atomita 4*. Bogor: Balittan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

Bulog. 1994. *Tatacara Teknis Pemeriksaan Kualitas Gabah, Beras dan Karung Goni/Plastik dalam Rangka Pengadaan Dalam Negeri*. Jakarta: Badan Urusan Logistik.

BSI. 1980. Methods of Test for Cereals and Pulses. Part 3. Determi nation of Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Routine Method). British Standards Institution.

Christensen, C.M. and H.H. Kaufmann. 1969. *Grain Storage: the Role of Fungi in Quality Loss*. Minnepolis: University of Minnesota.

Christensen, C.M. and H.H. Kaufmann. 1974. Microflora, p. 158-192. *In* C.M. Christensen (ed.), *Storage of Cereal Grains and Their Products*. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereals Chemist, Inc.

Conway, J.A., M. Sidik, and H. Halid. 1991. Quality/Value Relation ships in Milled Rice Stored in Conventional Warehouses in Indonesia, p. 55-81. In J.O. Naewbanij and A.A. Manilay (ed.), *Proceeding 14th ASEAN Seminar on Grain Postharvest Technology*, Manila, Philippines, 5-8 November 1991.

Dharmaputra, O.S., H. Halid, H. Susilo, and A.S.R. Putri. 1993. The Effect of Milling Degree on Fungal Infection, Protein and Lipid Contents in Milled Rice, p. 177-195. In J.O. Naewbanij, A.A. Manilay, and A.S. Frio (ed.), *Proceeding 16th ASEAN Seminar on Grain Postharvest Technology*, Phuket, Thailand, 24-26 August 1993.

Juliano, B.O. 1972. The Rice Caryopsis and Its Composition, p. 16-74. In D.F. Houston (ed.), *Rice Chemistry and Technology*. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemist, Inc.

Juliano, B.O. 1979. The Chemical Basis of Rice Grain Quality, p. 69-85. *In Proceedings of the Workshop on Chemical Aspect of Rice Grain Quality.* Los Banos, Laguna, Philippines: IRRI.

Mayes, P.A. 1981. Carbohydrates, p. 141-151. In D.W. Martin, P.A. Mayes, and V.W. Rodwell (ed.), *18th ed. Harper's Review of Bio chemistry.* California: Lange Medical Publication Los Altos.

Moore-Landecker, E. 1990. *Fundamental of the Fungi.* 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Muir, W.E. 1973. Temperature and Moisture in Grain Storages, p.49-70. *In* R.N. Sinha and W.E. Muir (ed.), *Grain Storage: Part of a System.* Connecticut: The Avi Publishing Company.

Pitt, J.I. and A.D. Hocking. 1985. *Fungi and Food Spoilage.* Sydney: Academic Press.

Pitt, J.I. and A.D. Hocking. 1991. *Significance of Fungi in Stored Products. In* B.R. Champ, E. Highley, A.D. Hocking, and J.I. Pitt (ed.), p. 16-21. Proceedings of an International Conference on Fungi and Mycotoxins in Stored Products. Bangkok, Thailand, 23-26 April 1991.

Pixton, S.W. 1983. The Importance of Moisture and Equilibrium Relative Humidity in Stored Products. *Tropical Stored Products Information* **43**:10-24.

Pomeranz, Y. 1974. Biochemical, Functional, and Nutritive Changes During Storage, p. 56-114. *In* C.M. Christensen (ed.), *Storage of Cereal Grains and Their Products.* St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemist.

Samson, R.A., E.S. Hoekstra, and C.A.N. van Oorschot. 1984. *Introduction to Foodborne Fungi.* Baarn, The Netherlands: Central bureau voor Schimmelcultures.

Sinha, R.N. 1973. Interrelation of Physical, Chemical and Bio logical Variables in the Deterioration of Stored Grains, p.15-47. *In* R.N. Sinha and W.E. Muir (ed.), *Grain Storage: Part of a System.* Connecticut: The Avi Publishing Company.

Soenarjo, E., D.S. Damardjati, dan M. Syam. 1991. *Padi.* Buku 3. Bogor: Balittan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

Wallace, H.A.H. 1973. Fungi and Other Organism Associated with Storage Grain, p. 71-98. In R.N. Sinha and W.E. Muir (ed.), *Grain Storage: Part of a System.* Connecticut: The Avi Publishing Company.

Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cook, and K.A. Gomez. 1976. *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice.* Los Banos: IRRI.