

Plant Physiology, 19, 511

# PENYIMPANAN JAMUR DENGAN ATMOSFIR MODIFIKASI DAN TERAWASI

*Oleh : Euis Hermiati*

## *I. PENDAHULUAN*

Ada berbagai jenis jamur yang dapat dimakan. Pada Tabel 1 dapat dilihat bermacam jamur yang biasa dikonsumsi. Jamur termasuk komo-

diti hortikultura yang mempunyai kadar protein cukup tinggi. Pada Tabel 2 dapat dilihat kandungan zat gizi jamur dibandingkan komoditi hortikultura lainnya.

Tabel 1. Bermacam jamur yang dapat dimakan (11)

Spesies	Nama Umum	Distribusi
<i>Agaricus bisporus</i>	White mushroom Champignon Mushroom	Seluruh dunia
<i>Lentinus edodes</i>	Shii-ta-ke	Jepang Timur Jauh
<i>Volvariella volvacea</i>	Chinese moshroom Straw mushroom (Jamur merang)	Negara tropis
<i>Flammulina velutipes</i>	Winter mushroom	Jepang Taiwan
<i>Pleurotus spp.</i>	Oyster mushroom	Seluruh dunia
<i>Pholiota nameko</i>	Nameko	Jepang
<i>Auricularia polytricha</i>	Jewish ear	Jepang
<i>Auricularia auriculariajudae</i>	Ear fungus (Jamur kuping)	Taiwan
<i>Tremella spp.</i>		Taiwan

Tabel 2. Kandungan gizi jamur dan beberapa komoditi sayuran per 100 gram bahan (4)

Bahan	Protein (g)	Lemak (g)	Hidrat arang (g)	Air (g)	Kalori (Kal)	Bag. dapat dimakan (%)
Jamur kuping segar	3,8	0,6	0,9	93,7	15	100
Jamur kuping kering	16,0	0,9	64,6	14,9	128	100
Bayam	3,5	0,5	6,5	96,9	36	71
Buncis	2,4	0,2	7,7	88,9	35	90
Kacang panjang	2,7	0,3	7,8	88,5	44	75
Wortel	1,2	0,3	9,3	88,2	42	88

Jamur mudah rusak. Setelah dipanen, tangkainya memanjang, tudungnya membuka, layu, dan berubah warna serta teksturnya hanya dalam waktu 24 jam. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi mutu dan penerimaan konsumen terhadap komoditi jamur segar.

Jamur seperti halnya komoditi hortikultura lain, lebih disukai dikonsumsi dalam bentuk segar. Dengan demikian, jamur juga baik sekali jika dapat diawetkan atau disimpan dalam keadaan segar. Penyimpanan dengan atmosfer modifikasi dan terawasi dikenal sebagai cara penyimpanan yang cocok untuk bahan-bahan dalam bentuk segar. Penggunaan cara penyimpanan ini secara komersial masih terbatas pada jenis buah-buahan dan sayuran tertentu serta pada transportasi komoditi tersebut dalam skala besar.

## II. FISILOGI LEPAS PANEN JAMUR

Setelah dipanen, komoditi pertanian tetap mengadakan respirasi, mengkonsumsi oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. Dengan demikian, di dalam komoditi tersebut masih terjadi proses metabolisme, perubahan-perubahan fisik dan kimia.

Respirasi ialah proses penggabungan oksigen dari udara dengan unsur karbon di dalam jaringan terutama gula dan selanjutnya membentuk berbagai hasil dekomposisi terutama karbon dioksida dan air (9). Dalam proses ini dilepaskan energi dalam bentuk kalor yang jumlahnya tergantung kepada macam komoditi, oleh karena itu laju respirasi komoditi dapat digambarkan dengan laju evolusi kalornya. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa jamur termasuk komoditi yang laju respira-

Tabel 3. Laju evolusi kalor beberapa jenis sayuran pada berbagai suhu (9)

K o m o d i t i	Btu per ton per hari (x 100)				
	0°C	4,4-5°C	15-15,5°C	20-21°C	25-27°C
Kubis	10 — 14	17 — 27	41 — 57	61 — 108	107 — 140
Wortel	21 — 45	28 — 58	57 — 118	101 — 209	—
Seledri	16	24	82	142	—
Selada daun	42 — 60	53 — 76	113 — 163	181 — 261	264 — 380
Bayam	42 — 49	76 — 127	295 — 492	329 — 532	—
Jamur	62 — 96	156	—	580 — 696	—
Kacang kapri	67 — 103	121 — 168	393 — 445	540 — 795	755 — 829

1 Btu = 1054,9 Joule = 0,252 kilo kalori.

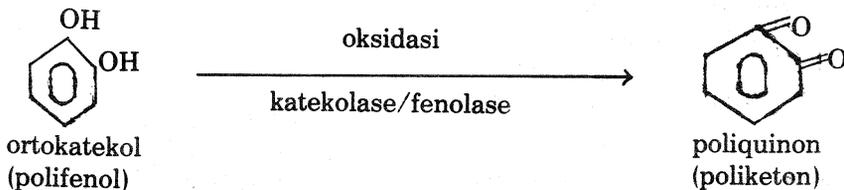
sinya tinggi. Umur simpannya berbanding terbalik dengan laju respirasi.

Laju respirasi yang tinggi menyebabkan semakin cepatnya penurunan mutu komoditi jamur. Parameter mutu yang paling berpengaruh adalah bentuk tudung dan warna. Kriteria mutu jamur segar menurut Ryall dan Lipton (8) adalah sebagai berikut. Jamur segar berwarna putih, tanpa bercak-bercak gelap pada tudung maupun tangkai. Tudung dalam keadaan menutup dan lamella tidak terlihat. Permukaan atas tudung berbentuk konveks dan tangkainya gemuk, tidak memanjang.

Berdasarkan morfologinya, jamur terdiri atas tubuh buah (tudung dan

tangkai) dan miselium. Tudung dan tangkai merupakan bagian yang dapat dimakan dan tumbuh di atas substrat, sedangkan miselium berada di dalam substrat. Semakin lama, tudung semakin membesar dan tangkai semakin memanjang, kemudian ke luar dari selaput yang meliputi tubuh buah dan tudung tersebut membuka.

Warna jamur dapat berubah menjadi coklat dan ini tidak diinginkan. Reaksi pencoklatan pada jamur disebabkan oleh enzim, di antaranya polifenol oksidase. Enzim ini mengoksidasi polifenol. Polifenol teroksidasi bila kena udara dan akan dihasilkan warna coklat (10).



Menurut Yamaguchi *et. al.* (3), perubahan warna pada jamur disebabkan oleh kerja o-difenol oksidase (polifenol oksidase) di dalam senyawa fenolik. O-difenol oksidase memperlihatkan dua macam aktifitas, yaitu mengoksidasi o-difenol menjadi quinon dan oksigenasi monofenol menjadi difenol yang selanjutnya dioksidasi menjadi senyawa quinon. Senyawa quinon yang terbentuk terkondensasi secara cepat dan membentuk kompleks pigmen coklat. Aktifitas

o-difenol oksidase memerlukan oksigen dan dihambat oleh karbon monoksida.

### III. PENYIMPANAN ATMOSFIR MODIFIKASI DAN TERAWASI

Penyimpanan dengan memodifikasi atmosfer (MAS, singkatan dari Modified Atmosphere Storage) atau mengawasi atmosfer (CAS, singkatan dari Controlled Atmosphere Storage) maksudnya adalah

penyimpanan dengan mengatur komposisi atmosfer di sekeliling bahan, yaitu dengan memanipulasi kadar CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> atau kadang-kadang juga meliputi gas lain seperti CO, etilen, propilen dan asetilen (2). Beda MAS dan CAS hanya dalam hal kontrol ketepatan tekanan gas parsial, CAS lebih tepat dari MAS.

Pengaturan kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> merupakan cara yang paling sederhana dari teknik penyimpanan ini. Dengan menurunkan kadar O<sub>2</sub> dan meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> di sekeliling komoditi maka proses respirasi akan terhambat, demikian juga proses pembusukannya. Menurut Isenberg (2), pengaruh atmosfer terawasi terhadap proses respirasi lebih tergantung kepada anatomi dan morfologi organ tanaman daripada sistem biokimianya. CO<sub>2</sub> lebih cepat terdifusi ke dalam organ tanaman daripada O<sub>2</sub>.

Yang perlu diperhatikan pada cara penyimpanan ini adalah toleransi komoditi terhadap penurunan kadar O<sub>2</sub> dan peningkatan kadar CO<sub>2</sub>. Penggunaan kadar O<sub>2</sub> atau CO<sub>2</sub> di luar batas toleransi suatu komoditi akan mengakibatkan terjadinya kerusakan fisiologis. Menurut Kader (6), kondisi atmosfer terawasi optimum untuk setiap komoditi tergantung kepada tingkat kematangan komoditi sewaktu dipetik, suhu dan lama penyimpanan, dan interaksi di antara berbagai komponen atmosfer (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> dll.).

Perluasan penyimpanan secara atmosfer modifikasi dan terawasi adalah yang dikenal dengan gas-exchange. Dengan cara ini perubahan komposisi atmosfer di sekeliling bahan dilakukan dalam waktu jauh lebih singkat daripada secara atmosfer modifikasi dan terawasi. Penyimpanan produk dapat dilakukan pada suhu ruang maupun suhu rendah. Dengan cara ini tidak hanya udara di sekeliling bahan yang dikeluarkan, tetapi juga yang ada di dalam jaringan bahan. Semua hal ini dikemukakan oleh Kramer, Solomos, Wheaton, Puri, Sirivichaya, Lotem, Fowke dan Ehrman (7). Gas yang dikeluarkan kemudian digantikan dengan CO yang bersifat sebagai agen penghambat kerja enzim, diikuti dengan etilen oksida sebagai agen penghambat bakteri.

#### IV. PENYIMPANAN JAMUR DENGAN ATMOSFER MODIFIKASI DAN TERAWASI

Cukup banyak peneliti yang mencoba atmosfer modifikasi dan terawasi sebagai salah satu cara untuk memecahkan masalah penanganan lepas panen jamur. Pengamatan umumnya dilakukan terhadap kecepatan respirasi, membukanya tudung dan perubahan warna.

Sveine *et al.* (5) membandingkan berbagai kombinasi atmosfer terawasi dengan berbagai tingkat suhu. Dari 42 kombinasi dan kemudian 87 kombinasi yang diamati mereka mene-

mukan bahwa kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi, O<sub>2</sub> yang rendah atau hanya suhu rendah saja mencegah membukanya tudung jamur. Kombinasi atmosfer terawasi yang cocok adalah 5% CO<sub>2</sub> dan 0,1% O<sub>2</sub>. Mereka juga melaporkan bahwa hasil penyimpanan yang baik tergantung kepada perbandingan CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Jika selang O<sub>2</sub> 10 - 20% maka diperlukan 50% CO<sub>2</sub>, sedang jika O<sub>2</sub> sekitar 0,1% diperlukan 5% CO<sub>2</sub>. Kelebihan CO<sub>2</sub> menyebabkan hilangnya bau. Pada komposisi atmosfer terawasi yang cocok, jamur dapat disimpan dengan baik selama 5 minggu pada 0°C, 4 minggu pada 5°C dan 12 hari pada 15°C.

Tomkins (8) melaporkan bahwa atmosfer yang mengandung CO<sub>2</sub> sampai 10% menghambat pembusukan jamur, tetapi kelebihan CO<sub>2</sub> dapat menyebabkan perubahan warna. Selanjutnya Smith (5) menemukan bahwa ternyata tidak ada perbedaan antara jamur yang disimpan di udara biasa dan yang disimpan pada suatu seri konsentrasi O<sub>2</sub> rendah, masing-masing 5, 3, 1, dan 0%.

Murr dan Morris (3,5) mempelajari pengaruh atmosfer terawasi terhadap aktifitas o-fenol oksidase, salah satu enzim yang dianggap berpengaruh terhadap perubahan warna tudung. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa jamur (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing) yang disimpan pada atmosfer yang berisi N<sub>2</sub> pada suhu 10°C dihambat aktifitas o-difenol oksidase dan perubahan warnanya sampai 7 hari. Walaupun demikian,

tidak ada kombinasi atmosfer terawasi yang secara menyeluruh menghambat aktifitas sistem oksidasi ini. Dari hasil penelitian itu Murr dan Morris menyimpulkan bahwa atmosfer terawasi hanya sedikit berpengaruh terhadap kualitas jamur dan tidak berpengaruh terhadap perubahan warna tudung.

Nichols dan Hammond (5) mencoba atmosfer terawasi dalam penyimpanan 2 spesies jamur, *Agaricus edulis* dan *Agaricus bisporus*. Penyimpanan dilakukan pada suhu 18°C selama 5 hari dengan kadar CO<sub>2</sub> 5, 10 serta 15%. Ternyata pemanjangan tangkai terutama pada *A. bisporus* sangat dihambat pada kadar CO<sub>2</sub> 15%. Penyimpanan *A. bisporus* pada atmosfer dengan kadar O<sub>2</sub> 0,25 sampai 2% menghambat pemanjangan tangkai. Perkembangan normal tangkai terjadi pada atmosfer dengan kadar O<sub>2</sub> lebih dari 1%, sedangkan pada kadar O<sub>2</sub> kurang dari 0,5% perkembangan tersebut ditahan.

Peneliti lain melaporkan bahwa penyimpanan jamur pada atmosfer yang mengandung 5% CO<sub>2</sub> menghambat membukanya tudung tetapi merangsang pemanjangan tangkai. Konsentrasi CO<sub>2</sub> di atas 5% menahan perkembangan jamur secara sempurna.

Dalam hubungannya dengan pengemasan, masa depan cara penyimpanan atmosfer terawasi tergantung kepada pengembangan sejenis film atau plastik yang dapat menjaga kondisi atmosfer di dalam kemasan

dan mengurangi pelayuan jamur yang dikemas sehingga kualitasnya terjaga dan tidak terlalu banyak kehilangan berat (5).

Penelitian pengawetan jamur segar dengan cara pertukaran gas (gas-exchange) dilakukan oleh Besser dan Kramer (7). Pada penelitian ini *Agaricus bisporus* diproses dalam waktu 2 jam setelah panen. Mula-mula dilakukan proses vakum sampai 15 in, kemudian ditambahkan gas tertentu. Penyimpanan dilakukan pada suhu - 2°C dan 3°C. Analisa dilakukan terhadap kandungan tiamin (vitamin B1), total protein, dan nilai protein relatif.

Dari hasil penelitian mereka, ternyata daya tahan jamur tertinggi adalah pada yang diberi perlakuan penyemprotan gas CO. Pada suhu penyimpanan 3 °C, kontrol jamur hanya mempunyai daya tahan 3 hari, yang diberi perlakuan penyemprotan gas N<sub>2</sub> dan CO masing-masing 6 dan 15 hari. Pada suhu penyimpanan - 2°C semua perlakuan relatif baik, menghasilkan daya tahan 9, 12, dan 20 hari. Mereka juga menyimpulkan bahwa CO tidak mempengaruhi penurunan zat gizi jamur dan memperbaiki daya tahan jamur segar dari 2 - 3 hari menjadi 20 hari jika disimpan pada atau sedikit di bawah suhu 0 °C.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa penyimpanan jamur dengan atmosfer modifikasi dan terawasi pada umumnya dapat mempertahankan keawetan

jamur segar, apalagi jika didukung pemilihan suhu penyimpanan yang sesuai. Walaupun demikian, rekomendasi yang pasti mengenai kondisi penyimpanan dengan cara ini belum ada.

Kadar CO<sub>2</sub> atau perbandingan antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam atmosfer ternyata sangat berpengaruh terhadap kualitas jamur yang disimpan, terutama terhadap pemanjangan tangkai, perubahan warna serta bau. Kadar CO<sub>2</sub> yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya perubahan warna yang lebih cepat dan hilangnya bau atau aroma jamur, atau timbul bau yang tidak enak. Batas maksimum kadar CO<sub>2</sub> atau perbandingan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> tidak disebutkan. Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang memberikan hasil penyimpanan yang baik berbeda-beda pada setiap hasil penelitian, tetapi pada umumnya tidak lebih dari 20%. Kadar O<sub>2</sub> dikehendaki serendah mungkin tetapi tidak sampai 0%.

Tampaknya memang sulit untuk mendapatkan kondisi optimum atmosfer modifikasi dan terawasi. Kondisi tersebut sangat tergantung kepada kondisi jamur ketika dipetik, suhu dan lama penyimpanan serta interaksi gas yang ada dalam atmosfer. Walaupun demikian, tidak tertutup kemungkinan penyimpanan jamur dengan atmosfer modifikasi dan terawasi secara komersial. Minimal dapat diketahui batas kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang baik untuk penyimpanan.

Proses pertukaran gas (gas-exchange) ternyata juga meningkat-

kan keawetan jamur segar. Penggunaan gas CO dalam proses ini perlu dipertimbangkan lagi, terutama untuk keamanan selama proses. Walaupun pengaruhnya terbukti baik dalam mempertahankan keawetan jamur dan mencegah perubahan warnanya, bahaya yang mungkin ditimbulkannya akibat kebocoran juga sangat besar. Proses pengawetan dengan gas exchange pun tampaknya lebih praktis jika dilakukan untuk pengemasan jamur segar. Proses tidak perlu kontinyu, cukup dilakukan pada satu waktu pengolahan saja. Untuk menjaga teksturnya selama penyimpanan dan pemasaran, bahan pengemas sebaiknya dipilih yang berstruktur kaku tapi ringan dan dapat menjaga kondisi atmosfer di dalam kemasan.

## V. KESIMPULAN

Walaupun telah banyak peneliti yang mencoba atmosfer modifikasi dan terawasi untuk penyimpanan jamur segar, rekomendasi yang pasti mengenai kondisi optimum penyimpanan belum ada.

Dar hasil penelitian mereka pada umumnya didapatkan bahwa peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dalam atmosfer menghambat pemanjangan tangkai dan mencegah perubahan warna, akan tetapi kadar CO<sub>2</sub> yang terlalu tinggi juga mengakibatkan semakin cepatnya terjadi perubahan warna jamur dan hilangnya bau aroma atau aroma

Pertukaran gas (gas-exchange) sebagai perluasan dari cara penyimpanan dengan atmosfer modifikasi dan terawasi tampaknya lebih potensial untuk dikembangkan jika dikembangkan dengan pengemasan komoditi jamur segar.

## PUSTAKA

1. Besser, T. and A. Kramer, 1972. Changes in quality and nutritional composition of foods preserved by gas exchange. *Journal of Food Science* Vol. 37 : 820.
2. Brecht, P.E., 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. *Food Technology* 34(3) : 45.
3. Dang, R.L., R.P. Singh and A.K. Gupta, 1980. Button mushrooms : Post harvest and processing problems. *Indian Food Packer* 34(5) : 19.
4. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
5. Janick, J., 1979. *Horticultural Reviews* Vol. 1. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
6. Kader, A.A., 1980. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. *Food Technology* 34(3) : 51.

7. Kramer, A., T. Solomos, F. Wheaton, A. Puri, S. Siri-vichaya, Y. Lotem, M. Fowke and L. Ehrman, 1980. A gas-exchange process for extending the shelf life of raw foods. *Food Technology* 34(3) : 65.
8. Ryall, A.L., and W.J. Lipton, 1972. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables Vol. 1a Vegetables and Melons. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
9. Wijandi, S., 1981. Penyimpanan Buah-buahan, Sayur-sayuran dan Bunga-bunga. Fakultas Teknologi Pertanian IPM, Bogor.
10. Winarno, F.G., 1980. Kimia Pangan. Pusbangtepa IPB, Bogor.
11. Zadrzil, F. and K. Grabbe, 1983. Edible Mushrooms. *Di dalam* : H. Dellweg (Ed.) Biotechnology Vol. 3. Verlag Chemie, Weinheim.