

**PROSIDING SEMINAR ILMIAH HASIL
PENELITIAN TAHUN 2009**

APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

Jakarta, 02 Desember 2010



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA 2011

- ISBN 978-979-3558-23-3
- Penyunting :
- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| 1. Prof. Dr. Ir. Mugiono | - PATIR-BATAN |
| 2. Prof. Ir. Sugiarto | - PATIR-BATAN |
| 3. Prof. Ir. A. Nasroh Kuswadi, M.Sc | - PATIR-BATAN |
| 4. Dra. Rahayuningsih Chosdu, MM | - PATIR-BATAN |
| 5. Dr. Paston Sidauruk | - PATIR-BATAN |
| 6. Dr. Hendig Winarno, M.Sc. | - PATIR-BATAN |
| 7. Dr. Ir. Sobrizal | - PATIR-BATAN |
| 8. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci | - PATIR-BATAN |
| 9. Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Toleng | - UNHAS |
| 10. Dr. Nelly Dhevita Leswara | - UI |
- APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
- Jakarta, 02 Desember 2010

SEMINAR ILMIAH HASIL PENELITIAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2009 : JAKARTA), Prosiding seminar ilmiah hasil penelitian aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 2 Desember 2010 / Penyunting, Mugiono ... (*et al.*) -- Jakarta : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, 2011.

i, 451 hal.; ill.; tab.; 30 cm

ISBN 978-979-3558-23-3

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Badan Tenaga Nuklir Nasional III. Mugiono

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12440
Telp. : 021-7690709
Fax. : 021-7691607
021-7513270
E-mail : patir@batan.go.id
sroji@batan.go.id
Home page : <http://www.batan.go.id/patir>

JAKARTA 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dimana atas berkat dan rahmat Nyalah maka Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi tahun 2009 Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini perkenankanlah kami menginformasikan kepada masyarakat tentang hasil kegiatan penelitian PATIR-BATAN berupa buku "Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi, tahun 2009", Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tanaga Nuklir Nasional (2011).

Penyusun menyampaikan permintaan maaf apabila pada penerbitan ini, masih banyak hal yang kurang sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan saran perbaikan. Tidak lupa pula penyusun juga menyampaikan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam persiapan maupun pelaksanaan penerbitan buku Prosiding tersebut.

Jakarta, 7 Februari 2011

Penyusun,

DAFTAR ISI

Pengantar.....	i
Daftar Isi	iii

Bidang Pertanian

Pemuliaan tanaman padi untuk mendapatkan varietas unggul nasional dan hibrida; observasi dan uji daya hasil pendahuluan galur mutan asal iradiasi ki 237 dan ki 432 SOBRIZAL, CARKUM, NANA SUPRIATNA, YULIDAR, WINDA PUSPITASARI.....	1
Uji daya hasil dan respon terhadap serangan jamur <i>aspergillus flavus</i> pada galur mutan kacang tanah PARNO DAN SIHONO	7
Uji adaptasi, uji ketahanan terhadap penyakit dan hama penting serta analisis nutrisi galur-galur mutan harapan kedelai umur sedang dan genjah berukuran biji besar HARRY IS MULYANA, ARWIN, TARMIZI DAN MASRIZAL	13
Pemurnian dan pendeskripsian sifat agronomi mutan padi rendah kandungan asam fitat ARWIN, AZRI KUSUMA DEWI, YULIDAR DAN WINDA PUSPITASARI.....	29
Perbaikan genetik tanaman kacang hijau toleran cekaman abiotik (kekeringan) dan biotik melalui teknik mutasi dan bioteknologi YULIASTI, SIHONO DAN SISWOYO	37
Pembentukan populasi dasar padi hitam dengan teknik mutasi SHERLY RAHAYU, MUGIONO, HAMBALI, DAN YULIDAR	45
Peningkatan keragaman genetik bawang merah (<i>allium ascalonicum</i> l.) melalui pemuliaan mutasi ISMIYATI SUTARTO DAN MARINA YUNIAWATI	53
Perbaikan sifat tanaman obat <i>artemisia cina</i> dengan sinar gamma ARYANTI, ULFA TAMIN DAN MARINA YUNIAWATI	61
Observasi galur mutan tanaman jarak pagar (<i>jatropha curcas</i> l.) generasi m1v5 pada tahun ketiga ITA DWIMAHYANI , SASANTI WIDIARSIH, WINDA PUSPITASARI DAN YULIDAR	67

Observasi, seleksi dan uji daya hasil lanjut galur mutan tanaman kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) dengan teknik mutasi LILIK HARSANTI, ITA DWIMAHYANI, TARMIZI, SISWOYO DAN HAMDANI	75
Perbaikan varietas padi sawah dengan teknik mutasi MUGIONO, SHERLY RAHAYU, HAMALI, YULIDAR	85
Pengujian ketahanan galur-galur mutan sorgum terhadap lahan masam SOERANTO HUMAN, SIHONO, PARNO DAN TARMIZI	93
Perbaikan varietas padi lokal dan padi gogodengan teknik pemuliaan mutasi : uji daya hasil, serta seleksi galur mutan padi lokal dan padi gogo AZRI KUSUMA DEWI, MUGIONO, HAMBALI, YULIDAR DAN SUTISNA	103
Optimalisasi pemupukan padi sawah hasil litbang batan dengan teknik nuklir HARYANTO	115
Budidaya padi sawah dengan sistem sri dan bahan organik pupuk kandang SETIYO HADI WALUYO	125
Produksi Azofert (Reformulasi Azora) ANIA CITRARESMINI, SRI HARTI S., HALIMAH, ANASTASIA D.	135
Penghematan pupuk dalam sistem pergiliran tanaman di lahan kering/ tadah hujan IDAWATI DAN HARYANTO	143
Uji terap dan uji toksisitas formulasi penglepasan terkendali (fpt) insektisida dimehipo terhadap serangga yang diinokulasikan pada tanaman padi SOFNIE M.CHAIRUL, HENDARSIH, DAN A.N. KUSWADI	153
Uji virulensi isolat <i>beauveria bassiana</i> (balsamo) vuill. (deuteromycotina: hyphomycetes) terhadap hama sayuran (lanjutan) MURNI INDARWATMI, A.N. KUSWADI, DAN INDAH A. NASUTION	165
Perbaikan kualitas lalat buah <i>bactrocera carambolae</i> (drew & hancock) (diptera = tephritidae) mandul untuk pengendalian dengan teknik serangga mandul INDAH ARASTUTI NASUTION, MURNI INDARWATMI DAN A. NASROH KUSWADI	173
Uji kandungan nutrisi sorgum fermentasi untuk mengetahui kemampuannya sebagai pakan ruminansia secara <i>in vitro</i> LYDIA ANDINI, W. TEGUH S., DAN EDY IRAWAN K.	181

Inovasi pakan komplit terhadap fermentasi rumen, pencernaan dan penambahan berat badan pada ternak domba SUHARYONO, C. E. KUSUMANINGRUM, T. WAHYONO DAN D. ANSORI.....	189
Budidaya ikan air tawar yang diberi pakan stimulan dengan pemanfaatan teknik nuklir. ADRIA PM	195
Daun <i>tithonia diversifolia</i> , sebagai penyusun pakan komplit ternak Ruminansia Secara <i>In-Vitro</i> FIRSONI.....	201
Respon imun <i>brucella abortus</i> untuk pengembangan vaksin iradiasi brucellosis BOKY JEANNE TUASIKAL, TRI HANDAYANI, TOTTI TJIPTOSUMIRAT	209
Uji lapang terbatas bahan vaksin fasciolosis untuk ternak ruminansia TRI HANDAYANI, BOKY JEANNE TUASIKAL, T. TJIPTOSUMIRAT.....	219
 Bidang Proses Radiasi	
Uji coba produksi tulang xenograf radiasi untuk pemakaian periodontal BASRIL ABBAS.....	229
Sintesis dan kharakterisasi <i>injectable</i> komposit hidroksiapatit –pvp-kitosan dengan iradiasi berkas elektron sebagai graft tulang sintetik DARMAWAN DARWIS, LELY H., YESSY WARASTUTI DAN FARAH NURLIDAR	239
Sintesis iradiasi komposit tricalcium fosfat (tcp)- kitosan untuk graft tulang dan karakterisasi sifat fisiko-kimianya ERIZAL, A.SUDRAJAT, DEWI S.P.	245
Metode rt-pcr (<i>reverse transcription-polymerase chain reaction</i>) dan hibridisasi dot blot dengan pelacak berlabel ³² p untuk deteksi hcv (<i>hepatitis c virus</i>). LINA, M.R	253
Uji praklinis simplisia mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa</i> (scheff) boerl.) radiopasteurisasi sebagai antidiabetes pada tikus NIKHAM DAN RAHAYUNINGSIH CHOSDU	261

Pengaruh radiopasteurisasi pada simplisia kulit batang mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa (scheff)</i> boerl.) terhadap aktivitas anti kanker (lanjutan) ERMIN KATRIN, SUSANTO DAN HENDIG WINARNO	269
Pembuatan membran elektrolit dengan teknologi proses radiasi untuk direct methanol fuel cell (dmfc) AMBYAH SULIWARNO	279
Formulasi peningkat indeks viskositas minyak lumas sintetis MERI SUHARTINI, RAHMAWATI, I MADE SUMARTI KARDHA HERWINARNI, DEVI LISTINA P	287
Tinjauan membran serat berongga polisulfon untuk hemodialisis KRISNA LUMBAN RAJA, DEWI SEKAR P, NUNUNG, DAN OKTAVIANI	297
Degradasi lignoselulosa serbuk kayu menggunakan radiasi berkas elektron SUGIARTO DANU, DARSONO, MADE SUMARTI KARDHA, DAN MARSONGKO	313
Efektivitas khitosan iradiasi sebagai bahan pengawet makanan GATOT TRIMULYADI REKSO	321
Pengaruh ekstrak rendang iradiasi dosis tinggi terhadap kapasitas antioksidan, proliferasi limfosit dan hemolisis eritrosit manusia ZUBAIDAH IRAWATI ¹ , KAMALITA PERTIWI ² , DAN FRANSISKA RUNGKAT-ZAKARIA ²	329
Cemaran awal dan dekontaminasi bakteri patogen pada sayuran hidroponik dengan iradiasi gamma. HARSOJO.....	341
Aplikasi teknik radiasi dalam penanganan jamur kering IDRUS KADIR DAN HARSOJO	349
Bidang Kebumihan dan Lingkungan	
Teknik nuklir untuk penelitian reservoir dan aliran dua fasa pada lapangan panasbumi lahendong, sulawesi utara DIJONO, ABIDIN, ALIP, RASI P.	363
Aplikasi dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi dalam pengelolaan sumberdaya air di banten DJIONO, ABIDIN, PASTON, SATRIO, BUNGKUS P, RASI P	377

Formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasiskompos radiasi NANA MULYANA, DADANG SUDRAJAT, ENDRAWANTO WIDAYAT,	401
Pengembangan metode pengujian toxin paralytic shellfish poisoning sebagai saxitoxin dengan teknik nuklir WINARTI ANDAYANI , AGUSTIN SUMARTONO DAN BOKY JEANNE TUASIKAL.....	413
Instrumental analisis pengaktifan neutron (inaa) sedimen pesisir pltu suralaya; identifikasi polutan ALI ARMAN, YULIZON MENRY, SURIPTO, DARMAN DAN HARIYONO	421
Studi interkoneksi sungai bawah tanah di bribin – baron, di daerah karst gunung kidul WIBAGIYO, PASTON S. SATRIO.....	431
Studi kinetika karakterisasi biodegradasi bahan organik dari bagase tebu dan limbah nanas TRI RETNO D.L, DADANG SUDRAJAT, NANA MULYANA DAN ARIF ADHARI	441

APLIKASI TEKNIK RADIASI DALAM PENANGANAN JAMUR KERING

Idrus Kadir dan Harsojo

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan
Telp.021-7690709; Fax: 021-7691607

ABSTRAK

APLIKASI TEKNIK RADIASI DALAM PENANGANAN JAMUR KERING. Sebagai teknologi alternatif iradiasi merupakan salah satu teknologi unggulan dibandingkan teknologi konvensional untuk memperpanjang daya simpan bahan pangan. Dengan teknik radiasi menunjukkan bahwa iradiasi bahan pangan dapat memperbaiki kualitas higienik dan masa simpan bahan pangan tersebut. Jamur Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*) termasuk bahan pangan dari aneka sayur yang bersifat *perishable* (mudah rusak) sehingga memiliki daya simpan rendah. Pengaruh iradiasi gamma dengan dosis 3 dan 5 kGy terhadap kualitas jamur Ling Zhi kering selama penyimpanan telah diteliti. Maksud dari percobaan ini adalah untuk meningkatkan kualitas higienik dan memperpanjang daya simpan jamur Ling Zhi kering dengan menggunakan teknik radiasi. Jamur Ling Zhi segar dibersihkan, disortir dan dicuci, lalu ditiriskan. Selanjutnya jamur dibagi dua, sebagian dikeringkan dengan matahari pada jam 9.00-16.00 dan sebagian lainnya dikeringkan dengan oven listrik pada suhu 55°C. Jamur lingzhi kering kemudian dikemas vakum dengan pengemas *Polypropylene* (PP) lalu diiradiasi pada dosis 3 dan 5 kGy dan tanpa iradiasi sebagai kontrol. Selanjutnya jamur disimpan pada suhu ruangan berpendingin pada suhu 18-20°C dengan kelembaban (RH) 65-70%. Pengamatan dilakukan secara berkala setelah penyimpanan 0, 2, 4, dan 6 bulan. Pengujian selama pengamatan meliputi pengujian mikrobiologi, fisiko-kimia, dan pengujian organoleptik. Parameter pengujian mikrobiologi meliputi angka bakteri, koliform dan staphylococcus; pengujian fisiko-kimia terdiri dari pengujian kadar air, pH, aktivitas air (A_w), kadar protein, kadar lemak dan kadar karoten; dan pengujian secara subyektif sifat organoleptik bahan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa iradiasi 3-5 kGy dapat menekan secara nyata pertumbuhan mikroba 2-5 *log cycle*, dengan sifat fisiko-kimia dan kualitas organoleptiknya tidak berubah sampai penyimpanan 6 bulan, sedangkan kontrol (0 kGy) hanya bertahan sampai 2 bulan.

Kata kunci: teknik radiasi, jamur lingzhi (*Ganoderma lucidum*) kering, penyimpanan dan kualitas.

ABSTRACT

RADIATION TECHNIQUE APPLICATION ON DRIED MUSHROOM HANDLING. As alternatif technology, irradiation is a kind of high advantage alternative technology compared with conventional technology to prolonged shelf life of food stuff. Radiation technology performance showed that irradiation food stuff could improve higienic quality and prolonged shelf life of it. Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*) mushroom is kind of food stuff from horticulture comis a perishable food stuff so that it has short shelf life. Effects of gamma irradiation at the dose of 3 and 5 kGy on the quality of dried Ling Zhi mushroom during storage was observed. The objective of the experiment is to improve the higienic quality and to extend the shelf life of dried Ling Zhi mushroom by using radiation technique. Fresh mushroom was cleaned, sorted, washed, and drained filtered. The mushroom was then dried in two ways, namely: sun drying method and electrical oven drying method. Dried mushroom was vacuum packed in polypropylene (PP) then irradiated at dose 5 kGy and unirradiated as control. Dried mushroom was stored at law temperature (18-20°C) at relative humidity (RH) 65-70% and observed periodically every 2 months up to 6 months of storage. The samples were evaluated which comprised microbiological, physico-chemical and organoleptic evaluation. Microbiological evaluation comprised bacterial count, coliform and staphylococcus count; physico-chemical evaluation comprised moisture content, pH, a_w , protein, fat and carotenoid; while organoleptic evaluation comprised organoleptic properties. The results showed that samples irradiation at the dose 3 and 5 kGy could eliminate microbial growth 2-5 *log cycle* in the samples there were no changes in physico-chemical and organoleptic properties up to 6 months of storage. and control was still acceptable only up to 2 months of storage.

Key words: radiation technique, dried Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*) mushroom, storage and quality.

PENDAHULUAN

Salah satu alternatif untuk meningkatkan keamanan pangan dan memperbaiki kualitas higienik bahan pangan adalah dengan memanfaatkan teknologi iradiasi pangan. Karena iradiasi merupakan salah satu teknologi tepat guna agar bahan tersebut tetap memenuhi persyaratan keamanan pangan selama distribusi, penyimpanan dan pemasaran sehingga tetap memiliki daya saing [1-4].

Secara prospektif iradiasi pangan sebagaimana yang telah dikenal hingga saat ini merupakan salah satu teknologi unggul alternatif untuk diaplikasikan dalam penanganan pangan dibandingkan dengan teknologi konvensional lainnya [3-6]. Manfaat penggunaan iradiasi pangan, antara lain mengurangi kehilangan pasca panen, meningkatkan keamanan pangan dan mutu perdagangan serta mengurangi polusi atau kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan kimia [2-7].

Pemerintah telah mengeluarkan izin iradiasi pangan secara komersial sejak tahun 1987 [8], dan telah diperbaharui tahun 2009 [9] sesuai dengan perkembangan IPTEK dan kebutuhan pasar. Pertumbuhan iradiasi pangan di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun [10] meskipun belum sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini terjadi tidak saja di tingkat nasional; secara global pertumbuhan volume pangan iradiasi masih lambat, antara lain disebabkan penerimaan masyarakat (*public acceptance*) yang relatif masih rendah akibat kesalahpahaman dan ketakutan irasional terhadap teknologi yang terkait nuklir [11].

Jamur Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*) merupakan salah satu komoditas jamur pangan yang banyak dikembangkan di Indonesia dan banyak digunakan sebagai salah satu bahan pangan fungsional yang memiliki gizi dan khasiat yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas kesehatan dan pemenuhan kebutuhan pangan fungsional.

Dalam beberapa tahun terakhir ini jamur menjadi salah satu sayuran primadona baik sebagai bahan konsumsi maupun perdagangan [12]. Komoditas jamur sudah menjadi salah satu komoditas andalan ekspor sehingga menjadi salah satu sumber devisa sektor pertanian [13]. Oleh karena itu penelitian yang dimaksudkan untuk memperkuat dan meningkatkan daya saing hasil komoditas jamur pangan sangat diperlukan, karena upaya peningkatan daya saing jamur pangan tidak saja untuk meningkatkan nilai tambah produk tetapi juga untuk meningkatkan nilai ekonomi baik di tingkat petani, agroindustri maupun pemasaran, termasuk yang berorientasi ekspor. Teknologi iradiasi merupakan salah satu alternatif untuk menunjang peningkatan daya saing tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi penanganan pasca panen jamur Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*) menggunakan teknologi kombinasi pengeringan dan iradiasi. Penggunaan

kombinasi pengeringan dan iradiasi diharapkan dapat memperbaiki kualitas higienik jamur lingzhi dan memperpanjang masa simpan jamur tersebut.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah Jamur lingzhi (*Ganoderma lucidum*) yang diperoleh dari perusahaan jamur di Kawasan Puncak, Jawa Barat. Sebagai pengemas jamur lingzhi kering digunakan kantong plastik polipropilen (PP). Bahan kimia yang digunakan untuk penelitian antara lain, K_2SO_4 , SeO_2 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, H_3BO_3 2%, HCl 0,01 N, NaOH 30%, campuran selen, petroleum benzena, HCl 3%, indikator PP, kertas lakmus, larutan luff, Bacto Pepton, Nutrient Agar (NA), Mac Conkey Agar (MCA), dan Baird Parker Agar (BPA).

Alat

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian untuk pengujian mikrobiologi dan fisiko-kimia antara lain neraca analitik, eksikator, botol timbang, cawan porselen, labu kjeldahl, pemanas listrik, kertas saring, labu lemak, soxhlet, kapas bebas lemak, erlenmeyer, pendingin tegak, labu ukur, corong, pipet, stop watch, gelas ukur, gelas piala, buret, pH-meter, oven, tanur listrik, soxhlet, cawan petri, *spreader*, tabung reaksi, otoklaf, inkubator dan *laminar air flow cabinet*. Alat Iradiasi yang digunakan adalah Iradiator IRKA di PATIR-BATAN, Jakarta, menggunakan sumber iradiasi ^{60}Co .

Penyiapan Bahan dan Iradiasi

Jamur linzhi segar terlebih dahulu dibersihkan dengan pisau dan di sortir, lalu dicuci dan dibilas dengan air bersih. Lalu ditiriskan pada suhu kamar. Sebelum pencucian jamur segar terlebih dahulu diuji kadar air dan pH. Setelah ditimbang selanjutnya sebagian jamur dikeringkan dengan sinar matahari selama 4 hari berturut-turut pada jam 9.00-16.00 dan sebagian lainnya dikeringkan dengan oven listrik pada suhu $55^{\circ}C$ selama 2 hari. Kemudian jamur lingzhi kering dikemas menggunakan pengemas plastik PP, ditimbang pada kondisi vakum, lalu diiradiasi dengan dosis 3 dan 5 kGy. Jamur lingzhi kering yang tiudak diiradiasi digunakan sebagai kontrol. Kemudian jamur disimpan pada ruangan yang dilengkapi fasilitas pendingin pada suhu $18-20^{\circ}C$ dengan kisaran kelembaban (RH) 65-70%. Pengamatan dilakukan setelah penyimpanan 0, 2, dan 4 bulan. Parameter yang diamati adalah angka total bakteri, koliform, staphylococcus, kadar air, aktivitas air (a_w), pH, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karoten serta pengujian secara subyektif sifat organoleptik bahan.

Metode Pengujian

Secara gravimetri dengan metode pengeringan dengan oven kadar air ditetapkan, sedangkan aktivitas air (a_w) dan pH masing-masing diukur dengan A_w -meter dan pH-meter [14, 15]. Kadar protein dan lemak masing-masing ditetapkan dengan metode semimikro Kjeldahl dan metode ekstraksi langsung dengan alat soxhlet. Penetapan kadar protein dan kadar lemak ditetapkan sesuai SNI [15]. Kadar karoten diukur dengan menggunakan spektrofotometer yang diukur pada panjang gelombang 452 nm [14]. Kandungan total bakteri aerob, koliform, dan staphilococcus masing-masing dihitung setelah ditumbuhkan pada media *Nutrient Agar* (NA), *Mac Conkey Agar* (MCA), dan *Baird Parker Agar* (BPA) [16].

Pengujian organoleptik secara subyektif dilakukan dan diamati oleh 10 panelis yang meliputi uji rasa, aroma, tekstur dan penampakan dengan menggunakan 5 skala hedonik [17]. Skala hedonik merupakan tingkat kesukaan dengan nilai numerik (skor); 1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = netral; 4 = suka; dan 5 = sangat suka

Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan rancangan percobaan “Rancangan Acak Lengkap” (RAL) dengan faktorial [18], terdiri dari 3 kali ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air, pH dan aktivitas air (a_w)

Penetapan kadar air dan pH jamur lingzhi segar menunjukkan bahwa kadar air jamur lingzhi segar memiliki kadar air sebesar 89,72% dan pH sekitar 6,80. Menurut FARDIAZ [19] dan WALUYO [20], umumnya aneka sayur termasuk jamur pangan segar memiliki kadar air yang tinggi, yaitu berkisar antara 85-95%. Selanjutnya WINARNO [21] juga menjelaskan bahwa air dalam suatu jenis bahan pangan, termasuk jamur, merupakan komponen penting karena ikut menentukan *acceptability* dan daya tahan bahan tersebut. Sedangkan nilai pH sebesar 6,80 menunjukkan bahwa jamur lingzhi segar tergolong dalam kelompok bahan pangan berasam rendah karena memiliki pH diatas 5,3.

Secara umum menurut FARDIAZ [19], bahan pangan dapat digolongkan berdasarkan nilai pH, yaitu: pangan berasam rendah dengan pH diatas 5,3; pangan berasam sedang dengan kisaran pH 4,5-5,3; pangan asam dengan kisaran pH 3,7-4,5; dan pangan berasam tinggi dengan pH 3,7 atau kurang.

Hasil pengujian pengaruh iradiasi dan penyimpanan terhadap sifat fisik jamur lingzhi kering yang meliputi kadar air, pH, dan aktivitas air (a_w) disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat bahwa kadar air awal jamur tiram putih kering, baik kontrol (0 kGy) maupun perlakuan iradiasi 5 kGy, sekitar 9,4% dan relatif tidak mengalami perubahan selama penyimpanan. Begitu pula nilai pH awal yang sekitar 6,56-6,71 dan a_w sekitar 0,69-0,72 relatif tidak berubah selama penyimpanan sampai dengan 6 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi sampai dengan 5 kGy tidak mempengaruhi kadar air, pH dan A_w jamur Ling Zhi kering. Begitu juga dengan penyimpanan, kadar air, pH dan aktivitas air jamur relatif tidak berubah selama penyimpanan.

Tabel 1. Kadar air, pH dan aktivitas air (a_w) jamur Ling Zhi kering iradiasi selama Penyimpanan

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Kadar air (%) bk*	pH	Aktivitas air (a_w)
Matahari	0	0	9,45	6,71	0,72
		3	9,37	6,53	0,67
		5	9,42	6,66	0,65
	2	0	9,42	6,41	0,70
		3	9,46	6,59	0,62
		5	9,35	6,63	0,70
	4	0	9,41	6,59	0,67
		3	9,33	6,72	0,71
		5	9,61	6,67	0,74
	6	0	9,45	6,56	0,76
		3	9,39	6,55	0,78
		5	9,54	6,69	0,68
Oven	0	0	9,20	6,56	0,69
		3	9,39	6,63	0,74
		5	9,31	6,71	0,75
	2	0	9,43	6,58	0,69
		3	9,39	6,72	0,68
		5	9,51	6,68	0,71
	4	0	9,36	6,74	0,76
		3	9,17	6,63	0,68
		5	9,41	6,49	0,69
	6	0	9,40	6,66	0,74
		3	9,61	6,73	0,76
		5	9,43	6,80	0,78

*bk=berat kering

Baik pengeringan dengan matahari maupun oven tidak menunjukkan perbedaan berarti terhadap kadar air, pH dan aktivitas air bahan. Beberapa hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa iradiasi sampai dosis 5 kGy tidak mengubah sifat fisik bahan aneka sayur kering [22,23].

Kadar Protein dan Kadar Lemak,

Pengaruh iradiasi dan penyimpanan terhadap kadar protein dan lemak disajikan pada Tabel 2. Terlihat pada tabel tersebut bahwa kombinasi perlakuan iradiasi (3 dan 5 kGy) dan penyimpanan sampai dengan penyimpanan 6 bulan secara umum mampu mempertahankan kadar protein dan kadar lemak jamur Ling Zhi kering. Perlakuan pengeringan matahari dan oven juga menunjukkan bahwa kedua cara pengeringan tersebut tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap kadar protein dan lemak jamur Ling Zhi kering. Hal ini berarti kombinasi iradiasi sampai dengan 5 kGy dan penyimpanan sampai 6 bulan mampu mempertahankan kuantitas makronutrisi antar lain protein dan lemak jamur Ling Zhi kering. Makronutrisi yang terkandung dalam bahan pangan termasuk jamur Ling Zhi merupakan salah satu indikator kualitas bahan pangan. Protein merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Lemak nabati mengandung asam-asam lemak esensial [21].

Kompilasi berbagai hasil penelitian sebelumnya oleh JECFI dan diadopsi oleh CAC, merekomendasikan bahwa iradiasi sampai dengan 10 kGy dinyatakan aman dan tidak mengubah kandungan makronutrisi (protein, lemak dan karbohidrat) bahan pangan [1, 2, 4]. Pemilihan dosis optimal untuk mengawetkan suatu bahan pangan haruslah berdasarkan pertimbangan efek biologi iradiasi yang diharapkan dan efek kimia iradiasi yang tidak diinginkan [24]. Berdasarkan Tabel 1 dan 2 tersebut, dapat dinyatakan bahwa penggunaan dosis 5 kGy cukup optimal untuk mempertahankan kualitas fisik dan makronutrisi jamur lingzhi kering.

Tabel 2. Kadar protein dan kadar lemak jamur Ling Zhi kering iradiasi selama penyimpanan

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Kadar protein (%)	Kadar lemak (%)
Matahari	0	0	24,78	3,92
		3	24,66	4,02
		5	25,02	3,78
	2	0	23,89	3,68
		3	24,01	3,76
		5	24,76	3,82

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Kadar protein (%)	Kadar lemak (%)
	4	0	22,34	2,76
		3	24,34	3,49
		5	25,05	3,69
	6	0	22,36	2,48
		3	23,01	3,44
		5	24,59	3,62
	Oven	0	25,03	3,82
			24,96	3,99
			24,87	3,88
		2	24,31	3,57
			24,02	3,58
			24,61	3,72
		4	20,03	2,86
			22,33	3,57
			24,49	3,74
		6	19,61	2,29
			20,54	3,21
			24,43	3,77

Kadar karoten

Hasil pengujian kadar karoten jamur lingzhi kering iradiasi selama penyimpanan disajikan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut terlihat bahwa iradiasi berpengaruh terhadap kadar karoten jamur lingzhi kering. Penurunan kadar karoten terjadi segera setelah iradiasi. Kadar karoten jamur Ling Zhi yang dikeringkan dengan matahari turun dari 2,64% menjadi 2,13% (3 kGy) dan 1,78% (5 kGy); sedangkan jamur yang dikeringkan dengan oven turun dari 2,39% menjadi 2,04% (3 kGy) dan 1,67% (5 kGy). Penyimpanan sampai dengan enam bulan juga berpengaruh terhadap penurunan kadar karoten jamur lingzhi kering.

Tabel 3. Kadar karoten jamur Ling Zhi kering iradiasi selama penyimpanan

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Kadar karoten (%) bk*
Matahari	0	0	2,64
		3	2,13
		5	1,78
	2	0	2,71
		3	2,11
		5	1,66
	4	0	1,38
		3	1,38

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Kadar karoten (%) bk*
	4	3	2,03
		5	1,45
	6	0	1,42
		3	2,23
		5	1,61
Oven	0	0	2,39
		3	2,04
		5	1,67
	2	0	2,46
		3	2,13
		5	1,72
	4	0	1,29
		3	2,14
		5	1,62
	6	0	1,12
		3	2,29
		5	1,64

*bk=berat kering

Hasil penelitian sebelumnya yang dilaporkan IRAWATI dan SITO HANG [23] juga menunjukkan bahwa karoten, terutama beta karoten, pada sayuran kering sensitif terhadap perlakuan iradiasi. Selanjutnya kadar karoten pada aneka sayur cukup sensitif tidak hanya terhadap iradiasi, tetapi juga terhadap pemanasan sebagaimana yang dilaporkan SOPIAN dkk, [24] dan GROSS [25], akibat perebusan (panas), kadar karoten pada bayam turun 17-20%. Karoten merupakan salah satu kandungan nutrisi penting bahan pangan sebagai prekursor vitamin A. Menurut DESROSIER [26], besarnya kerusakan vitamin pada bahan pangan bergantung pada cara preparasi bahan pangan yang akan dikeringkan, proses dehidrasi yang dipilih, pelaksanaan pengeringan yang tepat, dan kondisi penyimpanan dari bahan pangan kering.

Mikroba

Pengaruh iradiasi dan penyimpanan terhadap hasil pengujian kandungan mikroba jamur lingzhi kering disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Angka total bakteri, koliform, dan staphylococcus jamur Ling Zhi kering iradiasi selama penyimpanan (koloni/g)

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Bakteri	Koliform	Staphilo-coccus
Matahari	0	0	$3,4 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$	$1,9 \times 10^2$
		3	$2,1 \times 10^4$	0	0
		5	0	0	0
	2	0	$2,3 \times 10^5$	$1,8 \times 10^2$	0
		3	$3,4 \times 10^3$	0	0
		5	$1,3 \times 10^2$	0	0
	4	0	$1,3 \times 10^4$	0	0
		3	$1,4 \times 10^2$	0	0
		5	0	0	0
	6	0	$1,6 \times 10^3$	0	0
		3	0	0	0
		5	0	0	0
Oven	0	0	$2,3 \times 10^5$	$2,9 \times 10^3$	$1,3 \times 10^2$
		3	$3,2 \times 10^3$	0	0
		5	0	0	0
	2	0	$1,7 \times 10^4$	$1,6 \times 10^2$	0
		3	$4,6 \times 10^3$	0	0
		5	0	0	0
	4	0	$12,8 \times 10^3$	0	0
		3	0	0	0
		5	0	0	0
	6	0	0	0	0
		3	0	0	0
		5	0	0	0

Tampak bahwa kontaminasi awal bakteri sekitar 10^6 (kol/g), sedangkan koliform dan staphylococcus masing-masing sekitar 10^3 dan 10^2 (kol/g). Jumlah cemaran mikroba awal relatif tinggi pada jamur Ling Zhi kering diduga karena budidaya jamur Ling Zhi banyak menggunakan bahan-bahan organik yang baik untuk pertumbuhan mikroba, dan juga dimungkinkan akibat ada kontaminasi silang dengan bahan pangan lain selama penanganan pasca panen.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa iradiasi efektif menurunkan kandungan cemaran mikroba pada jamur Ling Zhi. Dosis iradiasi 3-5 kGy mampu menurunkan mikroba baik total bakteri maupun koliform dan staphylococcus 2-5 *log cycle*. Pada dosis 5 kGy tidak ditemukan lagi pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa iradiasi aneka sayur kering pada dosis 5 kGy mampu menurunkan kandungan mikroba 2-5 *log cycle* [22,23].

Selama penyimpanan jamur Ling Zhi kering, bakteri masih tumbuh pada kontrol dan yang diiradiasi 3 kGy tetapi tidak mampu berkembang biak, bahkan menurun secara nyata dan akhirnya

mati, sedangkan pada jamur yang diiradiasi 5 kGy tidak terjadi pertumbuhan sama sekali. Hal ini juga menunjukkan bahwa kemasan PP dengan kondisi vakum dan iradiasi 5 kGy mampu menekan proses oksidasi untuk metabolisme mikroba aerob sehingga mikroba aerob tidak mampu berkembang biak.

Adanya sel bakteri yang masih hidup akibat radiasi dengan dosis tertentu kemungkinan disebabkan perbedaan atau perubahan sifat kepekaan atau daya tahannya terhadap radiasi [24]. Daya tahan sel bakteri terhadap pengaruh radiasi pengion mempunyai sifat berbeda, disamping tergantung pada jenis bakteri dan faktor lingkungan selama radiasi, juga kondisi menjelang dan sesudah radiasi. Pada umumnya dalam keadaan kering sel bakteri lebih tahan terhadap radiasi bila dibandingkan dalam keadaan lembab.

Sebagai bahan pangan kering dengan kadar air dibawah 10% dan a_w dibawah 0,70 dengan kemasan vakum PP, diduga bakteri yang masih tumbuh pada jamur Ling Zhi kering adalah bakteri proteolitik anaerobik fakultatif, karena jamur Ling Zhi tergolong sebagai salah satu jamur pangan yang memiliki kadar protein tinggi. Ketersediaan air dan kondisi pH bahan pangan termasuk jamur Ling Zhi kering sebagaimana tersaji pada Tabel 1 mempengaruhi tingkat pertumbuhan mikroba. Menurut FARDIAZ [19] dan WALUYO [20], berbagai faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam bahan pangan, diantaranya adalah tersedianya air (a_w), suhu, pH, konsentrasi oksigen, kandungan zat nutrisi, adanya komponen-komponen penghambat, dan adanya saingan dengan mikroba lainnya.

Istilah aktivitas air (a_w) dapat dihubungkan dengan air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba. dimana a_w menggambarkan tersedianya air di dalam suatu bahan [21, 26-27]. Mikroba mempunyai a_w minimal yang berbeda-beda untuk pertumbuhan beda jenis mikroba [28]. Di bawah a_w minimal mikroba tidak dapat tumbuh dan berkembang biak, meskipun kemungkinan tidak mati.

Nilai pH media sangat mempengaruhi jenis jasad renik yang dapat tumbuh [19]. Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum, yaitu pH dimana pertumbuhan maksimum, sekitar pH 6,5-7,5. Pada pH dibawah 5,0 dan diatas 8,5, bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik, kecuali bakteri asam asetat dan bakteri oksidasi sulfur [26]. Berdasarkan faktor-faktor tersebut diatas, maka hasil pengujian kadar air, pH dan a_w jamur Ling Zhi kering sebelum dan setelah diiradiasi serta selama penyimpanan sebagaimana disajikan pada Tabel 1, dari segi pH memungkinkan pertumbuhan dan perkembangan mikroba tetapi pertumbuhan mikroba tidak optimal dilihat dari segi ketersediaan air (kadar air dan a_w).

Sifat organoleptik

Pengaruh iradiasi dan lama penyimpanan terhadap kualitas organoleptik jamur lingzhi kering disajikan pada Tabel 5. Pada tabel tersebut diatas terlihat bahwa kombinasi iradiasi (5 kGy) dan

penyimpanan sampai dengan 6 bulan tidak mempengaruhi kualitas organoleptik jamur lingzhi kering, baik yang dikeringkan dengan matahari maupun oven. Hal ini menunjukkan bahwa secara subyektif kualitas organoleptik jamur lingzhi kering yang diiradiasi pada dosis 5 kGy dengan menggunakan kemasan vakum PP mampu dipertahankan, baik dari segi rasa, warna, aroma maupun tekstur sampai penyimpanan 6 bulan.

Tabel 5. Kualitas organoleptik jamur tiram putih kering iradiasi selama penyimpanan

Cara pengeringan	Lama Penyimpanan (bulan)	Dosis (kGy)	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur
Matahari	0	0	4,9	4,6	4,7	4,9
		3	4,8	4,9	4,9	4,8
		5	4,9	4,7	4,6	4,7
	2	0	4,4	4,7	4,5	4,4
		3	4,7	4,8	4,7	4,6
		5	4,6	4,9	4,8	4,7
	4	0	2,2	1,9	3,1	2,8
		3	3,2	2,9	4,5	4,4
		5	4,4	4,8	4,7	4,6
	6	0	1,7	1,6	2,1	2,2
		3	2,6	3,1	3,4	3,5
		5	4,6	4,6	4,7	4,6
Oven	0	0	4,8	4,8	4,8	4,5
		3	4,7	4,8	4,7	4,7
		5	4,8	4,9	4,5	4,8
	2	0	4,5	4,6	4,6	4,5
		3	4,6	4,9	4,8	4,4
		5	4,7	4,7	4,7	4,6
	4	0	2,1	1,8	2,8	2,9
		3	3,3	2,7	4,2	4,4
		5	4,6	4,7	4,8	4,6
	6	0	1,6	1,7	2,2	2,2
		3	2,7	3,0	3,5	3,2
		5	4,8	4,7	4,8	4,6

Pada jamur lingzhi kering yang tidak diiradiasi kualitas organoleptiknya sudah menurun pada penyimpanan 2 bulan. Tampak bahwa jamur yang tidak diiradiasi pada penyimpanan 2 bulan sudah kurang disenangi panelis dari 10 panelis, terutama rasa, aroma dan warna. Menurut TRANGGONO dan SUTARDI [28] adanya perubahan akibat perubahan citarasa, warna dan tekstur yang menyebabkan bahan pangan kurang disukai konsumen disebut susut kualitas. Selama penyimpanan warna jamur lingzhi kering cenderung menjadi agak coklat kehitaman, terutama terjadi secara nyata pada jamur yang tidak diiradiasi setelah penyimpanan 2 bulan.

Menurut DESROSIER [26], suatu bahan pangan kering yang dapat diterima konsumen harus dapat bersaing dari segi harga dengan berbagai jenis bahan pangan awet yang lain, mempunyai rasa, bau dan kenampakan yang sebanding dengan produk-produk segar atau produk-produk yang diolah dengan cara lain, dapat direkonstitusi dengan mudah, masih mempunyai nilai gizi yang tinggi, dan harus mempunyai stabilitas penyimpanan yang baik. Sedangkan menurut WINARNO [21] perubahan yang terjadi pada bahan pangan, terutama penurunan kualitas organoleptik warna yang menjadi semakin kecoklatan disebabkan reaksi-reaksi Maillard, yaitu reaksi-reaksi antahidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Reaksi-reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat yang menjadi pertanda penurunan mutu. Perubahan warna sebagai salah satu indeks mutu bahan pangan sering digunakan sebagai parameter untuk menilai mutu fisik produk pertanian. Selain itu warna dapat mempengaruhi daya tarik konsumen terhadap suatu produk. Pengujian sifat organoleptik bahan pangan sangat dibutuhkan agar dapat diketahui secara langsung kualitas bahan pangan tersebut [41, 44]. Selain pengujian sifat fisiko-kimia dan mikrobiologi, pengujian sifat organoleptik merupakan pengujian secara subyektif yang dapat mengetahui kualitas bahan pangan secara cepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan sebagai berikut:

1. Jamur lingzhi (*Ganoderma lucidum*) yang dikeringkan baik yang dikeringkan dengan matahari maupun oven, memiliki kadar air di bawah 10%; dengan pH dan aktivitas air (a_w) masing-masing sekitar 6,6-6,7 dan 0,69-0,72. Sedangkan kandungan makronutrisi protein dan lemak awal jamur kering masing-masing sekitar 24-25 % dan 3,8-3,9%.
2. Iradiasi gamma dengan dosis 5 kGy dapat menekan pertumbuhan mikroba pada jamur Ling Zhi kering yang dikemas PP vakum sebesar 6 *log cycle*, dengan tidak mempengaruhi sifat fisiko-kimia seperti kadar air, pH, aktivitas air (a_w), kadar protein, kadar lemak dan sifat organoleptiknya sampai penyimpanan 6 bulan; sedangkan kontrol (0 kGy) hanya bertahan sampai dengan penyimpanan 2 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR)-BATAN yang telah memberikan kesempatan dan anggaran kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Harsojo atas

bantuan analisis mikroba. Selanjutnya penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Zubaidah Irawati atas arahnya selama melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. DIEHL, J.F., Safety of Irradiated Foods, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel (1990). 343 pp.
2. FDA, Food Irradiation: A Safe Measure (2000), <http://www.fda.gov/opacom/katalog/irradbro.html>. diakses tanggal 15 Februari 2009.
3. MATIN, M.A., "Global trends of acceptance and trade in irradiated foods", Consumers Acceptance and Market Development of Irradiated Food in Asia and the Pacific, Proc. of a Final Research Coordinator Meeting (Bangkok, 21-25 September 1998), IAEA-TECDOC-1219, IAEA, Vienna (2001) 11-16.
4. IFST, The Use of Irradiation for Food Quality and Safety, Institute of Food Science & Technology-Trust Fund, London (2006), <http://www.ifst.org>. diakses tanggal 16 Februari 2009.
5. DIEHL, J.F., Food irradiation: Past, present and future, J. Radiat. Phys. Chem. Vol. 63 No. 3-6 (2002) 7-11.
6. ICGFI, Food Irradiation: A Global Food Safety Tool, ICGFI, Vienna (2002). <http://www.iaea.org/icgfi>. diakses tanggal 16 Februari 2009
7. ICGFI, Thematic Plan for Irradiation As a Sanitary and Phytosanitary Treatment for Food in the New Millennium, IAEA, Vienna (2002). <http://iaea.org/icgfi/documents/thematicreportmeeting.pdf>. diakses tanggal 18 Februari 2009
8. DEPKES R.I., Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 152/MENKES/SK/II/1995 Tentang Perubahan Atas Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 826/MENKES/PER/XII/1987 Mengenai Makanan Iradiasi (1995). 6 hal.
9. Peraturan Menteri Kesehatan R.I. Nomor 701/MENKES/PER/VIII/2009 Tentang Pangan Iradiasi.
10. TAHARUDDIN, M., Peningkatan dan pengembangan aplikasi iradiasi bahan pangan di Indogamma 1992-2002, Risalah Pertemuan Ilmiah Litbang APISORA, P3TIR-BATAN, Jakarta (2003) 23-26.
11. CAMPBELL-PLATT, G., AND GRANDISON, A.S., Food irradiation and combination process, J. Radiat. Phys. Chem. Vol. 35 No.1-3 (1990) 253-257.
12. ANONIM, Jamur Sang Primadona, F & B Buletin Industri Pangan Indonesia, Edisi 11 (2006) 28-32.
13. SURIAWIRIA, U., Sukses Beragrobisnis Jamur Kayu, Penebar Swadaya, Jakarta (1999) 189 hal.
14. APRIYANTONO, A., FARDIAZ, D., PUSPITASARI, N.L., BUDIYANTO, S., *Petunjuk Analisis Pangan*, PAU Pangan dan Gizi-IPB, Bogor (1989). 228 hal.
15. DSN, Cara Uji Makanan dan Minuman: SNI 01-2891-1992, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta (1992). 32 hal.

16. FARDIAZ, S., Analisis Mikrobiologi Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, Bogor (1989). 183 hal.
17. SOEKARTO, S.T., Penilaian Organoleptik, Bhaktara Karya Aksara, Jakarta (1982). 119 hal.
18. STEEL, R.G.D., and TORRIE, J.H., Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach, 2nd Ed., McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. (1980). 633 hal.
19. FARDIAZ, S., Mikrobiologi Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi-IPB, Bogor (1989). 268 hal.
20. WALUYO, L., Mikrobiologi Umum, UMM-Press, Malang (2004). 349 hal.
21. WINARNO, F.G., Kimia Pangan dan Gizi, PT. Gramedia, Jakarta (1986). 253 hal.
22. BUN-YOUNG, L., Irradiation as method for decontaminating Food, J. of Food Safety, Volume 3, (2004) 32-35.
23. IRAWATI, Z., dan SITOANG, B.M.L., "Kualitas ayuran kering iradiasi selama penyimpanan", Pangan Fungsional Indigenous Indonesia: Potensi, regulasi, keamanan, efikasi dan peluang pasar, Pros. Seminar Nasional (Bandung, 2004), Puslitbang Sosek Pertanian, Balitbang-Deptan, Bogor (2004) 61-70.
24. SOPIAN, A., THAHIR, R., DAN MUCHTADI, T.R., Pengaruh pengeringan dengan far infrared dryer, oven vakum dan freeze dryer terhadap warna, kadartotal karoten, beta-karoten, dan vitamin c pada daun bayam (*Amaranthus Tricolor L.*), Jurnal Tekn. & Industri Pangan XVI 2 (2005) 133-141.
25. GROSS, J., Pigmentin Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids, Van Nostrand Reinhold, New York (1991). 465 pp.
26. DESROSIER, N.W., Teknologi Pengawetan Pangan, Penerjemah Mulyohardjo, UI-Press, Jakarta (1988). 614 hal.
27. BUCKLE, K.A., EDWARD, R.H., FLEET, G.H., dan WOOTON, M., Ilmu Pangan, Penerjemah Purnomo, H., dan Adiono, UI-Press, Jakarta (1987). 614 hal.
28. TRANGGONO dan SUTARDI, Biokimia dan Teknologi Pasca Panen, PAU-Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta (1989). 280 hal.
<http://www.fda.gov/opacom/katalog/irradbro.html>. diakses tanggal 15 Pebruari 2009.

DISKUSI

NANA MULYANA

Manakah yang lebih hasilnya, antara dosis 3 kGy dan 5 kGy terhadap kualitas jamur Ling Zhi selama penyimpanan

IDRUS KADIR

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dosis 5 kGy mampu mempertahankan kualitas jamur Ling Zhi secara lebih optimal sampai penyimpanan 3 bulan