

**PERTEMUAN ILMIAH JABATAN  
FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR,  
PENGAWAS RADIASI DAN  
TEKNISI LITKAYASA XIV**

Jakarta, 9 Maret 2005



**Peningkatan Ketrampilan dan Keahlian SDM  
dalam Menunjang Aplikasi Isotop dan Radiasi  
yang Berwawasan Lingkungan**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKL Jakarta 12070  
Telp. 021-7690709 Fax. 021-7691607; 7503270

## KATA PENGANTAR

Sebagaimana Pertemuan Ilmiah ke XIV yang diselenggarakan selama 1 hari pada tanggal 9 Maret 2005 oleh Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) pada tahun ini bertujuan untuk tukar menukar informasi dan pengalaman sesuai dengan disiplin keilmuan masing-masing. Selain itu, pertemuan kali ini dimaksudkan juga untuk meningkatkan kemampuan para pejabat fungsional Pranata Nuklir, Litkayasa dan Pengawas Radiasi dalam pemecahan yang terjadi di dalam maupun diluar BATAN. Dengan demikian, ilmu dan teknologi yang dikembangkan dalam bidang ini dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait dan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan kali ini dihadiri oleh 158 orang peserta yang terdiri dari para pejabat fungsional Peneliti, pejabat fungsional Pranata Nuklir, dan Pengawas radiasi serta teknisi Litkayasa juga para peneliti terkait dan para Kepala Kelompok masing-masing di lingkungan P3TIR – BATAN dengan maksud agar dalam sesi diskusi lebih terarah dan memberi banyak masukan bagi para peserta sebagai patner kerjasama dalam membantu penelitian para peneliti di bidangnya. Jumlah makalah yang disajikan adalah sebanyak 44 buah makalah.

Penerbitan risalah pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan perkembangan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan dimasa mendatang serta mendapatkan sumber daya manusia yang handal di era globalisasi.

Penyunting

Penyunting : Komisi Pembina Tenaga Fungsional Non Peneliti

1. Drs. Simon Petrus Guru Singa (Ketua)
2. Dr. Ir. Soeranto Human (Anggota)
3. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci (Anggota)
4. Drs. Totti Tjiptosumirat, M.Rur.Sc. (Anggota)
5. Drs. Endrawanto, M.App.Sc (Anggota)
6. Drs. Erizal (Anggota)
7. Drs. Harwikarya, MT. (Anggota)
8. Dra. Fransisca A.E. Tethool (Anggota)
9. Drs. Syamsul Abbas Ras, M.Eng (Anggota)

---

PERTEMUAN JABATAN FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR, TEKNISI LITKAYASA DAN PENGAWAS RADIASI XIV 2005 JAKARTA. Risalah pertemuan ilmiah jabatan Fungsional P. Nuklir , P. Radiasi dan T. Litkayasa XIV, Jakarta 9 Maret 2005/Penyunting Simon PGS ..... (dkk) – Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Puslitbang teknologi Isotop dan Radiasi, 2005.  
1 Jil. 30 cm.

No. ISBN 979-3558-05-9

---

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan radiasi  
Jln. Cinere Pasar Jumat  
Kotak Pos 7002 JKSKL  
Jakarta 12070  
Telp. 021-7690709  
Fax. 021-7691607  
Email : p3tir@batan.go.id



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
Laporan Ketua Panitia Pelaksana .....	vii
Sambutan Deputi Bidang Penelitian Dasar dan Terapan .....	ix
Tantangan Pembinaan Pejabat Fungsional Pranuk : Peningkatan ketrampilan dan keahlian SDM <b>Dr. Asmedi Suropto</b> .....	1
Peningkatan keterampilan dan keahlian SDM dalam menunjang aplikasi isotop dan radiasi yang berwawasan lingkungan <b>Drs. Soekarno Suyudi</b> .....	10
Uji adaptasi beberapa galur mutan kacang tanah terhadap pupuk npk dan bio-lestari dosis anjuran <b>Parno dan Kumala Dewi</b> .....	13
Meningkatkan produktivitas lahan sawah menggunakan nitrogen berasal dari pupuk kimia dan pupuk hijau <b>Nana Sumarna</b> .....	25
Analisis kandungan tanin dalam hijauan pakan ternak dengan metode total fenol <b>Ibrahim Gobel</b> .....	34
Penggunaan $^{32}\text{P}$ untuk menentukan pengaruh P dari dua sumber berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung <b>Halimah</b> .....	40
Pengaruh infeksi <i>fasciola gigantica</i> terhadap gambaran darah sapi PO (peranakan ongole) <b>Yusneti dan Dinardi</b> .....	52
Adaptasi dan toleransi beberapa genotipe kedelai mutan di lahan optimal dan lahan sub optimal <b>Harry Is Mulyana</b> .....	59
Pembuatan kurva standar isolat khamir R1 dan R2 <b>Dinardi dan Yusneti</b> .....	68
Pengujian daya hasil dan ketahanan terhadap hama dan penyakit galur mutan padi sawah obs 1677/Psj dan obs-1678/Psj <b>Sutisna</b> .....	74
Kurva pertumbuhan isolat khamir R1 dan R2 sebagai bahan probiotik ternak ruminansia. <b>Nuniek Lelananingtyas</b> .....	84
Perbedaan persentase n-berasal dari urea bertanda $^{15}\text{N}(\%^{15}\text{N-U})$ pada kedelai berbintil wilis dan kedelai tidak berbintil CV <b>Amrin Djawanas dan Ellya Refina</b> .....	88

Pengaruh hormon testosteron alami terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila gift ( <i>Oreochromis niloticus</i> ). <b>Sri Utami</b> .....	100
Penggunaan pangkasan <i>Flemingia congesta</i> sebagai pupuk hijau bagi padi lahan kering <b>Ellya Refina dan Amrin Djawanas</b> .....	108
Perbedaan pertumbuhan berbagai bagian tanaman dan tanaman antara kedelai berbintil varietas Wilis dengan kedelai tidak berbintil varietas CV <b>Karaliyani</b> .....	117
Pengaruh iradiasi gamma <sup>60</sup> Co terhadap pertumbuhan eksplan batang pada kultur <i>in-vitro</i> tanaman krisan ( <i>chrysanthemum morifolium</i> ) <b>Yulidar</b> .....	126
Penggantian tali pengendali sumber kobalt-60 iradiator panorama serbaguna (IRPASENA) <b>Armanu, Rosmina DLT., R. Edy Mulyana, Bonang Sigit T., dan M. Natsir</b> .....	133
Pembuatan petunjuk pengoperasian prototip renograf add-on card menggunakan perangkat lunak RENO2002 <b>Joko Sumanto</b> .....	142
Penentuan faktor keluaran berkas foton pesawat pemercepat linier medik elekta <b>Nurman R</b> .....	155
Teknik isotop dan hidrokimia untuk menentukan intrusi dan pola dinamika aliran air tanah di Kabupaten Pasuruan <b>Djiono Wandowo, dan Alip</b> .....	164
Rancangan prototip brakiterapi dosis rendah semi otomatis dengan isotop Ir- 192 <b>Tri Harjanto Djoko Trianto, Suntoro, Tri Mulyono Atmojo, dan Syamsurizal R.</b> .....	176
Respon dosimeter larutan fricke dengan pelarut tridest, limbah air kondensasi, air bebas mineral dan millipure water serta penerapannya dalam layanan iradiasi gamma <b>Tjahyono, Rosmina DLT, Darmono, Prayitno Suroso , Armanu dan M. Natsir</b> .....	186
Perbandingan penentuan dosis serap berkas elektron energi nominal 9 MeV menggunakan protokol TRS No.277 dan TRS No. 398 <b>Sri Inang Sumaryati</b> .....	194
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang <b>Maradu sibarani dan Tony Siahaan</b> .....	202
Studi <i>casting nose picce abgasitutzen</i> menggunakan X-Ray <b>Djoli Sumbogo dan R. Hardjawidjaja</b> .....	215

Renovasi motor listrik pada instalasi <i>fume hood</i> <b>Wagiyanto</b> .....	221
Studi filtrasi air melalui " <i>cut off wall</i> " menggunakan isotop I-131 pada bendungan Jatiluhur Pemurnian karbofuran dan karbaryl secara kristalisasi <b>Darman dan Hariyono</b> .....	228
Identifikasi lokasi bocoran bendungan sengguruh dengan teknik perunut radioisotop AU-198 <b>Alip, Djiono, dan Neneng Laksminingpuri R</b> .....	237
Aplikasi gas larut dan tidak larut dalam panas bumi <b>N. Laksminingpuri Ritonga, Djiono dan Alip</b> .....	246
Studi kadar air jenuh dan higroskopis berbagai tipe tekstur tanah menggunakan neutron <b>Simon Petrus Guru Singa</b> .....	253
Analisis kemurnian radiokimia pada kit radiofarmaka mibi dan sediaan <sup>153</sup> Sm-EDTMP <b>Yayan Tahyan, Enny Lestari, Dadang Hafidz, dan Sri Setiyowati</b> .....	266
Pemurnian karbofuran dan karbaril dengan metoda kristalisasi <b>Elida Djali</b> .....	274
Penentuan partikel debu udara di PPTN Pasar Jumat <b>Suripto dan Zulhema</b> .....	282
Dosis minimum sinar gamma yang dapat diukur dosimeter poli(tetrafluoro etilen (TEFLON) dengan alat elektron spin resonan (ESR). <b>A. Sudradjat dan Dewi S.P</b> .....	291
Perbandingan metode pengabuan dan destruksi basah pada penentuan Pb, Cd, Cr, Zn dan Ni dalam tanaman air ( <i>Pistia stratiotes L</i> ) <b>Desmawita Gani</b> .....	300
Pengaruh penambahan antioksidan untuk pembentukan ikatan silang pada polietilen densitas rendah dengan teknik berkas elektron <b>Dewi Sekar Pangerteni</b> .....	307
Pengawasan NORM pada pelaksanaan program pemeliharaan Bejana Conoco Phillip Inc.Ltd di DPPA, Lapangan Belida , Lau' Natuna <b>Aang Suparman</b> .....	316
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang <b>Dian Iramani</b> .....	324
Pengukuran pajanan radiasi gamma dan radioaktivitas lingkungan di pabrik pembuatan papan gypsum <b>Wahyudi</b> .....	332
Penentuan jumlah mikroba dan morfologi sel bakteri hasil isolasi dari tulang alograf <b>Nani Suryani dan Febrida Anas</b> .....	342

<b>Pemantauan tingkat radioaktivitas air di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode Januari – Desember 2003</b> <b>Prihatiningsih dan Aang Suparman</b> .....	347
<b>Penentuan dosis sterilisasi pada amnion chorion</b> <b>Febrida Anas dan Nani Suryani</b> .....	355
<b>Eliminasi mikroba serbuk chlorella dengan radiasi sinar gamma</b> <b>Lely Hardiningsih</b> .....	364
<b>Pemantauan tingkat radioaktivitas tanah dan rumput di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode tahun 2004</b> <b>Achdiyat dan Aang Suparman</b> .....	371
<b>Daftar Peserta</b> .....	379



## ELIMINASI MIKROBA SERBUK *CHLORELLA* DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA

Lely Hardiningsih

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi - Batan

### ABSTRAK

**ELIMINASI MIKROBA SERBUK *CHLORELLA* DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA.** Telah dilakukan iradiasi sinar gamma terhadap serbuk *chlorella*, yang bertujuan untuk mengeliminasi kandungan mikroba dalam serbuk tersebut. Dosis iradiasi yang digunakan adalah 0; 5; 7,5; 10 dan 15 kGy. Setelah iradiasi, dilakukan perhitungan angka kuman dengan metoda tuang, meliputi total angka kuman dan total kapang dan khamir. Hasil perhitungan setelah iradiasi sinar gamma dengan dosis 0; 5; 7,5; 10 dan 15 kGy adalah sebagai berikut: total angka kuman  $2,0 \times 10^6$ ;  $5,3 \times 10^4$ ;  $3,5 \times 10^3$ ;  $4,9 \times 10^2$  dan  $< 10$  koloni/gram. Sedangkan total kapang dan khamir masing-masing adalah  $2,0 \times 10^6$ ;  $2,4 \times 10^3$ ;  $5,3 \times 10^1$ ;  $< 10$  dan 0 (negatif) koloni/gram. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa iradiasi sinar gamma dengan dosis 15 kGy dapat mengeliminasi jumlah bakteri sebanyak 5 desimal (dari  $2,0 \times 10^6$  menjadi  $< 10$  koloni/gram) dan dapat menghilangkan total kapang dan khamir yang mencemari serbuk *chlorella*.

### ABSTRACT

**ELIMINATION OF MICROORGANISM OF *CHLORELLA* POWDER BY GAMMA IRRADIATION.** Irradiation by gamma ray has been done to eliminate total microbes of *chlorella* powder. Doses used in this experiment were 0; 5; 7.5; 10 and 15 kGy. After irradiation, total microbes and total mold and yeast were observed by pour plate method. The microorganism counting post irradiation doses of 0; 5; 7.5; 10 and 15 kGy resulted:  $2.0 \times 10^6$ ;  $5.3 \times 10^4$ ;  $3.5 \times 10^3$ ;  $4.9 \times 10^2$  and  $< 10$  colony/gram respectively for total microbes and  $2.0 \times 10^6$ ;  $2.4 \times 10^3$ ;  $5.3 \times 10^1$ ;  $< 10$  and 0 (negatif) colony/gram, respectively for total mold and yeast. Gamma irradiation dose of 15 kGy could eliminate 5 decimal of microbes and kill all of mold and yeast in the *chlorella* powder.

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan produk *chlorella* baik sebagai sumber nutrisi maupun gizi telah dipelopori masyarakat Jepang dan China. Sejak 20 tahun yang lalu, alga/ganggang *chlorella* telah banyak dipasarkan dalam bentuk tepung, pil, kapsul dan cairan. Tepung *chlorella* yang dicampur dengan bahan-bahan lain dapat diolah menjadi sup, kue-kue dan kosmetika (1).

Ganggang *chlorella* memiliki beberapa keistimewaan diantaranya: kandungan klorofil (hijau daun) yang unik dan berbeda dengan klorofil pada jasad lainnya; dinding sel yang tersusun dari selulosa, lignin dan hemiselulosa; kandungan vitamin, terutama vitamin A (beta karoten); memiliki kadar protein tertinggi dibanding makhluk hidup lainnya ( $> 53\%$ ) dan memiliki *Chlorella Growth Factor (CGF)* yang bersifat khusus dan hanya ada pada *chlorella* (1).

Dinding sel *chlorella* tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin, adalah sumber serat yang sangat dibutuhkan manusia, diantaranya untuk pencegahan kanker usus. Sumber serat pada dinding sel *chlorella* secara kualitas dan kuantitas jauh lebih tinggi dibandingkan tanaman biasa (1).

*Chlorella* memiliki kandungan protein (55,6%); lemak (13,3%); karbohidrat (15%); sisa serat (4,7%); klorofil (4,2%); mineral seperti kalsium, fosfor dan besi; karoten; asam

askorbat; thiamin; riboflavin; niasin; asam panthotenat; asam folat; biotin; vitamin E, B-6 dan B-12. Selain itu, *chlorella* memiliki kandungan asam amino yang sangat lengkap melebihi asam amino dalam telur atau bahan-bahan lainnya (1).

Sel *chlorella* yang hanya mengandung 5% CGF dapat membantu menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh pemakainya. Senyawa asam amino, peptida, protein, vitamin, asam nukleat, glukoprotein dan sebagainya, *chlorella* dapat menghambat tumor (*sarcoma 180*) sampai 52,9%.

Sel *chlorella* mengandung antibiotika klorelin, dapat menghambat atau mematikan bakteri atau jamur. Bakteri gram positif ataupun negatif seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* juga *Shigella shigae* penyebab sakit perut dapat dihanbat dengan konsentrasi klorelin 0,01-0,02 g/liter (1).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas suatu produk adalah jumlah kontaminasi awal mikroba yang mencemari produk tersebut. Ada beberapa proses yang digunakan untuk mengontrol jumlah mikroba yang bertujuan untuk mengurangi ataupun menghilangkan kandungan mikroba dalam suatu produk, proses tersebut adalah proses fisika dan kimia (2).

Proses fisika dibedakan atas dua cara yaitu dengan dan tanpa pemanasan.

Dengan pemanasan yaitu panas kering dan panas basah. Panas kering (oven), cara ini sesuai untuk produk yang dibuat dari bahan yang tahan panas seperti alat gelas, logam atau beberapa sediaan farmasi seperti sediaan minyak. Panas basah (panas dengan uap tekan), digunakan untuk produk yang tahan panas seperti kapas dan kassa yang dikemas sedemikian rupa sehingga uap dapat masuk ke dalam bahan.

Tanpa pemanasan yaitu dengan sinar ultra violet, radiasi pengion, penyaringan dan proses aseptik. Sinar ultra violet, penyinaran dengan ultra violet dilakukan dengan menyinari bahan atau sediaan farmasi dengan lampu sinar lembayung dengan panjang gelombang, waktu, kekuatan, dan jarak tertentu. Radiasi pengion dilakukan dengan menggunakan isotop radioaktif yang menghasilkan sinar gamma atau akselerasi dari elektron. Penyaringan, dilakukan dengan melewati cairan melalui saringan dengan ukuran tertentu sehingga mikroba akan tertahan pada saringan. Biasanya dilakukan untuk bahan-bahan dalam bentuk cair atau larutan yang mengandung air atau alkohol. Proses aseptis, pengerjaan aseptis dilakukan di dalam ruangan dan kondisi pengerjaan yang bebas mikroba dari bahan-bahan yang juga telah bebas mikroba.

Proses kimia, proses ini menggunakan bahan kimia tertentu misalnya gas formaldehid atau etilen oksida, kerugiannya adalah meninggalkan residu. Pemilihan proses sangat bergantung pada sifat fisika dan kimia bahan, terutama kestabilan bahan tersebut.

Percobaan ini bertujuan untuk mengeliminasi mikroba yang ada dalam serbuk *chlorella* dengan radiasi sinar gamma, dalam upaya memenuhi persyaratan jumlah angka kuman yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan yaitu  $10^5$  per gram sampel untuk penggunaan oral (4) dan untuk memperpanjang daya simpan sampel, adanya kontaminasi awal mikroba yang terlalu banyak akan mempercepat kerusakan suatu bahan sehingga tidak mungkin disimpan dalam waktu yang relatif lama. Kelebihan sinar gamma dibandingkan dengan proses lainnya antara lain tidak meninggalkan residu dan tidak menimbulkan panas, sehingga tidak merusak bahan yang tidak tahan panas. Beberapa faktor yang mempengaruhi daya tahan mikroba terhadap radiasi sinar gamma diantaranya suhu; kadar air; oksigen serta beberapa zat kimia

yang terdapat di lingkungan mikroba, lingkungan dapat berpengaruh menaikkan atau menurunkan daya tahan mikroba (3).

Energi radiasi yang diserap oleh sel mikroba dapat menyebabkan terjadinya ionisasi komponen-komponen sel, seperti ionisasi molekul-molekul tertentu dalam sitoplasma. Ionisasi akan menghasilkan zat-zat racun yang menyebabkan kematian, perubahan genetik atau menghambat pertumbuhan sel. Energi radiasi dari sinar x, sinar gamma dan sinar ultra violet dapat diserap oleh sel mikroba, tetapi dalam pengawetan bahan pangan hanya radiasi sinar gamma yang biasa digunakan. Dosis radiasi untuk berbagai spesies mikroba berlainan. Pada Tabel 1. dapat dilihat perbedaan pengaruh radiasi terhadap berbagai organisme (5).

Tabel 1. Perkiraan dosis letal iradiasi untuk berbagai organisme.

Jenis organisme	Dosis ( krad )
Hewan tingkat tinggi dan manusia	0,5 - 1
Serangga	1 - 100
Sel vegetatif bakteri dan khamir	50 - 1000
Spora bakteri	1000 - 5000
Virus	1000 - 20 000

*The International Commission on Microbiological Specification for Food* dalam Sardjono et.al. 1988 (5).

Kandungan air dalam suatu bahan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan. Air sangat penting untuk pertumbuhan dan kehidupan semua mikroba, karena air merupakan bagian terbesar dari sel mikroba yaitu 70-80%. Mikroba memerlukan tersedianya cukup air untuk tumbuh dan melangsungkan proses metabolisme dalam tubuhnya, dengan mengurangi kadar air dalam suatu produk akan memperpanjang daya simpan produk karena akan mengurangi kerusakan produk yang disebabkan oleh berkembang biaknya mikroba dalam produk tersebut. Untuk mencegah pertumbuhan kapang dapat dilakukan penurunan kadar air, misalnya dengan pengeringan. Kadar air maksimal untuk penyimpanan jangka pendek adalah 13,3-15,7% dan penyimpanan jangka panjang 11,4-14,6% (5) tergantung dari jenis yang akan dikeringkan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah: serbuk *chlorella*, media *Tryptic Soy Agar* (TSA), *Saboroud Dextrose Agar* (SDA) dan air pepton 1%.

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan analitik, otoklaf, inkubator, oven dan peralatan gelas.

### Metode

Serbuk *chlorella* ditimbang sebanyak masing-masing 10 gram, dikemas dalam kantong plastik polietilen (PE), kemudian diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 0; 5; 7,5; 10 dan 15 kGy. Hasil iradiasi dilanjutkan dengan perhitungan angka kuman menggunakan metode tuang (6). Untuk bakteri digunakan media *Tryptic Soy Agar* (TSA), diinkubasi sampai

3 hari pada suhu 35 °C. Kapang dan khamir digunakan media *Saboroud Dextrose Agar* (SDA) dan diinkubasi sampai 7 hari dalam inkubator suhu 25 °C. Pengamatan dilakukan secara visual dengan cara menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada permukaan media.

Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri. Sampel sebanyak 10 gram dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105 °C sampai diperoleh berat konstan. Kadar air dihitung dengan membandingkan berkurangnya berat sampel terhadap berat awal (dalam persen).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan eliminasi mikroorganisme dalam serbuk *chlorella* dengan iradiasi sinar gamma menunjukkan bahwa iradiasi pada dosis 5 kGy dapat menurunkan jumlah bakteri sebanyak 2 desimal dan pada kenaikan dosis 2,5 kGy berikutnya hanya dapat menurunkan 1 desimal. Iradiasi *chlorella* pada dosis 5 kGy dapat menurunkan jumlah kapang dan khamir sebanyak 3 desimal dan pada dosis 15 kGy sudah tidak terlihat adanya pertumbuhan (Tabel 1). Besarnya dosis yang digunakan untuk mengiradiasi suatu bahan mempunyai efek yang berbeda terhadap penurunan jumlah mikroba. Hal ini disebabkan karena pengaruh iradiasi terhadap bakteri bergantung pada lingkungan saat meradiasi. Ada lingkungan yang meningkatkan dan ada pula lingkungan yang mengurangi daya tahan mikroba terhadap radiasi. Sehingga dengan dosis yang sama belum tentu memberikan efek penurunan jumlah mikroba yang sama. Karena itu untuk jumlah kontaminasi yang sama, tidak dapat digunakan dosis radiasi yang sama bila bahan yang di iradiasi berbeda. Pada dosis 15 kGy bakteri masih ada, sedangkan kapang dan khamir tidak menunjukkan adanya pertumbuhan. Hal ini disebabkan dosis iradiasi untuk berbagai spesies mikroba berbeda (Tabel 1). Secara umum dapat dikatakan bahwa daya tahan mikroba terhadap iradiasi berbanding terbalik dengan besarnya sel. Sehingga dosis iradiasi yang diperlukan untuk mengeliminasi kapang dan khamir akan lebih kecil dibandingkan dengan dosis iradiasi yang diperlukan untuk bakteri.

Pada umumnya, dalam suatu produk mengandung lebih dari satu jenis mikroba yang mempunyai daya tahan berbeda terhadap radiasi. Hal ini dapat dilihat dari hasil percobaan pada Tabel 2. Perlakuan iradiasi pada dosis 5 kGy dapat menurunkan jumlah bakteri sebesar 2 desimal (dari  $10^6$  menjadi  $10^4$ ), tetapi pada kenaikan dosis 5 kGy berikutnya yaitu 10 kGy menjadi 15 kGy hanya terjadi penurunan angka kuman sebesar satu desimal. Hal ini disebabkan karena jenis bakteri yang tertinggal setelah iradiasi sebesar 10 kGy adalah jenis bakteri yang lebih tahan terhadap iradiasi. Demikian juga bila dilihat dari daya tahan mikroba terhadap iradiasi yang dinyatakan dengan nilai  $D_{10}$ , masing-masing jenis bakteri mempunyai nilai  $D_{10}$  yang berbeda, terlihat dari hasil percobaan pada Tabel 2. Hasil  $D_{10}$  dari angka kuman awal adalah sebesar 2,5 kGy (5 kGy dapat membunuh 2 desimal), sedangkan pada kenaikan dosis radiasi 5 kGy berikutnya  $D_{10}$  dari bakteri adalah 5 kGy (5 kGy hanya dapat menurunkan 1 desimal). Hal ini juga menunjukkan bahwa jenis bakteri dalam produk tersebut lebih dari satu macam yang mempunyai daya tahan/ $D_{10}$  yang berbeda terhadap iradiasi.

Pada percobaan eliminasi mikroba dengan dosis iradiasi 5 kGy, total mikroba yang masih ada dalam sampel adalah  $5,3 \times 10^4$ . Total mikroba ini telah memenuhi persyaratan jumlah angka kuman yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan yaitu  $10^5$  untuk penggunaan bahan obat secara oral, sehingga dosis iradiasi 5 kGy sudah cukup untuk menurunkan

mikroba dalam serbuk *chlorella*.

Tabel 2. Total mikroba dalam serbuk *chlorella* sebelum dan sesudah di iradiasi dengan sinar gamma pada dosis 0; 5; 7,5; 10 dan 15 kGy.

Dosis (kGy)	Total mikroba per-gram sampel	
	Bakteri	Kapang/ khamir
0	$2 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
5	$5,3 \times 10^4$	$5,3 \times 10^3$
7,5	$3,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10$
10	$4,9 \times 10^2$	< 10
15	< 10	0

Kadar air sangat berpengaruh dalam berkembangbiaknya mikroba. Pada percobaan penentuan kadar air diperoleh hasil kadar air dalam serbuk *chlorella* sebesar 9,6-10,2%. Diharapkan dengan kadar air tersebut, kerusakan yang disebabkan oleh perkembangbiakan mikroba dapat dikurangi sehingga dapat memperpanjang masa penyimpanan.

Tabel 3. Kadar air (%) dalam serbuk *chlorella*

No	Kadar air (%)
	9,80
1	10,20
2	9,65
3	

## KESIMPULAN

Iradiasi serbuk *chlorella* menggunakan sinar gamma pada dosis 5; 7,5; 10 dan 15 kGy berturut-turut dapat menurunkan jumlah bakteri dari  $10^6$  menjadi  $10^4$ ;  $10^3$ ;  $10^2$  dan <10, sedangkan untuk jumlah kapang dan khamir dari  $10^6$  menjadi  $10^3$ ; 10; < 10 dan 0 koloni/gram.

Iradiasi serbuk *chlorella* pada dosis 5 kGy telah memenuhi persyaratan jumlah total angka kuman yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. SURIAWIRIA, UNUS, Chlorella, Koran KOMPAS, 19 Oktober 2002
2. SYUIB, F, Pemakaian Sinar Gamma dalam Industri Farmasi, Diskusi Panel Penggunaan Radiasi Untuk Sterilisasi Alat Kedokteran, Jakarta, 1980, Hal. 39
3. H, NAZLY, Penetapan Dosis Sterilisasi dan Pasteurisasi Radiasi, Diskusi Panel Penggunaan Radiasi Untuk Sterilisasi Alat Kedokteran, Jakarta, 1980, Hal. 44
4. ANONIM Lampiran V: Peraturan Menteri Kesehatan RI. Nomor 376/Menkes/Per/ VIII/ 1990. Tanggal 2 Agustus 1990.
5. NURWANTORO dan DJARIJAH, ABBAS SIREGAR, Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati, Penerbit Kanisius, Yogyakarta (1997) Hal. 51, 52, 76
6. ANONIM, Farmakope Indonesia, Ed. IV, Ditjen POM, Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1995) Hal. 852.

## DISKUSI

NANI SURYANI

Dari tabel hasil dan pembahasan terlihat bahwa pada dosis yang sama, bakteri lebih tahan dibandingkan dengan kapang/khamir. Mengapa demikian ?

LELY HARDININGSIH

Secara umum besarnya dosis radiasi yang diperlukan berbanding terbalik dengan besarnya sel. Ukuran sel kapang/khamir lebih besar dari pada sel bakteri sehingga dosis yang diperlukan untuk mematikan kapang lebih kecil dari pada dosis yang diperlukan untuk mematikan bakteri.

DEWI SEKAR PANGERTENI

1. Mengapa tidak dilakukan analisa mikroba patogen, sedangkan chlorella adalah konsumsi manusia ?
2. Berapa lama chlorella dapat bertahan tidak dicemai bakteri lagi ?

LELY HARDININGSIH

1. Analisa mikroba pathogen sedang dilakukan.
2. Kadar air serbuk chlorella adalah 9,65 - 10,2% sedangkan kadar air minimal yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba daiah sekitar 14% sehingga setelah di iradiasi diharapkan jumlah mikroba tidak bertambah dan chlorella dapat disimpan dalam waktu yang relatif lama karena kerusakan yang disebabkan oleh mikroba dapat dicegah.

