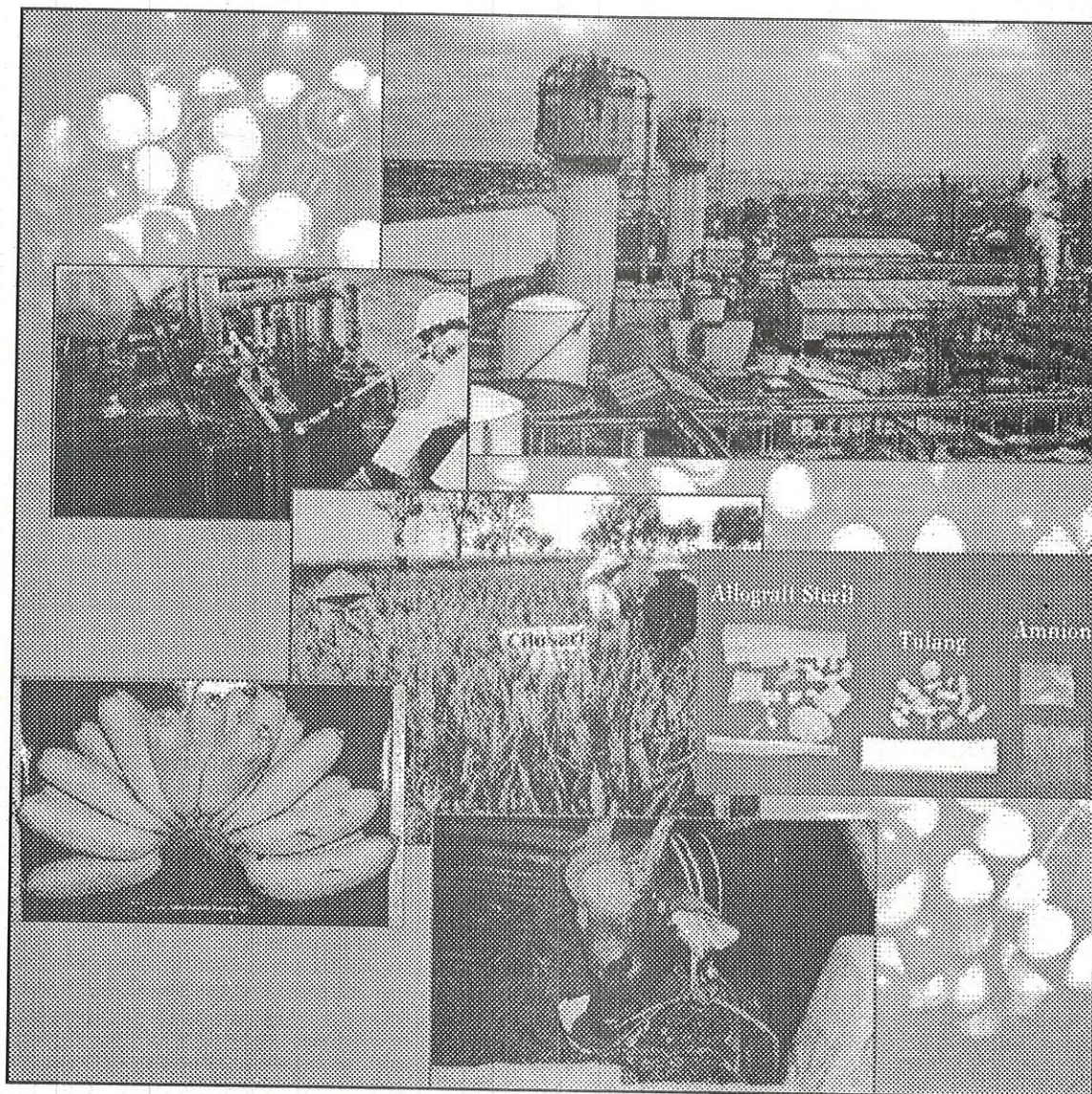


RISALAH PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



**Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA, 2002**

ISBN 979-85708-5-9

APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN RISALAH PERTEMUAN ILMIAH



Pertanian dan Peternakan
Industri, Lingkungan, Kesehatan

JAKARTA, 2002
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL



**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
2001**

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



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

RISALAH PERTUNTUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

2001

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

Penyunting :

1. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU
2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU
3. Dr. F. Suhadi, APU
4. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS, APU
5. Dr. Singgih Sutrisno, APU
6. Marga Utama, B.Sc, APU
7. Ir. Wandowo
8. Dr. Made Sumatra, MS, APU
9. Dr. Mugiono, APU
10. Drs. Edih Suwadji, APU
11. Dr. Sofjan Yatim
12. Dr. Ishak, M.Sc. M.ID, APU
13. Dr. Nelly D. Leswara
14. Dr. Ir. Komaruddin Idris

P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
Universitas Indonesia
Institut Pertanian Bogor

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI
ISOTOP DAN RADIASI (2002 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian
dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001 /
Penyunting, Nazly Hilmy ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat
Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2002.
1 jil.; 30 cm

Isi jil. I. Industri, Lingkungan, Kesehatan, Pertanian dan Peternakan

ISBN 979-95709-8-0

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Nazly Hilmy

541.388

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070

Telp. : 021-7690709

Fax. : 021-7691607; 7513270

E-mail : p3tir@batan.go.id; sroji@batan.go.id

Home page : <http://www.batan.go.id/p3tir>

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	ix
 MAKALAH UNDANGAN	
Strategi Pengembangan Sumber Daya Manusia untuk Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah PROF. Dr. ERIYATNO (Deputi SDM - BPSD KUKM)	1
Role of Isotopes and Radiation for Industrial Development and Advance Materials Dr. TADAO SEGUCHI (TRCRE, JAERI)	5
Strategi Pengembangan Industri Nasional Memasuki Abad Ke-21 Dirjen Industrial Kimia, Agro dan Hutan Industri	9
 MAKALAH PESERTA	
Penyelidikan tingkat kebocoran bendungan Jatiluhur dengan pendekatan isotop alam dan hidro-kimia PASTON SIDAURUK, INDROJONO, DJIONO, EVA RISTA RISTIN, SATRIO, dan ALIP	25
Penyelidikan daerah imbuhan air tanah Bekasi dengan teknik hidroisotop SYAFALNI, M. SRI SAENI, SATRIO, dan DJIJONO	33
Indikasi erosi di daerah perkebunan teh - gunung mas - Puncak - Jawa Barat menggunakan isotop alam ^{137}Cs NITA SUHARTINI, BAROKAH ALIYANTA, dan ALI ARMAN LUBIS	43
Penentuan konsentrasi ^{226}Ra dalam air minum dan perkiraan dosis interna dari beberapa lokasi di Jawa dan Sumatera SUTARMAN, MARZAINI NAREH, TUTIK INDIYATI, dan MASRUR	49
Daerah resapan air tanah cekungan Jakarta WANDOWO, ZAINAL ABIDIN, ALIP, dan DJIJONO	57
Radioaktivitas lingkungan pantai Makassar : Pemantauan unsur torium dan plutonium dalam sedimen permukaan A. NOOR, N. KASIM, Y.T. HANDAYANI, MAMING, MERLIYANI, dan O. KABI	65
Metode perunut untuk menganalisis sifat aliran air dalam jaringan pipa SUGIHARTO, PUGUH MARTYASA, INDROJONO, HARIJONO, dan KUSHARTONO	69
Penentuan nilai $\delta^{34}\text{S}$ dalam pupuk dan aplikasinya untuk menentukan sumber sulfur pada air tanah kampung Loji Krawang E. RISTIN PUJI INDIYATI, ZAINAL ABIDIN, JUNE MELLAWATI, PASTON SIDAURUK, dan NENENG L.R.,	75
Pembuatan komposit campuran serbuk kayu - poliester - serat sabut kelapa untuk papan partikel SUGIARTO DANU, DARSONO, PADMONO, dan ANGESTI BETTY	81
Kombinasi pelapisan permukaan kayu lapis Meranti (<i>Shorea spp</i>) dengan metode konvensional dan radiasi Ultra Violet DARSONO, dan SUGIARTO DANU	89

Studi kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam film karet alam (Pengaruh dosis iradiasi dan kadar monomer) SUDRAJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, dan MADE SUMARTI K.	95
Pengaruh pencucian dan pemanasan terhadap sifat fisik mekanik barang celup dari lateks alam iradiasi MADE SUMARTI K., MARGA UTAMA, dan DEVI LISTINA	103
Studi distribusi waktu tinggal pada proses pencampuran kontinyu dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, dan IGA WIDAGDA	109
Studi radiasi latar belakang sinar Gamma di laboratorium Sedimentologi, P3TIR, BATAN dengan spektrometri Gamma ALI ARMAN LUBIS, BAROKAH ALIYANTA, dan DARMAN	117
Penentuan Uranium dan Thorium sedimen laut dengan metode aktif dan pasif ALI ARMAN LUBIS, dan JUNE MELLAWATI	125
Deteksi virus hepatitis B (VHB) dalam serum darah dengan teknik PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>) LINA, M.R., DADANG S., dan SUHADI, F.,	131
Pendahuluan pembuatan Kit Ria mikroalbuminuria untuk pemeriksaan albuminuria SUKIYATI D.J., SITI DARWATI, GINA M., DJOHarly, TRININGSIH, dan SULAIMAN	137
Ekstraksi Uranium dari limbah cair artifisial dengan teknik membran cair aliran kontinyu RUSDIANASARI, dan BUCHARI	143
Meningkatkan akurasi probabilitas pancaran sinar Gamma energi 165.9 keV untuk ^{139}Ba dengan peralatan koinsiden $4\pi\beta\text{-}\gamma$ NADA MARNADA, dan GATOT WURDIYANTO	149
Efek demineralisasi dan iradiasi gamma terhadap kandungan Kalsium dan kekerasan tulang <i>Bovine</i> liofilisasi B. ABBAS, F. ANAS, S. SADJIRUN, P. ZAKARIA, dan N. HILMY	155
<i>Rejection study of cancelous allograft in emergency orthopaedic operation</i> MENKHER MANJAS, and NAZLY HILMY	161
<i>Experience of using amniotic membrane after circumcision</i> MENKHER MANJAS, ISMAL, and DODY EFMANSYAH	165
<i>Using amniotic membrane as wound covering after cesarean section operation</i> MENKHER M., and HELFIAL HELMI	169
Efek <i>Glutathione</i> terhadap daya tahan khamir <i>Schizosaccharomyces pombe</i> yang diiradiasi dalam N_2 , N_2O , dan O_2 NIKHAM	173
Radiolisis pati larut sebagai senyawa model polisakarida. I. Efek pelarut dan laju dosis iradiasi YANTI S. SOEBIANTO, SITI MEILANI S., dan DIAH WIDOWATI	181
Pengaruh iradiasi gamma terhadap derajat kekuningan (<i>Yellowness Index</i>) dan sifat mekanik plastik pengemas makanan RINDI P. TANHINDARTO, dan DIAN I.	191
Metode analisis unsur dengan spektrometri <i>total reflection x-ray fluorescence</i> YULIZON MENRY, ALI ARMAN LUBIS, dan PETER WOBRAUSCHEK	205

Pembentukan galur tanaman kacang tanah yang toleran terhadap Aluminium melalui kultur <i>in vitro</i> ALI HUSNI, I. MARISKA, M. KOSMIATIN, ISMIATUN, dan S. HUTAMI	215
Pembentukan kalus dan <i>spot</i> hijau dari kultur Antera galur mutan cabai keriting (<i>Capsicum annuum</i> L.) secara <i>in vitro</i> AZRI KUSUMA DEWI, dan ITA DWIMAHYANI	221
Peningkatan toleransi terhadap Alumunium dan pH rendah pada tanaman kedelai melalui kultur <i>in vitro</i> IKA MARISKA, SRI HUTAMI, dan MIA KOSMIATIN	225
Efek radiasi sinar gamma dosis rendah pada pertumbuhan kultur jaringan tanaman ciplukan (<i>Pysalis angulata</i> L.) ROSMIARTY A. WAHID	235
Pengujian galur mutan Sorghum generasi M4 terhadap kekeringan di Gunung Kidul SOERANTO, H., CARKUM, SIHONO, dan PARNO	241
Evaluasi penampilan fenotip dan stabilitas beberapa galur mutan kacang hijau di beberapa lokasi percobaan RIYANTI SUMANGGONO, dan SOERANTO HUMAN	247
Penggunaan pupuk hayati fosfat alam untuk meningkatkan produksi tanaman jagung di lahan kering HAVID RASJID, J. WEMAY, E.L. SISWORO, dan W.H. SISWORO	255
Pertumbuhan dan produksi kacang hijau pada kondisi ketersediaan air terbatas THOMAS	261
Peningkatan keragaman sifat agronomi tanaman melati <i>Jasminum sambac</i> (L.) W. Ait dengan teknik mutasi buatan LILIK HARSANTI, dan MUGIONO	273
Pengaruh sumber eksplan dan <i>Thidiazuron</i> dalam media terhadap regenerasi eksplan mutan nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.) ISMIYATI SUTARTO, MASRIZAL, dan YULIASTI	281
Kombinasi bahan organik dan pupuk N inorganik untuk meningkatkan hasil dan serapan N padi gogo IDAWATI, dan HARYANTO	287
Kuantifikasi transformasi internal ^{15}N untuk memprediksi daya suplai Nitrogen pada lahan paska deforestasi I.P. HANDAYANI, P. PRAWITO, dan E.L. SISWORO	295
Pengaruh fosfat alam dan pupuk kandang terhadap efisiensi pemupukan P pada oxisol Sumatera Barat JOKO PURNOMO, KOMARUDDIN IDRIS, SUWARNO, dan ELSJE L. SISWORO	305
Studi kandungan unsur mikro pada UMMB sebagai suplemen pakan ternak ruminansia FIRSONI, YULIZON MENRY, dan BINTARA HER SASANGKA	313
Penggunaan suplemen pakan dan pemanfaatan teknik <i>radioimmunoassay</i> (RIA) untuk meningkatkan efisiensi Inseminasi Buatan (IB) TOTTI TJIPTOSUMIRAT, DADANG SUPANDI, dan FIRSONI	319
Pembuatan antibodi pada kelinci yang diimunisasi dengan <i>Brucella abortus</i> SUHARNI SADI	325

Pengaruh dosis inokulasi <i>Trypanosoma evansi</i> terhadap gambaran darah hewan inang mencit M. ARIFIN	333
Penentuan dosis iradiasi pada <i>Fasciola gigantica</i> (cacing hati) yang memberi perlindungan pada kambing B.J. TUASIKAL, M. ARIFIN, dan TARMIZI	337
Pengalihan jenis kelamin ikan nila gift (<i>Oreochromis niloticus</i>) dengan pemberian hormon testosteron alami ADRIA P.M. HASIBUAN, dan JENNY M. UMAR	345
Pengamatan klinis dan serologis pada domba pasca vaksinasi L-3 iradiasi cacing <i>Haemonchus contortus</i> dalam uji skala lapangan SUKARJI PARTODIHARDJO, dan ENUH RAHARJO	349
Pengaruh iradiasi terhadap cemaran bakteri pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i>) HARSOJO, DIDI ROHADI, LYDIA ANDINI S., dan ROSALINA S.H.	355
Kondisi optimal untuk penentuan radioaktivitas serangga hama bertanda P-32 dengan menggunakan pencacah sintilasi cair YARIANTO S., BUDI SUSILO, dan S. SUTRISNO	361
Kemandulan terinduksi radiasi pada hama kapas <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) dan kemandulan yang diturunkan pada generasi F1 SUHARYONO, dan S. SUTRISNO	367
Pengembangan parasitasi <i>Biosteres</i> sp pada larva <i>Bactrocera carambolae</i> (DREW & HANCOCK) sebagai komplementer teknik serangga mandul DARMAWI SIKUMBANG, INDAH A. NASUTION, M. INDARWATMI, dan ACHMAD N. KUSWADI	373
Pengaruh iradiasi gamma terhadap Thiamin & Riboflavin pada ikan tuna (<i>T. thynnus</i>) dan salem (<i>Onchorhynchus gorboscha</i>) segar RINDY P. TANHINDARTO, FOX, J.B., LAKRITZ, L., dan THAYER, D.W.	379
Budidaya ikan Nila gift yang diberi pakan pelet kelapa sawit YENNI M.U., dan ADRIA P.M.	385
Sintesis hidrogel kopoli (2-hidroksi etil metakrilat/N-vinil pirrolidon) dengan iradiasi gamma dan imobilisasi ametrin ERIZAL	389

EFEK GLUTATHIONE TERHADAP DAYA TAHAN KHAMIR *Schizosaccharomyces pombe* YANG DIIRADIASI DALAM N₂, N₂O DAN O₂

Nikham*

* Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

ABSTRAK

EFEK GLUTATHIONE TERHADAP DAYA TAHAN KHAMIR *Schizosaccharomyces pombe* YANG DIIRADIASI DALAM N₂, N₂O DAN O₂. Telah dilakukan penelitian efek radiasi sinar gamma Co⁶⁰ dan glutathione terhadap 3 galur khamir yaitu *S. pombe* MN55, MN72 dan L972h⁻ yang diiradiasi dengan dialiri N₂, N₂O dan O₂. Tujuan dari penelitian adalah ingin mengetahui efek sinergis perlakuan kombinasi radiasi N₂, N₂O, O₂ dan glutathione terhadap 3 galur khamir. Sampel yang dialiri N₂, N₂O dan kontrolnya diiradiasi pada sinar gamma pada dosis 0 – 2,85 kGy dan yang dialiri O₂ diiradiasi pada dosis 0 – 2,06 kGy, dengan laju dosis 5 kGy/jam. Setelah diiradiasi sampel dibiakkan pada media *Yeast Peptone Glucose Agar* (YPGA) dan diinkubasi pada suhu 30 ± 2 °C selama 3 hari. Koloni yang tumbuh dihitung, datanya dipakai untuk membuat kurva dan menentukan nilai D₁₀. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai D₁₀ sampel diiradiasi dengan dialiri N₂ lebih tinggi daripada nilai D₁₀ sampel yang dialiri N₂O dan O₂.

ABSTRACT

EFFECTS OF GLUTATHIONE ON THE YEAST RESISTENCE OF *Schizosaccharomyces pombe* WHICH WAS IRRADIATED IN N₂, N₂O AND O₂. The investigation of the effect of glutathione to radiosensitivity of 3 yeast strains i.e. *S. pombe* MN55, MN72 and L972h⁻ in the N₂, N₂O, O₂ condition have been observed. The objective of the research is to study the synergism effect of combination treatment of radiation, N₂, N₂O, O₂ and glutathione to radiosensitivity of the 3 strains of yeast. The suspension of the sample in O₂ were irradiated at doses 0 to 2.06 kGy, in N₂, N₂O, and the control at doses 0 to 2.85 kGy. After irradiated, the samples were cultured on the YPGA (*Yeast Peptone Glucose Agar*) medium and incubated at 30 ± 2 °C for 3 days. After 3 days incubation the surviving colonies were calculated to make curve and to determine the D₁₀ value. The results show that the D₁₀ values of the sample which was irradiated in N₂ are higher than that of D₁₀ value of the sample, which was irradiated in N₂O and O₂.

PENDAHULUAN

Glutathione, γ -Glutamyl-Cysteinyl-Glycine (GSH) atau C₁₀H₁₇N₃O₆S yaitu oligo peptida (tripeptida) nonprotein utama yang banyak terdapat dalam bakteri Gram-negatif (1) dan organisme tingkat tinggi termasuk manusia (2,3,4). GSH ditemukan dalam sel pada kepekatan hingga 10 mM, sebagian besar dalam bentuk tereduksi. GSH juga berperan dalam aktivitas mutagen tertentu misalnya *nitrosoguanidine*, *nitrosamide*, *nitrosocarbamate*, *neocarsinostatin* dan beberapa senyawa dihalogen (5). GSH seluler dilaporkan dapat meningkatkan efek oksigen terhadap kerusakan radiasi dalam *Escherichia coli* (6). GSH nampaknya merupakan komponen utama dalam interaksi antara produk radiasi dan sel. Suatu sel yang tidak mampu mensintesa GSH tidak dapat diproteksi terhadap efek kematian dari radiasi pengion. Selain itu laporan lain menyatakan bahwa GSH dalam *E. coli* tidak mempengaruhi daya tahannya terhadap radiasi gamma (7). Pustaka lain menyatakan bahwa GSH dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif seperti disebabkan oleh hidrogen peroksida (H₂O₂) dan radiasi pengion, mempertahankan status protein sulfhidril, kompleksasi senyawa reaktif xenobiotic atau endogenous, membantu dalam detoksifikasi dan atau ekskresinya serta sebagai transporter asam-asam amino

γ glutamyl (8,9). Oleh karena itu efek GSH pada kerusakan sel akibat radiasi belum jelas.

Khamir *S. pombe* adalah salah satu tipe sel eukariotik yang paling sederhana. Sel ini mempunyai *gen housekeeping* minimal jumlahnya 700 dan ukuran *genome* paling kecil 14 Mb dan diasumsikan sebagai model sel manusia. Beberapa gen manusia umumnya diekspresikan dalam sel *S. pombe*. Sel ini relatif mudah dipelajari fungsi gennya dengan mengacu rekombinan homolog dan dengan mengintroduksi homolog manusia (10). Menurut beberapa pustaka ada tiga galur khamir yang menarik yaitu *S. pombe* MN55 yang tidak dapat menghasilkan GSH dan senyawa SH lain seperti sistein dan metionin, *S. pombe* MN72 yang hanya dapat menghasilkan GSH dan *S. pombe* L972h⁻ dapat menghasilkan keduanya baik GSH maupun senyawa SH misal sistein dan metionin (11).

Biakan khamir yang diiradiasi dalam kondisi basah, akan mengalami efek radiasi langsung dan tidak langsung. Efek radiasi tidak langsung pada sampel dalam kondisi basah yang dialiri N₂, akan menghasilkan produk radiolisis berupa radikal e_{aq}⁻ dan OH, yang dialiri N₂O menghasilkan radikal OH dan yang dialiri O₂, menghasilkan radikal OH dan H serta molekul H₂O₂. Dengan adanya O₂ dan N₂O selama iradiasi, radikal bebas e_{aq}⁻ dapat bereaksi O₂ dan juga N₂O sehingga menghasilkan radikal O₂⁻ (12,13). Spesies

kimia ini dapat bereaksi dengan DNA baik langsung maupun setelah terjadi transformasi logam dengan cara katalisasi ke dalam sel, akibatnya dapat menghasilkan modifikasi DNA. Ada sekitar 100 jenis modifikasi DNA telah diidentifikasi setelah dipaparkan pada radiasi pengion. Modifikasi ini meliputi kerusakan *strand* tunggal dan *strand* ganda, modifikasi basa dan keterikatan silang. Sedangkan efek langsung dari radiasi pada sampel akan menyebabkan eksitasi dan ionisasi pada DNA sehingga terjadi kerusakan seperti alkilasi, hidrasi, kerusakan pada rantai tunggal atau ganda, perubahan bentuk, terjadi ikatan silang *inter-strain*, ikatan silang protein-DNA dan kerusakan karena pirimidin dimmer (14,15). Akibat timbulnya modifikasi dan kerusakan-kerusakan pada DNA tersebut dapat menyebabkan kematian sel (13,16).

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui nilai D_{10} dan efek *glutathione* terhadap daya tahan khamir *S. pombe* galur MN55, MN72 dan L972h⁻ diiradiasi pada sinar gamma dimana selama radiasi dengan dialiri dengan gas N₂, N₂O dan O₂. Dari data D_{10} yang diperoleh, diharapkan dapat dipakai sebagai acuan dalam menentukan dosis sterilisasi untuk mensterilkan alat-alat kedokteran, sediaan farmasi, obat-obatan dan dosis pasteurisasi untuk mengawetkan bahan pangan dan hasil olahannya.

BAHAN DAN CARA KERJA

Mikroorganisme. Galur khamir yang dipakai dalam penelitian ini adalah *S. pombe* MN55, MN72 dan L972h⁻ berasal dari *Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment*, JAERI Jepang. Untuk pembiakan sel khamir ini digunakan media *Yeast Peptone Dextrose Broth* (YPDB) dan untuk pembiakan sel setelah diiradiasi dipakai media *Yeast Peptone Glucose Agar* (YPGA), pemakaian kedua jenis media tersebut berdasarkan rekomendasi dari KUME (17), yaitu media yang biasa dipakai dalam penelitiannya dan masing-masing bahan media adalah buatan Merck. Sebagai cairan untuk membuat suspensi sel khamir digunakan bufer fosfat.

Penyiapan biakan. Galur-galur *S. pombe* MN55, MN72 dan L972h⁻ dibiakkan dalam tabung reaksi yang berisi media YPDB dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 40 jam. Selanjutnya sel dipanen dengan cara dicuci dengan larutan bufer dan sambil dipusingkan dengan alat "*HITACHI CENTRIFUGE*" pada kecepatan 3.000 rpm selama 30 menit. Setelah bersih suspensi diatur kepadatannya sekitar 10⁸ sel per ml.

Iradiasi biakan. Suspensi masing-masing galur ditambah dengan 4,2 mM GSH dan kemudian dikocok untuk mendapatkan sampel yang homogen. Suspensi dibagi dalam empat tabung, siap untuk diiradiasi dengan sinar gamma. Satu sebagai kontrol, yang lainnya untuk dialiri N₂, N₂O dan O₂. Suspensi yang dialiri N₂, N₂O dan kontrolnya (tanpa dialiri N₂, N₂O dan O₂ atau udara biasa) diiradiasi pada dosis 0; 0,3; 0,6; 1,16; 1,72;

2,28; dan 2,85 kGy dan laju dosis 3 kGy/jam. Penentuan dosis tersebut berdasarkan pada hasil pengukuran dosimeter, dimana sampel diletakan pada ketinggian 15 cm dari lantai dan jarak 92 cm dari sumber sinar gamma untuk sampel yang diiradiasi dengan O₂ dan laju dosis 1,5 kGy/jam. Sedangkan yang dialiri O₂ diiradiasi pada dosis 0; 0,22; 0,43; 0,84; 1,25; 1,65 dan 2,06 kGy serta laju dosis 1,5 kGy/jam. Dosis ini diperoleh seperti tersebut di atas, tetapi pada jarak 53 cm dari sumber sinar gamma untuk sampel yang diiradiasi dengan N₂O, N₂ dan laju dosis 3 kGy/jam

Pengamatan. Khamir yang telah diiradiasi, dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi akuades dengan *tween* 80 steril, lalu diencerkan. Pada pengenceran tertentu suspensi sampel sekitar 0,2 ml dibiakkan pada media YPGA. Kemudian diinkubasi pada suhu 30 °C selama 3 hari. Koloni yang tumbuh dihitung. Data yang diperoleh (Tabel 1) ditransformasikan dalam kurva dan dipakai untuk menentukan nilai D_{10} nya dengan bantuan program *basic* dalam komputer. Nilai D_{10} ialah dosis yang dapat menurunkan populasi suatu mikroba sebesar 90 %, jadi yang masih hidup sekitar 10 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek iradiasi dengan dan tanpa penambahan GSH terhadap galur *S. pombe* MN55. Efek penambahan GSH terhadap sensitivitas galur *S. pombe* MN55 yang diiradiasi dengan sinar gamma dan dialiri gas N₂, N₂O, O₂ dan udara biasa (kontrolnya) dapat dilihat pada Gambar 1. Kurva berbentuk bahu dan terlihat bahwa efek iradiasi sinar gamma pada khamir yang dialiri O₂ jauh lebih nyata dibandingkan dengan yang dialiri N₂, N₂O dan udara biasa (kontrol). Peranan O₂ dalam hal ini dapat mempercepat kerusakan DNA. Hal ini disebabkan jika O₂ yang ada selama radiasi berikatan dengan elektron e⁻ hasil radiolysis air (H₂O) menjadi ion O₂⁻. Ion ini akan menutup *strand* ADN yang rusak akibat radiasi, kondisi demikian kemungkinan kecil sekali atau bahkan tidak bisa diperbaiki oleh enzim ligasa ADN suatu enzim yang berfungsi memperbaiki *strand* ADN yang rusak. Di samping itu radiasi dalam kondisi basah, dimana air yang diiradiasi akan mengalami radiolisis sehingga menghasilkan radikal hidrogen dan hidroksil yang sangat reaktif [18]. Jadi keadaan ini akan mempercepat kerusakan DNA khamir karena radikal-radikal tersebut juga berperan sebagai *inhibitor* perbaikan diri DNA yang rusak. Data hasil penelitian dapat dilihat bahwa efek iradiasi dosis 2,06 kGy pada khamir yang dialiri O₂ dapat menurunkan daya tahannya sekitar 3 desimal sedangkan yang dialiri N₂O dan kontrolnya pada dosis 2,85 kGy, lebih dari 1 desimal serta yang dialiri N₂ kurang dari 1 desimal. Penurunan ini tidak berbeda nyata dengan khamir yang ditambah GSH.

Jika dihitung nilai D_{10} nya (Tabel 2) dapat diperoleh bahwa khamir yang ditambah GSH lalu diiradiasi dengan dialiri O₂ adalah 0,6 kGy dan tanpa GSH 0,7 kGy. Sedangkan khamir yang ditambah GSH

lalu dialiri N_2O adalah 1,4 kGy dan tanpa GSH 1,6 kGy. Khamir yang ditambah GSH lalu dialiri N_2 adalah 2,9 kGy dan tanpa GSH 3,0 kGy serta kontrolnya 2,3 kGy. Penurunan daya tahan galur khamir baik ditambah maupun tanpa GSH yang diiradiasi dengan dialiri O_2 adalah 5 kali lipat, dibandingkan dengan yang dialiri N_2 dan 3 kali lipat kontrolnya.

Efek iradiasi dengan dan tanpa penambahan GSH terhadap galur *S. pombe* MN72. Efek penambahan GSH terhadap sensitivitas strain *S. pombe* MN72 yang diiradiasi dengan sinar gamma dan dialiri gas N_2 , N_2O , O_2 dan kontrolnya dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam gambar ini dapat dilihat efek iradiasi pada dosis 2,06 kGy terhadap khamir baik tanpa maupun ditambah GSH yang dialiri O_2 dapat menurunkan daya tahannya lebih dari 3 desimal dan pada dosis 2,86 yang dialiri N_2O dapat menurunkan daya tahan sekitar 3 desimal. Sedangkan yang dialiri N_2 dan kontrolnya lebih dari 1 desimal. Jika dihitung nilai D_{10} (Tabel 2) khamir ditambah GSH yang diiradiasi dengan dialiri O_2 adalah 0,6 kGy dan yang tanpa GSH 0,7 kGy. Sedangkan nilai D_{10} khamir ditambah GSH yang diiradiasi dengan dialiri N_2O adalah 0,8 kGy dan tanpa GSH 1,1 kGy, serta khamir ditambah GSH yang diiradiasi dengan dialiri N_2 adalah 2,2 kGy dan tanpa GSH 2,3 kGy, dan kontrolnya adalah 1,7 kGy. Penurunan daya tahan galur khamir baik ditambah maupun tanpa GSH yang diiradiasi dengan dialiri O_2 adalah 4 kali lipat, dibandingkan dengan yang dialiri N_2 dan 3 kali lipat kontrolnya.

Efek iradiasi dengan dan tanpa penambahan GSH terhadap galur *S. pombe* L972h. Efek penambahan GSH terhadap sensitivitas strain *S. pombe* L972h yang diiradiasi dengan sinar gamma dan dialiri gas N_2 , N_2O , O_2 dan kontrolnya dapat dilihat pada Gambar 3. Demikian pula dapat dilihat bahwa efek iradiasi pada dosis 2,06 kGy terhadap khamir ditambah GSH baik yang dialiri O_2 maupun N_2O pada dosis 2,86 kGy dapat menurunkan daya tahan khamir lebih dari 3 desimal dan tanpa GSH juga lebih dari 3 desimal. Pada dosis 2,86 kGy terhadap khamir ditambah GSH yang dialiri N_2 dan kontrolnya lebih dari 1,5 desimal. Jika dihitung nilai D_{10} nya (Tabel 2) diperoleh hasil bahwa khamir ditambah GSH yang diiradiasi dengan dialiri O_2 adalah 0,4 kGy dan tanpa GSH 0,5 kGy. Sedangkan khamir ditambah GSH yang diiradiasi dengan dialiri N_2O adalah 0,7 kGy dan tanpa GSH 0,8 kGy, serta khamir ditambah GSH yang dialiri N_2 adalah 1,6 kGy dan tanpa GSH 1,7 kGy dan kontrolnya 1,5 kGy. Dari data nilai D_{10} khamir baik ditambah maupun tanpa GSH selama diiradiasi dialiri N_2 lebih tinggi daripada khamir yang selama diiradiasi dialiri N_2O , O_2 dan kontrolnya. Hal ini terjadi karena N_2 merupakan gas inert yang tidak menimbulkan efek terhadap daya tahan galur khamir yang diiradiasi. Nitrogen dengan oksigen membentuk senyawa endotermik (N_2O) tidak stabil dalam jumlah besar. N_2O dipakai dalam radiasi kimia sebagai suatu penangkap (*scavenger*) yang sangat baik untuk elektron terhidrasi. NO adalah materi awal dalam pembentukan asam nitrit. NO adalah radikal bebas,

paramagnetik dan sangat reaktif serta membentuk senyawa-senyawa tambahan dengan sejumlah besar garam dan senyawa-senyawa organik (19). Secara radiolisis N_2O mengalami disosiasi elektron.



Nitrogen oksida (NO) dipakai sebagai *scavenger* radikal umum dan amonia (NH_3) sebagai *scavenger* ion positif (20).

Penurunan daya tahan galur baik ditambah maupun tanpa GSH yang diiradiasi dengan dialiri O_2 adalah 3 kali lipat, dibandingkan dengan yang dialiri N_2 ataupun kontrolnya. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa iradiasi dalam kondisi O_2 , ternyata lebih efektif untuk menurunkan daya tahan galur khamir tersebut. Di samping itu nilai D_{10} khamir baik yang ditambah maupun tanpa GSH tidak menunjukkan perbedaan nyata, hal ini dapat disimpulkan bahwa sinergis efek *glutathione* terhadap daya tahan khamir yang diiradiasi dengan dialiri N_2 , N_2O dan O_2 tidak nyata.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jika dilihat dari nilai D_{10} sampel baik ditambah maupun tanpa GSH yang diiradiasi dengan dialiri N_2 lebih tinggi daripada nilai D_{10} sampel yang diiradiasi dengan dialiri N_2O dan O_2 . Atau dengan kata lain iradiasi dalam kondisi O_2 lebih efektif untuk menurunkan daya tahan galur khamir tersebut.
2. Dari data hasil penelitian ini ternyata tidak ada perbedaan nyata antara nilai D_{10} khamir baik yang ditambah maupun tanpa GSH, sehingga dapat disimpulkan bahwa efek GSH terhadap daya tahan khamir yang diiradiasi dengan dialiri N_2 , N_2O dan O_2 tidak nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dirjen Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI), Jepang yang telah membiayai dan memberi kesempatan melaksanakan penelitian ini hingga selesai.
2. Bapak Dirjen Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta yang telah mengizinkan dan memberi kesempatan melakukan penelitian di Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment (TRCRE) - JAERI Jepang.
3. Dr. Tamikaze Kume selaku mitra kerja dan semua peneliti di laboratorium TRCRE, yang telah banyak memberikan bimbingan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

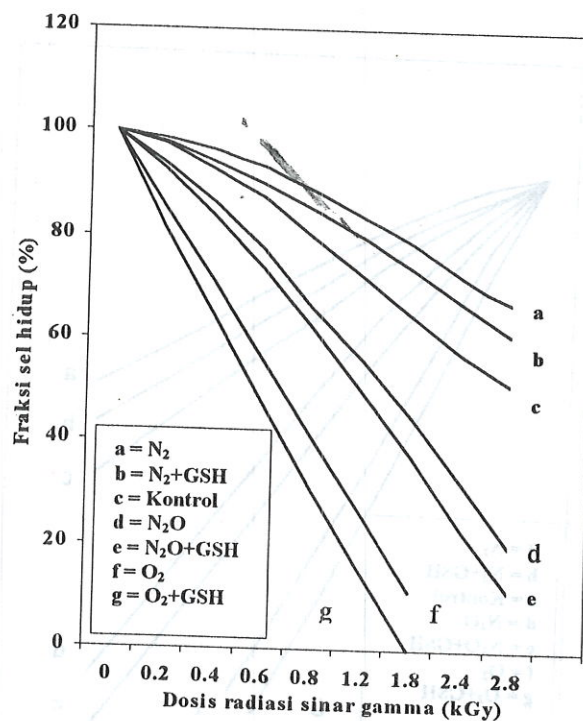
1. KOSOWER, M. S. and KOSOWER, E. M., The glutathione status of cells. *International Review Cytology* 54 (1978) 109 – 160.
2. FAHEY, R. C., BROWN, W. C., ADAMS, W. B. and WORSHAM, M.B., Occurrence of glutathione in bacteria. *Journal Bacteriology* 133 (1978) 1126 – 1129.
3. FAHEY, R. C. and NEWTON, G. L., Occurrence of low molecular weight thiols in biological systems, In LARSSON, A., RRENIUS, S., HOLMGREN, A. and MANNERVIK, B. (Eds.) "Functions of glutathione: Biochemical, Physiological and Clinical Aspects". Raven Press, New York (1983) 251 – 260.
4. SPINKS, J. W. and WOODS, R. J. An Introduction to Radiation Chemistry, 2nd Ed.. John & Sons, New York (1976).
5. OWENS, R.A. and HARTMAN, P.T. Glutathione ; a protective agent in *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* as measured by mutagenicity and by growth delay assay. *Enviroment Mutagenesis* 8 (1986) 569 – 575.
6. MORSE, M.L. and DAHL, R.H. Cellular glutathione is a key to the oxygen effect in radiation damage. *Nature* 271 (1978) 660 – 665.
7. GREENBERG, J.T. and DEMPLE, B. Glutathione in *Escherichia coli* is dispensable for resistance to H_2O_2 and gamma radiation. *Journal Bacteriology* 168 (1986) 1026 – 1032.
8. SCHUBERT, J. and STEGEMEN, H. "Sterilization of micro organisms and enzymes by radiation-induce selective inorganic radical anion", Combination Processes in Food Radiation (Proc. Symp. Colombo, 1980). IAEA, Vienna (1981) 35 – 42.
9. ARIAS, I.M. and JAKOBY, W.B., Eds. Glutathione Metabolism and Function. Raven Press, New York. (1976).
10. MEISTER, A. and ANDERSON, M.E. Glutathione. *Annual Review Biochemistry* 52 (1983) 711 – 760.
11. KNOX, W.E. The enzymes, BOYER, P.D., LARDY, H. and MAYRBACK, K. Eds. Vol. II. Academic Press, New York (1960).
12. JAMES, H.O. and DAVID, F.S. Principles of Radiation Chemistry. Edward Arnold (Publishers) Ltd, London (1979).
13. OZAWA, T., TATSUMI, K. and HORI, T. "Repair of ionising radiation induced base damage: role of DNA glycosylases", in Bio defence Mechanisms Against Environmental Stress, NIRS, Japan (1998) 107 - 123.
14. GRICE, J.P. DNA breakage and rejoining in irradiated spore of *Clostridium botulinum* strains 62A and 23A. University Microfilm International, Ann Arbor, Michigan, USA (1983).
15. TALLENTIRE, A. Microbial responses to radiation, Department of Pharmacy. University of Manchester, Oxford Road, Manchester, UK (1990).
16. SIES, H. and WENDEL, A., Eds. Function of Glutathione in Liver and Kidney. Springer Verlag, New York (1978).
17. KUME, T., Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment (TRCRE)-JAERI. Komunikasi pribadi (1988).
18. NORMAN, W.D. and HENRY, M.R. Radiation Technology in Food, Agriculture and Biology. Connecticut. The Avi Publishing Company, Inc., (1980) 202.
19. HAISSINKY, M. and ADLOFF, J.P. Radiochemical Survey of the Elements, Principal Characteristics and Applications of the Element and Their Isotopes. Elsevier Publishing Company, New York (1965) 97 – 99.
20. O'DONNELL, J.H. and SANGSTER, D.F., Principles of Radiation Chemistry. Edward Arnold (Publishers) Ltd, London (1969) 73 – 74.

Tabel 1. Jumlah koloni hidup (%) galur *S. pombe* MN55 yang diiradiasi dengan dialiri N_2 , N_2O dan O_2

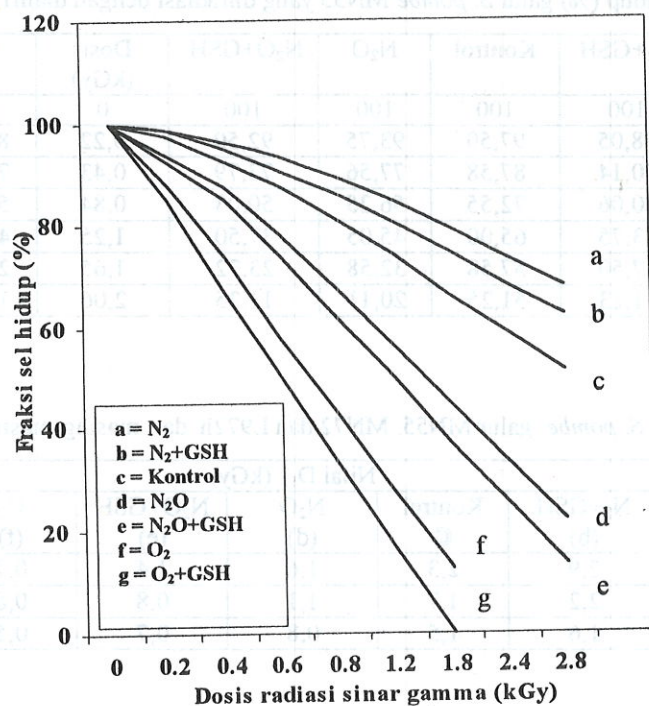
Dosis (kGy)	N_2	N_2 +GSH	Kontrol	N_2O	N_2O +GSH	Dosis (kGy)	O_2	O_2 +GSH
0	100	100	100	100	100	0	100	100
0,3	98,75	98,05	97,50	93,75	92,50	0,22	85,00	81,28
0,6	93,28	90,14	87,58	77,56	73,79	0,43	71,35	65,05
1,16	83,95	80,06	72,55	56,25	50,03	0,84	56,17	47,51
1,72	78,87	73,75	65,00	45,05	37,50	1,25	41,49	31,15
2,28	72,55	67,50	57,58	32,58	23,72	1,65	26,05	15,12
2,85	67,42	61,23	51,25	20,11	11,25	2,06	11,17	0,00

Tabel 2. Nilai D_{10} khamir *S. pombe* galur MN55, MN72 dan L972h⁻ dari masing-masing perlakuan

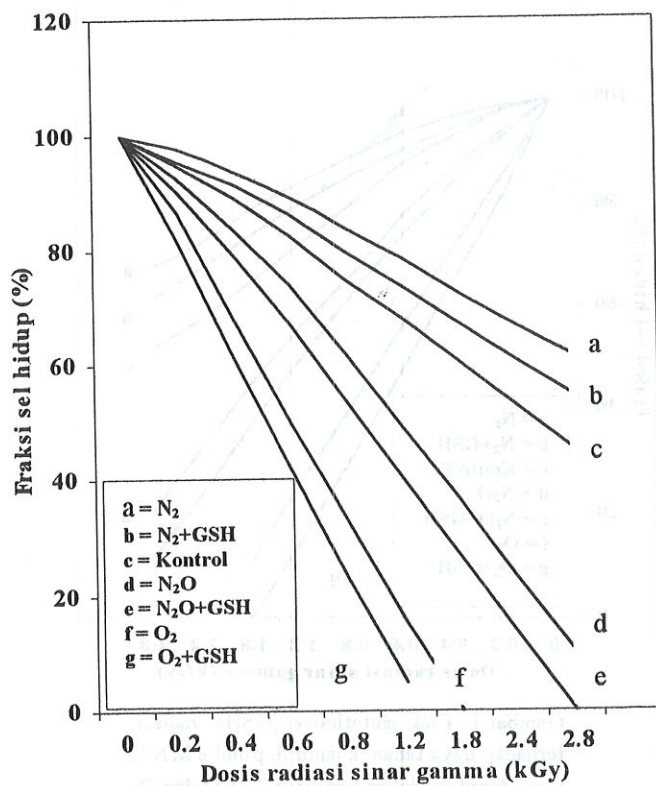
Galur	Nilai D_{10} (kGy)						
	N_2 (a)	N_2 +GSH (b)	Kontrol ©	N_2O (d)	N_2O +GSH (e)	O_2 (f)	O_2 +GSH (g)
MN55	3,0	2,9	2,3	1,6	1,4	0,7	0,6
MN72	2,3	2,2	1,7	1,1	0,8	0,6	0,5
L972h ⁻	1,7	1,6	1,5	0,8	0,7	0,5	0,4



Gambar 1. Efek glutathione (GSH) radiasi terhadap daya tahan khamir *S. pombe* MN55 yang diiradiasi dalam kondisi N_2 , N_2O dan O_2



Gambar 2. Efek glutathione (GSH) radiasi terhadap daya tahan khamir *S. pombe* MN72 yang diiradiasi dalam kondisi N₂, N₂O dan O₂



Gambar 3. Efek glutathione (GSH) radiasi terhadap daya tahan khamir *S. pombe* L972h⁻ yang diiradiasi dalam kondisi N₂, N₂O dan O₂

DISKUSI

KRISNA LUMBANRAJA

Apakah ada perbedaan kesimpulan yang terdapat di abstrak buku kumpulan abstrak dan di lembar transparansi yang dipresentasikan, yaitu pada buku kumpulan abstrak disimpulkan terdapat perbedaan D_{10} sampel diiradiasi dengan dialiri N_2 dan yang dialiri N_2 dan O_2 sementara dalam tranparansi tidak terdapat perbedaan ?

NIKHAM

Tidak ada perbedaan antara kesimpulan pada buku kesimpulan dan di lembar transfaransi, pada kesimpulan penelitian yang telah dilakukan bahwa nilai D_{10} sampel yang diiradiasi dengan dialiri N_2 lebih dibandingkan nilai D_{10} sampel yang dialiri O_2 .

DISKUSI

MAHAM

Tidak ada perbedaan antara kandungan pada
bagian-bagian tubuh dan di bagian lain. Pada
kandungan protein yang telah diketahui bahwa
D₂ sampel yang berbeda dengan data di lain
kemungkinan nilai D₂ sampel yang tinggi.

KRIZAL LUBANAJA

Apakah ada perbedaan kandungan antara bagian
di bagian tubuh sampel dan di bagian lain. Pada
kandungan yang dipertanyakan yaitu pada bagian
kandungan lemak yang berbeda dengan D₂
sampel dan data lain yang berbeda. D₂
dan D₂ sampel yang berbeda antara lain
protein.