



ISSN 1858-3601

**Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013
Bandung, 4 Juli 2013**

PROSIDING

BAGIAN I

**Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir serta
Peranan MIPA di Bidang Kesehatan, Lingkungan
dan Industri untuk Pembangunan Berkelanjutan**

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
Jl. Tamansari 71 Telp. 022-2503997 Fax. 022-2504081 Bandung 40132
<http://www.batan.go.id/ptnbr>



ISSN 1858-3601

**Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013
Bandung, 4 Juli 2013**

PROSIDING

BAGIAN I

**Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir serta
Peranan MIPA di Bidang Kesehatan, Lingkungan
dan Industri untuk Pembangunan Berkelanjutan**

Penyunting:

Prof. Dr. Muhayatun, MT	(BATAN)
Prof. Dr. H.R. Ukun, M.S.S., MS	(UNPAD)
Drs. Dani Gustaman Syarif, M.Eng.	(BATAN)
Ir. Djoko Hadi Prajitno, M.Sc.	(BATAN)
Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek	(ITB)
Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman	(ITB)
Dr. Poppy Intan Tjahaya, M.Sc.	(BATAN)
Dra. Nanny Kartini Oekar, M.Sc.	(BATAN)
Ir. Sudjatmi Kustituantini Soedjadi, MT	(BATAN)
Dr. Teguh Husodo	(UNPAD)
Prof. Dr. Unang Supratman	(UNPAD)
Dr. Rusdiana	(UNPAD)
Ir. R. H. Poedjo Rahardjo, M.Sc.	(BATAN)
Dra. Tati Herlina	(UNPAD)
Drs. Putranto Ilham Jazid	(BATAN)
Drs. Ketut Kamajaya, MT	(BATAN)
Dr. Solihudin	(UNPAD)
Haryono, MT	(UNPAD)
Juliandri, Ph. D.	(UNPAD)
Dr. Abdul Waris	(ITB)

**Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**

**Jl. Tamansari No. 71 Telp. 022-2503997 Fax. 022-2504081 Bandung 40132
<http://bandung.batan.go.id>**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta ridhonya, sehingga **Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013** dengan tema **Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir serta Peranan MIPA di Bidang Kesehatan, Lingkungan dan Industri untuk Pembangunan Berkelanjutan**. dapat diterbitkan. Prosiding ini sebagai dokumen yang memuat karya tulis ilmiah para peneliti di lingkungan BATAN, perguruan tinggi dan lembaga litbang lainnya yang telah mengikuti Seminar Nasional tersebut.

Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir pada tanggal 4 Juli 2013 diselenggarakan oleh Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri (PTNBR) BATAN bekerjasama dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pajajaran (FMIPA UNPAD), bertempat di Graha Sanusi Hardjadinata, Jl. Dipati Ukur No. 35 Bandung. Dalam seminar ini disajikan 107 buah karya tulis ilmiah hasil penelitian, pengembangan dan pengkajian dari berbagai lembaga seperti Badan Tenaga Nuklir Nasional, Universitas Pajajaran, Institut Teknologi Bandung, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, UIN Sunan Gunung Jati Bandung, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Universitas Jendral Ahmad Yani, Universitas Udayana dan Universitas Sumatera Utara.

Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013 juga menampilkan 2 orang pakar yang kompeten di bidangnya sebagai pembicara tamu yaitu Prof. Dr. Ir. Djarot Sulistio Wisnubroto (Kepala BATAN) dan Prof. David D. Cohen (Australia Nuclear Science and Technology Organization), yang masing-masing memaparkan mengenai kegiatan lembaga litbang dan penggunaan analisis berkas ion dalam beberapa aplikasi di bidang kesehatan, lingkungan dan industri.

Setelah melewati proses penyuntingan, di dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013 ini, sebanyak 100 buah karya tulis ilmiah dicantumkan sebagai makalah lengkap dan 7 buah karya tulis ilmiah yang dicantumkan sebagai abstrak. Prosiding ini diterbitkan dalam 2 buah buku karya tulis ilmiah yang diklasifikasikan ke dalam kelompok Kimia dan Kesehatan, Biologi dan Pertanian pada Buku I, kemudian Kelompok Fisika, Reaktor dan Instrumentasi, Matematika dan Statistika, serta kelompok Lain-lain pada Buku II.

Semoga Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2013 ini bermanfaat sebagai sumber informasi untuk memacu kegiatan penelitian dan pengembangan sains dan teknologi nuklir di Indonesia, dan kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Prosiding ini kami ucapkan terima kasih.

Bandung, Nopember 2013

Penyunting

SAMBUTAN KEPALA PTNBR-BATAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi diberbagai bidang kehidupan manusia terjadi begitu cepat dan tidak terkecuali dibidang iptek nuklir. Keadaan ini tentu perlu menjadi perhatian kita semua karena negara-negara yang tidak mampu mengikuti perkembangan ini akan selalu menjadi negara tertinggal dan akan selalu pula menjadi obyek perkembangan tersebut. Untuk mengatasinya, tidak ada jalan lain yang harus ditempuh selain mengikuti perkembangan dan ikut terlibat dalam proses pengembangannya. Untuk itu, PTNBR BATAN, sebagai suatu institusi penelitian terkait iptek nuklir berkewajiban ikut serta dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, memanfaatkan iptek nuklir yang sudah mapan, serta senantiasa melakukan koordinasi, kolaborasi dan komunikasi dengan instusi lain di tanah air dalam proses pengembangan dan pemanfaatan iptek nuklir.

Dalam upaya menyebarluaskan hasil penelitian dan pengembangan serta pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, PTNBR BATAN secara berkala selalu melaksanakan Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir dan dalam beberapa seminar terakhir penyelenggaraannya bekerjasama dengan perguruan tinggi yang ada di kota Bandung. Melalui seminar ini diharapkan, hasil penelitian dan pengembangan iptek nuklir yang sudah dilakukan dapat dimasyarakatkan. Selain itu, melalui seminar ini juga diharapkan terjalin kerjasama, koordinasi dan komunikasi dengan berbagai pemangku kepentingan dalam upaya pengembangan dan pemanfaatan iptek nuklir untuk kesejahteraan masyarakat.

Pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir tahun 2013 ini, dalam penyelenggaraannya, PTNBR BATAN bekerjasama dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Padjajaran Bandung dan telah dilaksanakan di Graha Sanusi – UNPAD pada tanggal Juni 2013. Dalam seminar yang mengusung tema **“Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir serta peranan MIPA di Bidang Kesehatan, Lingkungan dan Industri untuk Pembangunan Berkelanjutan”** telah dipresentasikan hasil penelitian dan kajian di berbagai bidang sesuai dengan tema seminar, diantaranya bidang fisika, kimia, bahan bakar reaktor, senyawa bertanda, radiofarmaka dan bidang MIPA lainnya. Saya berharap, berbagai hasil penelitian dan kajaian yang telah disampaikan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, Nopember 2013

Ka PTNBR

DAFTAR ISI

	Halaman
1. Kata Pengantar Redaksi	
2. Sambutan Kepala PTNBR-BATAN	
3. Daftar Isi	
MAKALAH SIDANG PLENO	
4. ARAH RISET DAN TEKNOLOGI INDONESIA MENYONGSONG RENSTRA 2015-2019 Oleh: <i>Prof. Dr. Ir. H. Gusti Muhammad Hatta, MS</i>	1
5. PERAN LEMBAGA PENDIDIKAN TINGGI DALAM UPAYA Mendukung RENSTRA 2015-2019 Oleh: <i>Prof. Dr. Ir. Ganjar Kurnia, DEA</i>	4
6. STATUS DAN PERKEMBANGAN LITBANG BATAN DALAM UPAYA Mendukung RENSTRA 2015-2019 Oleh: <i>Prof. Dr. Djarot Sulistio Wisnubroto</i>	10
7. UTILIZATION OF IBA FOR SEVERAL APPLICATIONS (ENVIRONMENTAL INDUSTRY/ MATERIAL, HEALTH) Oleh: <i>Prof. David D. Cohen</i>	29
MAKALAH SIDANG KELOMPOK	
KIMIA DAN KESEHATAN	
8. PEMBUATAN STANDAR MODERN KARBON GULA PASIR INDONESIA UNTUK MENENTUKAN UMUR FOSIL KAYU DAN MOLUSKA MENGGUNAKAN METODE RADIOKARBON Oleh: <i>Anggun Suci A.S., Yusi Deawati, M.Si dan Dr. Darwin Alijasa Siregar</i>	43
9. EVALUASI KINERJA DOSE CALIBRATOR CAPINTEC CRC-55tR UNTUK PENGUKURAN AKTIVITAS RADIOISOTOP ¹⁷⁵ Yb Oleh: <i>Azmairit Aziz</i>	53
10. PERUBAHAN KARAKTER ISOTOP ² H DAN ¹⁸ O AIR TANAH PADA AKUIFER DANGKAL DI CAT BANDUNG-SOREANG Oleh: <i>Bambang Sunarwan, Dasapta Erwin Irawan, Deny Juanda Puradimaja, Sudarto Notosiswoyo</i>	61
11. VALIDASI SOFTWARE BATAN BANDUNG NAA UTILITY MENGGUNAKAN SRM MAKANAN DAN BAHAN PANGAN Oleh: <i>Diah Dwiana Lestiani, Muhayatun, Syukria Kurniawati, Natalia Adventini</i>	68
12. EVALUASI KINERJA ENERGY DISPERSIVE X-RAY FLUORESCENCE (EDXRF) EPSILON 5 Oleh: <i>Dyah Kumala Sari, Diah Dwiana Lestiani, Natalia Adventini</i>	75
13. ANALISIS FISIKO KIMIA RADIOISOTOP PRASEODIMIUM-143 (¹⁴³ Pr) UNTUK APLIKASI RADIOTERAPI Oleh: <i>Duyeh Setiawan</i>	83
14. SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT (HAp) SEBAGAI MATRIKS SISTEM GENERATOR ¹⁸⁸ W/ ¹⁸⁸ Re Oleh: <i>Eni Hartati, Duyeh Setiawan, Yati B. Yuliyati</i>	89

15.	PROTEKSI RADIASI LENSA MATA Oleh: Eri Hiswara	91
16.	PENGARUH PEMBERIAN SENYAWA C30 STEROL YANG DIISOLASI DARI DAUN <i>Clerodendron serratum</i> TERHADAP KUALITAS SPERMA <i>Mus musculus</i> SECARA <i>in vivo</i> Oleh: Euis Julaeha, Desak Made Malini, dan Ovanita Sri Sondang	96
17.	MEMBRAN SELULOSA ASETAT ALBASIA TERMODIFIKASI SILIKA UNTUK PERVAPORASI ETANOL-AIR Oleh: Evy Ernawati, Solihudin, dan Iman Rahayu	101
18.	PREPARASI DAN KARATERISASI KITOSAN DARI CANGKANG BELANGKAS (<i>Tachypleus gigas</i>) YANG DIIKAT SILANG DENGAN MODIFIKASI GENIPIN Oleh: Harry Agusnar dan Harry Noviary	105
19.	PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI Co-PVDF NANOFIBER KOMPOSIT MENGUNAKAN METODE ELEKTROSPINNING Oleh: Herlan Herdiawan, Juliandri, Muhammad Nasir	110
20.	SINTESIS BARIUM BISMUT TITANAT TERPROTONASI (HBBT) SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENURUNKAN KADAR KROMIUM (VI) Oleh: Hesti Amalia, Diana Rakhmawaty Eddy, Iwan Hastiawan dan Atiek Rostika Noviyanti	117
21.	PENENTUAN AKTIVITAS SUMBER RADIOAKTIF PEMANCAR GAMMA Eu- 152 DI LABORATORIUM PTNBR Oleh: Indah Kusmartini, Djoko Prakoso Dwi Atmodjo, Syukria Kurniawati, Diah Dwiana Lestiani	121
22.	PREPARASI FOTOKATALIS BARIUM BISMUT TITANAT TERPROTONASI(HBBT) UNTUK FOTODEGRADASI METILEN BIRU Oleh: Khamdani Harie Mukti, Iwan Hastiawan, Diana Rakhmawaty, dan Atiek R. Noviyanti	128
23.	SENYAWA 7-hidroksi-6-metoksi kumarin DARI KULIT BATANG <i>Chisocheton macrophyllus</i> (MELIACEAE) Oleh: Lisa Fahmiati Muflihah, Nurlelasari, Desi Harneti P. Huspa, Unang Supratman	135
24.	OPTIMASI PENENTUAN KADMIUM (II) SECARA <i>DIFFERENTIAL PULSE</i> <i>VOLTAMMETRY</i> MENGGUNAKAN ELEKTRODE GRAFIT PENSIL Oleh: Marlina Karundeng, Yeni Wahyuni Hartati dan Roekmiati K, Tjokronegoro	140
25.	PENANDAAAN 1,4,8,11-TETRAAZASIKOTETRADESIL-1,4,8,11- TETRAMETILEN FOSFONAT (CTMP) DENGAN RENIUM-186 Oleh: Maula Eka Sriyani, Misyetti, Isti Daruwati dan Teguh Hafiz Ambar Wibawa	147
26.	PENYERAPAN ZAT WARNA TEKSTIL MENGGUNAKAN POLISAKARIDA KULIT PISANG-g-ASAM AKRILAT Oleh: Meri Suhartini	154
27.	PEMBUATAN STANDAR KARBON DARI GULA PASIR PUTIH DENGAN METODE RADIOKARBON Oleh: Minda Nicelia, Yusi Deawati dan Darwin Alijasa Siregar	155
28.	KARAKTERISASI PM _{2.5} SEBAGAI <i>EARLY WARNING</i> PENCEMARAN TIMBAL DI BEBERAPA KOTA DI INDONESIA Oleh: Muhayatun Santoso, Diah Dwiana Lestiani, Syukria Kurniawati, Indah Kusmartini, Djoko Prakoso, Rita Mukhtar, Esrom Hamonangan, Hari Wahyudi	163

29. EKSTRAKSI ZAT BESI DALAM DAUN SINGKONG DENGAN PELARUT CUKA AREN MENGGUNAKAN *ARMFIELD UOP4 SOLID-LIQUID EXTRACTION UNIT* 164
Oleh: *Nandya Rahmawati, Iwan Hastiawan dan Yusi Deawati*
30. APLIKASI IPTEK NUKLIR DALAM PENGEMBANGAN OBAT BAHAN ALAM 174
Oleh: *Nanny Kartini Oekar, Aang Hanafiah Ws*, Eva Maria Widyasari, Isti Daruwati, Aditya Trias Pradana, Miftah Luthpi*
31. EVALUASI HASIL UJI PROFISIENSI KAN XV 2012 UNTUK ANALISIS SULFUR DALAM SAMPEL BATUBARA 184
Oleh: *Natalia Adventini, Diah Dwiana Lestiani dan Syukria Kurniawati*
32. PENENTUAN KADAR SILIKA DARI PASIR LIMBAH PERTAMBANGAN DAN PEMANFAATAN PASIR LIMBAH SEBAGAI BAHAN PENGISI BATA BETON 190
Oleh: *Nici Trisko, Iwan Hastiawan, Diana Rakhmawaty Eddy*
33. *DENSITY FUNCTIONAL THEORY* UNTUK PENENTUAN GEOMETRI DAN KARAKTERISTIK IKATAN DARI KOMPLEKS Ni(II)-DIBUTILDITIOKARBAMAT DAN Co(II)-DIBUTILDITIOKARBAMAT 197
Oleh: *Pongajow, N.T., Juliandri dan Hastiawan, I*
34. β -sitosterol β -D-glukosa-6-monopalmitat DARI KULIT BATANG *Chisocheton macrophyllus* (MELIACEAE) 203
Oleh: *Nisha Nur Aida, Desi Harneti Puspa, Nurlelasari, dan Unang Supratman*
35. PERBANDINGAN EFEKTIVITAS SARI KACANG MERAH DAN KACANG HIJAU SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN *Lactobacillus acidophilus* 212
Oleh: *Nunung Kurniasih, Tina Dewi Rosahdi*
36. SINTESIS KOMPOSIT ZnO/MAGADIIT UNTUK FOTOKATALIS ZAT WARNA METILEN BIRU DAN METIL ORANYE 217
Oleh: *Octavianti Naa, Solihudin, Rubianto A. Lubis*
37. SOLUBILISASI BATUBARA SUBBITUMINUS HASIL IRADIASI GAMMA DALAM PELARUT BENZENA 221
Oleh: *Romdonia M.S, S. Hermanto dan I. Sugoro*
38. SENYAWA TRITERPENOID DARI BATANG TUMBUHAN MANGROVE *Avicennia marina* YANG BERAKTIVITAS ANTI BAKTERI 226
Oleh: *Sintia Stefana Hingkua, Euis Julaeha, dan Dikdik Kurnia*
39. BIODEGRADASI BATUBARA SUBBITUMINUS HASIL IRADIASI GAMMA OLEH MIKROBA AIR FORMASI 231
Oleh: *Sri Nurhayati, Sandra Hermanto, Thamzil Las, Hendrawati dan Irawan Sugoro*
40. PEMBERIAN EKSTRAK BUNGA WIJAYA KUSUMA *Epiphyllum Oxypetalum* DAPAT MENINGKATKAN SUPEROXIDE DISMUTASE, KOLESTEROL TOTAL, DAN MENURUNKAN MALONDIALDEHID TIKUS WISTAR HIPERKOLESTEROLEMIA 236
Oleh: *Sri Wahjuni; A.A. I.A. Mayun Laksmiwati; Ni G.A.M Dwi Adhi Suastuti*
41. PERBANDINGAN METODE AAN DAN XRF DALAM INTERKOMPARASI IAEA UNTUK ANALISIS SAMPEL SEDIMEN 243
Oleh: *Syukria Kurniawati, Indah Kusmartini, Diah Dwiana Lestiani, Woro Yatu Niken Syahfitri*

42. ISOFLAVONOID DARI KULIT BATANG *Erythrina variegata* YANG BERAKTIVITAS ANTIMALARIA SECARA *IN VITRO* 244
Oleh: *Tati Herlina, Dedek Herdian, Desi Harneti Putri Huspa, Dikdik Kurnia, Unang Supratman, Madhiah, dan Suseno Amien*
43. ANALISIS CUPLIKAN LINGKUNGAN TANAH DAN SEDIMEN DENGAN METODE AANI-RELATIF DAN K0-AANI 249
Oleh: *Th. Rina Mulyaningsih, Istanto*
44. SINTESIS PEPTIDA BERGUGUS PELINDUNG SEBAGAI PREKURSOR KOMPONEN VAKSIN INFLUENZA UNIVERSAL 259
Oleh: *Toto Subroto, Ari Hardianto, Abdul Alim Kahari, Tika Pradnjaparamita*
45. VERIFIKASI KINERJA ALAT *PARTICLE SIZE ANALYZER* (PSA) HORIBA LB-550 UNTUK PENENTUAN DISTRIBUSI UKURAN NANOPARTIKEL 266
Oleh: *Witri Nuraeni, Isti Daruwati, Eva Maria W, dan Maula Eka Sriyani*
46. EVALUASI PENERAPAN ENERGI DISPERSIVE X-RAY FLUORESCENCE (ED-XRF) UNTUK ANALISIS COAL FLY ASH 272
Oleh: *Woro Yatu Niken Syahfitri, Syukria Kurniawati, Natalia Adventini dan Diah Dwiana Lestiani*
47. SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPLEKS BINUKLIR *HOFMANN-LIKE NETWORK* BESI(II) - NIKEL(II) DENGAN SIANIDA DAN ETILENDIAMIN 278
Oleh: *Yusi Deawati, Firman Syamsul Bahtiar dan Juliandri*

BIOLOGI DAN PERTANIAN

48. EVALUASI KETAHANAN GALUR MUTAN HASIL IRADIASI KEDELAI UMUR GENJAH TERHADAP SERANGAN PENYAKIT KARAT DAUN (*Phakopshora pachyrhizi* Syd) dan HAWAR DAUN (*Cercospora sojae*) 284
Oleh: *Arwin*
49. KARAKTERISASI DAN KEKERABATAN TUMBUHAN MANGROVE *RHIZOPHORACEAE* BERDASARKAN MORFOLOGI, ANATOMI DAN STRUKTUR LUAR SERBUK SARI 289
Oleh: *Budi Irawan, Sahal Muadz dan Adrian Rosadi*
50. EFEK IMUNISASI DENGAN *P.berghei* RADIASI DAN UJI TANTANG PADA MENCIT *SWISS WEBSTER* 298
Oleh: *Darlina, Harry Nugroho Eko S., Teja K*
51. UJI PROFIL PROTEIN KELENJAR LUDAH *Anopheles* sp. TERINFEKSI *P. berghei* PASCA IRADIASI GAMMA DENGAN TEKNIK SDS-PAGE UNTUK PENGEMBANGAN VAKSIN MALARIA 305
Oleh: *Devita Tetriana dan Mukh Syaifudin*
52. MAXIMUM SUSTAINABLE YIELD (MSY) PADA PERIKANAN DENGAN STRUKTUR PREY-PREDATOR 307
Oleh: *Elis Hertini dan Nurul Gusriani*
53. PERBEDAAN PENAMPILAN BUAH MANGGIS (*Garcia mangostana* L.) PASCAIRADIASI SINAR GAMMA DALAM BERBAGAI DOSIS 312
Oleh: *Hadian Iman Sasmita, Indah Arastuti Nasution dan Murni Indarwatmi*
54. INDUKSI KANKER PADA TIKUS PUTIH *SPRAGUE DAWLEY* SEBAGAI HEWAN MODEL DALAM PENELITIAN RADIOFARMAKA 319
Oleh: *Hendris Wongso dan Iswahyudi*

55.	BIODISTRIBUSI RADIOFARMAKA ^{99m}Tc - GLUTATION UNTUK DIAGNOSIS INFEKSI Oleh: <i>Im Halimah, Rizky Juwita Sugiharti dan Maula Eka Sriyani</i>	327
56.	PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL TANAMAN KAPAS (<i>Gossypium hirsutum</i> .L) Oleh: <i>Lilik Harsanti</i>	332
57.	PERTUMBUHAN PLANLET GALUR MUTAN <i>DENDROBIUM JAYAKARTA</i> PADA MEDIA VW (<i>Vacin Dan Went</i>) DENGAN PENAMBAHAN BAP (<i>Benzyl Amino Purine</i>) Oleh: <i>Marina Yuniawati Maryono dan Lilik Harsanti</i>	338
58.	EVALUASI BIOLOGIS RADIOFARMAKA ^{175}Yb -EDTMP UNTUK DIAGNOSIS DAN TERAPI PALIATIF TULANG (Abstrak) Oleh: <i>Rizky Juwita Sugiharti, Im Halimah, Azmairit Azis</i>	342
59.	PENGARUH BAP TERHADAP PERTUMBUHAN BIJI JARAK PAGAR (<i>Jatropha curcas</i> , L) HASIL IRADIASI DENGAN SINAR GAMMA Oleh: <i>Sherly Rahayu, Yulidar dan Ita Dwimahyani</i>	343
60.	RADIOSENSITIVITAS VARIETAS LOKAL UBIKAYU (CECEK IJO) TERHADAP IRADIASI SINAR GAMMA Oleh: <i>Sholihin</i>	348
61.	UJI ADAPTASI GALUR MUTAN HARAPAN SORGUM MANIS HASIL IRADIASI DI CITAYAM BOGOR Oleh: <i>Sihono</i>	353
62.	PEMANFAATAN MEDIUM TAPIOKA IRADIASI UNTUK OPTIMALISASI KONDISI FERMENTASI ISOLAT KHAMIR R210 Oleh: <i>T. Wahyono dan I. Sugoro</i>	360
63.	DETEKSI ABERASI KROMOSOM PADA PEMBELAHAN PERTAMA (M1) DAN KEDUA (M2) PADA SEL LIMFOSIT PERIFER PASCA IRRADIASI SINAR X Oleh: <i>Yanti Lusiyanti dan Masnelly Lubis</i>	366

Daftar Peserta

PROTEKSI RADIASI LENSA MATA

Eri Hiswara

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi BATAN
Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan
e.hiswara@batan.go.id

ABSTRAK

PROTEKSI RADIASI LENSA MATA. *Lensa mata adalah satu organ atau jaringan tubuh yang memiliki kepekaan terhadap radiasi yang cukup besar. Sampai tahun 2007 Komisi Internasional untuk Proteksi Radiologik (ICRP) menyatakan bahwa dosis ambang untuk terjadinya katarak adalah sekitar 5 Gy untuk pajanan akut. Namun pada tahun 2011, berdasar temuan terbaru dari penelitian tentang katarak radiasi, kemunculan katarak pada lensa mata dapat terjadi pada dosis yang lebih rendah, sehingga dosis ambang katarak diturunkan menjadi 0,5 Gy. Pengurangan dosis ambang ini mengakibatkan diturunkannya nilai batas dosis untuk lensa mata dari 50mSv per tahun menjadi 20 mSv per tahun. Makalah ini membahas beberapa upaya proteksi radiasi yang perlu dilakukan dengan lebih ketat untuk mencegah terjadinya katarak pada lensa mata, yaitu pengkajian keselamatan, optimisasi proteksi, pemantauan dosis, dan pemakaian alat pelindung mata. Upaya proteksi radiasi yang lebih ketat ini diharapkan dapat menurunkan penerimaan dosis pada lensa mata yang selama ini relatif cukup tinggi pada beberapa jenis pemeriksaan radiologi dan kardiologi intervensional.*

Kata kunci: *lensa mata, proteksi radiasi, katarak, nilai batas dosis*

ABSTRACT

RADIATION PROTECTION OF THE LENSE OF THE EYE. *Lens of the eye is one of the organs or tissues that has a significant sensitivity to radiation. Until 2007 the International Commission on Radiological Protection (ICRP) stated that the threshold dose for cataract occurrence is approximately 5 Gy for acute exposure. In 2011, however, based on the latest findings of the studies on radiation cataract, the appearance of cataract in the lens of the eye may occur at lower doses, so that the threshold dose of cataracts down to 0.5 Gy. The reduction in threshold dose resulted in lowered value of dose limit for the lens of the eye from 50 mSv per year to 20 mSv per year. This paper discusses several efforts in radiation protection which have to be carried out more tighten to prevent the occurrence of cataract in the eye lense, i.e. safety assesement, optimisation of protection, dose monitoring and use of eye protection. These more tighten radiation protection efforts could hopefully reduce the doses received by eye lense which relatively high in several interventional radiology and cardiology.*

Keywords: *eye lens, radiation protection, cataract, dose limitation*

1. PENDAHULUAN

Lensa mata adalah satu organ atau jaringan tubuh yang memiliki kepekaan terhadap radiasi yang cukup besar. Pada publikasi 103, ICRP (Komisi Internasional untuk Proteksi Radiasi) menyatakan bahwa dosis ambang untuk katarak

pada lensa mata adalah 5 Gy untuk pajanan akut dan >8 Gy untuk pajanan terbagi atau berkepanjangan [1]. Untuk mencegah terjadinya katarak tersebut, ICRP kemudian menetapkan nilai batas dosis untuk lensa mata sebesar 150 mSv per tahun untuk pekerja radiasi dan 15 mSv per tahun untuk masyarakat umum.

Namun demikian, pada publikasi yang sama ICRP juga menyatakan bahwa data terbaru mengenai radiosensitivitas mata terkait gangguan penglihatan juga tengah dipelajari. Data terbaru ini berasal dari studi dengan periode pemantauan yang lebih lama dibanding sebelumnya, dan melibatkan korban bom atom Jepang yang masih hidup, pekerja pembersih Chernobyl, dan profesional medik pada kardiologi intervensional dan radiologi intervensional [2].

Dari studi terbaru ini dijumpai bahwa ada beberapa efek deterministik, terutama efek dengan manifestasi yang sangat lambat, yang dosis ambangnya lebih rendah dari perkiraan sebelumnya. Untuk lensa mata, nilai dosis ambang kini diperkirakan sebesar 0,5 Gy, atau sekitar 10 kali lebih rendah dibanding perkiraan sebelumnya. Karena itu, ICRP kemudian merevisi nilai batas dosis untuk lensa mata menjadi 20 mSv per tahun, dirata-ratakan selama 5 tahun, dan dalam satu tahun tertentu tidak boleh melebihi 50 mSv [3].

Rekomendasi terbaru ini menghasilkan efek langsung pada Standar Keselamatan Dasar IAEA yang tengah disusun pada saat yang bersamaan dengan penyusunan rekomendasi ICRP mengenai nilai batas dosis di atas. Rancangan Standar IAEA yang sudah final langsung mengadopsi nilai batas dosis terbaru untuk lensa mata tersebut dan memasukkannya ke dalam publikasi *IAEA General Safety Requirements (GSR) Part 3* [4].

Pengurangan nilai batas dosis lensa mata yang signifikan dari 150 mSv per tahun menjadi 20 mSv per tahun tentu memiliki implikasi bahwa upaya perlindungan bagi mata menjadi lebih penting dibanding sebelumnya.

Dalam makalah ini akan dibahas beberapa upaya proteksi radiasi terkait, yaitu pengkajian keselamatan, optimisasi proteksi lensa mata, pemantauan dosis yang diterima lensa mata, dan alat pelindung mata yang lebih sesuai. Namun sebelumnya akan diuraikan terlebih dahulu pengertian katarak radiasi dan kelompok pekerja yang paling rentan terhadap efek kesehatan pada lensa mata.

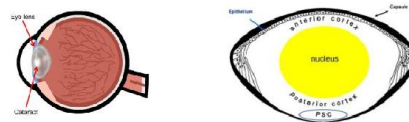
2. TEORI

2.1. Katarak Radiasi

Lensa mata adalah struktur bikonveks, vaskular, tidak berwarna dan hampir transparan sempurna. Lensa tidak mempunyai asupan darah

atau inervasi saraf, dan bergantung sepenuhnya pada beranda depan (*aqueous humor*) untuk metabolisme dan pembuangan. Lensa terletak di belakang iris dan di depan korpus vitreus. Diameter lensa sekitar 9-10 mm dengan tebal yang bervariasi usia mulai 3,5 mm (saat lahir) hingga 5 mm (dewasa).

Katarak adalah kekeruhan lensa mata yang menghalangi cahaya untuk sampai di retina. Ada tiga bentuk utama katarak yang bergantung pada lokasi anatominya (Gambar 1) di dalam mata: kortikal, nuklir dan posterior sub capsular (PSC). "Kortikal" mengacu pada korteks lensa, yang merupakan bagian luar (perifer) lensa, 'nuklir' mengacu pada bagian tengah lensa, sementara PSC mengacu pada membran yang berada di bawah kapsul di permukaan belakang lensa.



Gambar 1. Lokasi lensa pada mata (kiri) dan beberapa bagian dari lensa mata (kanan).

Katarak radiasi yang umum terjadi adalah katarak PSC, meski katarak kortikal juga bisa terjadi. Kerusakan radiasi kataraktogenik dimulai dari permukaan anterior, dimana sel yang terbagi membentuk serat kristalin-protein jernih yang berpindah menuju kutub posterior lensa pada daerah PSC. Kekeruhan PSC ini awalnya diduga merupakan satu-satunya lesi yang khas yang terkait dengan kerusakan radiasi ke lensa, namun data terakhir menunjukkan bahwa kekeruhan akibat radiasi ternyata ditemukan juga pada korteks lensa [5].

2.2. Kelompok Rentan

Semua pekerja radiasi yang bekerja dengan sumber radiasi pemancar beta atau gamma dengan posisi sumber berada dekat dengan daerah mata memiliki risiko mengalami katarak. Namun demikian, kelompok yang paling rentan mengalami katarak adalah pekerja di bidang medik yang meliputi:

- Staf yang bekerja dekat dengan pasien pada prosedur intervensional berpandu citra;
- Staf yang melakukan kegiatan pada kedokteran nuklir, seperti persiapan sumber atau radiofarmaka, PET/CT, terutama jika

- sumber radiasi beta digunakan;
- Staf yang bekerja pada brakiterapi manual;
 - Staf yang terlibat pada biopsi berpandu CT; dan
 - Pekerja siklotron.

Kelima kategori pekerja di atas umumnya bekerja dengan pesawat sinar-X atau sumber radiasi lainnya dalam jarak yang cukup dekat (beberapa cm) dan dalam waktu yang relatif cukup lama (1-2 jam).

3. PEMBAHASAN

3.1. Pengkajian Keselamatan

Persyaratan 13 dari GSR part 3 menyatakan bahwa ‘badan pengawas harus menetapkan dan menegakkan persyaratan untuk pengkajian keselamatan, dan badan atau organisasi yang bertanggung jawab untuk fasilitas atau kegiatan yang menimbulkan risiko radiasi harus melakukan pengkajian keselamatan yang layak untuk fasilitas atau kegiatan ini’ [4].

Berdasar persyaratan ini, maka pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi harus melakukan pengkajian keselamatan pada berbagai tahap, termasuk tahap penentuan lokasi fasilitas atau kegiatan, desain, manufaktur, konstruksi, perakitan, komisioning, operasi, pemeliharaan dan dekomisioning seluruh atau sebagian fasilitas. Dalam hal dosis radiasi yang diterima pekerja pada lensa matanya, pemegang izin harus melakukan pengkajian untuk [6]:

- mengidentifikasi jika ada pekerja yang dapat menerima dosis yang signifikan pada lensa mata (dalam order beberapa mSv dalam setahun);
- memastikan bahwa peralatan dan instalasi telah didesain sedemikian rupa sehingga proteksi lensa mata telah optimal;
- menetapkan prosedur operasi yang diperlukan, untuk menjamin proteksi lensa mata telah optimal; dan
- mensyaratkan penggunaan alat pelindung diri oleh pekerja jika desain peralatan dan instalasi, dan prosedur operasi, tidak cukup untuk menjamin proteksi lensa mata telah optimal.

3.2. Optimisasi Proteksi

Seperti pada semua upaya proteksi radiasi yang lain, upaya proteksi radiasi terhadap lensa

mata harus meliputi juga upaya optimisasi proteksi.

Optimisasi proteksi didefinisikan sebagai proses untuk menentukan tingkat proteksi dan keselamatan yang akan menghasilkan dosis individu, jumlah individu (pekerja dan anggota masyarakat) yang menerima pajanan atau kemungkinan pajanan serendah mungkin, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial [4]. Implikasi dari prinsip ini adalah semua dosis radiasi, baik dosis efektif ataupun dosis tara, harus dijaga serendah mungkin.

Dalam kaitan dengan dosis tara pada lensa mata, meskipun nilai batas dosis diberikan untuk mencegah terjadinya efek deterministik, namun ada dugaan kuat bahwa efek katarak juga merupakan proses stokastik yang tidak memerlukan dosis ambang [7]. Kesimpulan ini diperoleh dari hasil studi yang menemukan bahwa hubungan dosis-risiko untuk induksi katarak pada dosis tinggi tidak meningkat secara tajam seperti efek deterministik yang lain.

Selain itu, upaya optimisasi yang paling efektif adalah upaya yang dilakukan pada tahap desain peralatan atau instalasi. Menurut IAEA [8], evaluasi awal atau pengkajian keselamatan pada tahap desain akan membantu dalam menetapkan kondisi kerja yang memuaskan melalui fitur terekayasa (*engineered features*). Dalam proteksi radiasi terhadap lensa mata, fitur tersebut diberikan sebagai perisai radiasi pada instalasi dalam bentuk kaca timbal. Upaya lain bisa berupa pemilihan peralatan yang mampu memperlemah dosis radiasi yang diterima oleh lensa mata pekerja, seperti penggunaan tabung sinar-X di bawah meja (*under table tube*) yang mampu mengurangi dosis pada mata, kepala dan leher secara signifikan dibanding penggunaan tabung sinar-X di atas pasien (*over table tube*).

3.3. Pemantauan Dosis Lensa Mata

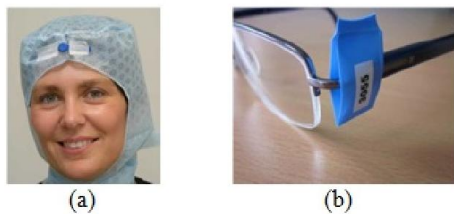
Pada publikasi 103 yang terbit tahun 2007 [1], ICRP masih menyatakan bahwa pemantauan dosis lensa mata, yang oleh Komisi Internasional untuk Satuan dan Pengukuran Radiasi (ICRU) direkomendasikan untuk dilakukan dengan besaran $H_p(3)$, tidak lagi diperlukan karena dapat diwakili oleh besaran $H_p(0,07)$. $H_p(0,07)$ adalah besaran yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi perorangan yang berasal dari radiasi dengan daya tembus lemah seperti beta dan sinar-X energi rendah.

Namun demikian, dengan ditetapkannya

nilai batas dosis lensa mata sebesar 20 mSv per tahun, besaran $H_p(3)$ menjadi relevan kembali untuk digunakan sebagai besaran operasional dalam proteksi radiasi bagi lensa mata.

Sampai saat ini dosimeter perorangan yang didisain untuk keperluan pengukuran $H_p(3)$ tersebut masih sangat jarang tersedia di pasaran. Berbagai studi juga terus dilakukan untuk keperluan mengukur dosis pada lensa mata. Behrens [9], misalnya, menyatakan bahwa untuk medan foton murni, seperti pada radiologi intervensional, dosimeter $H_p(0,07)$ bisa digunakan jika digunakan di dekat mata. Namun jika yang signifikan adalah radiasi beta, seperti pada kedokteran nuklir, maka dosimeter $H_p(3)$ lebih tepat untuk digunakan. Dosimeter $H_p(3)$ merupakan dosimeter yang dirancang khusus untuk memantau dosis lensa mata, karena bagian mata yang sensitif terhadap radiasi berada pada kedalaman 3 mm dari permukaannya.

Dalam hal penempatan dosimeter untuk lensa mata, saat ini juga belum ada pedoman secara internasional. Di Jerman, dua institusi yang berbeda memasang dosimeter ini di dua tempat yang berbeda (Gambar 2): Helmholtz Zentrum München memasang dosimeter di pita kepala, sementara institusi lain di Berlin memasangnya pada kaca mata [9].



Gambar 2. Penempatan dosimeter lensa mata di Jerman; (a) pada pita kepala, (b) pada kaca mata.

3.4. Alat Pelindung Mata

Dalam menggunakan alat pelindung mata, pertimbangan yang penting adalah yang terkait dengan bahan kaca yang harus bersifat protektif terhadap radiasi.

Bahan kaca yang terbuat dari perspeks sudah memadai jika pajanan terbesar berasal dari radiasi beta. Namun perlu diberi perhatian khusus pada bremsstrahlung jika sumber yang digunakan adalah beta dengan energi tinggi. Jika pajanan terbesar berasal dari radiasi foton, bahan kaca sebaiknya terbuat dari timbal (Pb).

Secara umum, bahan alat pelindung mata

harus kaku untuk mencegah distorsi optik, dengan karakteristik sebagai berikut [10]:

- Masker protektif ringan harus terbuat dari bahan plastik akrilik timbal transparan dan harus memiliki nisbah atenuasi paling sedikit dua di seluruh permukaannya.
- Pelindung mata protektif berat (*goggle*) harus terbuat dari gelas bertimbal transparan dan harus memiliki kesetaraan timbal tidak kurang dari 0,5 mmPb di seluruh permukaannya, termasuk di setiap bagian sampingnya.

3.5. Tipikal dosis lensa mata

Tabel 1 memperlihatkan tipikal dosis lensa mata untuk beberapa prosedur pada radiologi dan kardiologi intervensional [5]. Bergantung pada teknik pemeriksaan dan alat pelindung yang digunakan, dosis lensa mata bervariasi dari 10 μ Sv hingga beberapa mSv. Demikian pula penempatan tabung sinar-X di bawah meja pemeriksaan mengurangi dosis cukup signifikan dibanding penempatan tabung sinar-X di atas pasien.

Tabel 1. Tipikal dosis lensa mata pada prosedur radiologi intervensional.

Prosedur	Dosis mata (mSv)	Catatan
Hepatic chemo-embolization	0,27-2,1	Tanpa perisai radiasi
	0,016-0,064	Dengan perisai radiasi
Iliac angioplasty	0,25-2,22	Tanpa perisai
	0,015-0,066	Dengan perisai
Neuroembolization (kepala, spine)	1,4-11	Tanpa perisai
	0,083-0,34	Dengan perisai
Pulmonary angiography	0,19-1,5	Tanpa perisai
	0,011-0,045	Dengan perisai
TIPS creation	0,41-3,7	Tanpa perisai
	0,25-0,11	Dengan perisai
Cerebral angiography (CA)	0,046	Tanpa perisai
	0,013-0,025	Dengan perisai
Endovascular aneurysm repair (EVAR)	0,010	Tanpa perisai
Urology	0,026	Tanpa perisai
Orthopedic	0,05	Tanpa perisai
Hysterosalpingography (HSG)	0,14	Tanpa perisai
Endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP)	0,094	Tabung sinar-X di bawah meja
ERCP	0,55 (rerata) 2,8 (maks.)	Tabung sinar-X di atas pasien

Dengan mengaplikasikan nilai batas dosis sebesar 20 mSv per tahun, maka jumlah pemeriksaan radiologi yang dapat dilakukan akan menjadi sangat berkurang. Untuk pemeriksaan pulmonary angiography, dengan dosis lensa mata sekitar 1,49 mSv, dalam satu tahun hanya dapat dilakukan 13 pemeriksaan jika nilai batas dosis tidak ingin dilampaui. Bahkan pemeriksaan neuroembolization yang dosis pada lensa matanya bisa mencapai 11,20 mSv, dalam satu tahun hanya dapat dilakukan satu kali pemeriksaan.

Kenyataan di atas memperlihatkan pentingnya upaya proteksi radiasi yang lebih ketat untuk menurunkan penerimaan dosis lensa mata. Dengan penurunan dosis ini maka jumlah pemeriksaan setiap tahunnya juga dapat bertambah.

4. KESIMPULAN

Hasil studi mutakhir yang diperoleh terkait dosis pada lensa mata menunjukkan bahwa dosis ambang untuk katarak pada organ ini jauh lebih rendah dari perkiraan sebelumnya, yaitu dari sekitar 5 Gy menjadi 0,5 Gy. Dengan dasar ini NBD untuk lensa mata juga diturunkan dari 50 mSv per tahun menjadi 20 mSv per tahun, sehingga upaya proteksi radiasi yang berupa pengkajian keselamatan, optimisasi proteksi, pemantauan dosis dan pemakaian alat pelindung mata, harus dilakukan secara lebih ketat dibanding sebelumnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. **ICRP**, "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological

- Protection" (Publication 103), Ann. ICRP 37 (2-4) (2007).
2. **KLEIMAN, N.J.** Radiation Cataract. (Proc. of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection). Ann. ICRP 41(3-4) 80-97, (2012).
3. **ICRP**, "Statement on Tissue Reactions". ICRP ref 4825-3093-1464 (2011)
4. **IAEA**, "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards". Interim Edition. [GSR Part 3 (Interim)]. IAEA, Vienna (2011).
5. https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/radiation-cataract/Radiation-and_cataract.htm
6. **IAEA**, "Implications for occupational radiation protection of the new dose limit for the lense of the eye". Interim guidance for use and comment. Draft 5 – June 2013.
7. **ICRP**, "ICRP Statement on Tissue Reactions/Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissue and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context". (Publication 118). Ann. ICRP 41 (1/2) (2012).
8. **IAEA**, "Occupational Radiation Protection", (Safety Standards Series No. RS-G-1.1). IAEA, Vienna (1999).
9. **BEHRENS, R.** Monitoring the Eye Lens. Presented at IRPA 13. Available: <http://www.irpa13glasgow.com/information/downloads/> (2012).
10. **IEC**. Protective Devices against Diagnostic Medical X-Radiation. Part 3: Protective Clothing Eyewear and Protective Patient Shields. IEC 61331-3 (draft).

DISKUSI

Norman Syakir:

Apakah di Indonesia sudah dilakukan perhitungan dosis untuk mata ?

Eri Hiswara:

Proteksi radiasi untuk mata sekarang lebih diperhatikan, oleh karena itu persyaratan dosis ambang untuk mata sekarang ini diperketat yang semula 50 mSv/tahun menjadi 20 mSv/tahun