

ISSN: 1412 - 2499

## PROSIDING

### SEMINAR NASIONAL KESELAMATAN, KESEHATAN DAN LINGKUNGAN IV

Tema:

” Upaya Sinergi dan Harmonisasi Iptek Nuklir dan Non-Nuklir untuk Peningkatan Keselamatan dan Lingkungan ”

### INTERNATIONAL SEMINAR ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Theme:

“ Management and safety in various types of radiation “

DEPOK, 27 AGUSTUS 2008

Diselenggarakan oleh:



Pusat Teknologi Keselamatan  
dan Metrologi Radiasi  
Badan Tenaga Nuklir Nasional



Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Indonesia

2008

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Laporan Ketua Panitia .....	vii
Sambutan Deputy Kepala Batan Bidang Penelitian Dasar Dan Terapan .....	ix
Susunan Panitia Seminar .....	xii

## MAKALAH UNDANGAN

1. <i>K-3 sebagai Pertimbangan dalam Pembangunan Berkelanjutan</i> Dr. Harjono, Ketua Dewan K-3 Nasional .....	U-1
2. <i>Kebijakan Pengawasan Tentang Standar Keselamatan Dan Proteksi Radiasi Di Fasilitas Nuklir Dan Industri Non-Nuklir</i> Dra. Suryawati, M.Si., Badan Pengawas Tenaga Nuklir .....	U-7
3. <i>Heavy ion therapy for cancers and the project of Gunma University</i> Prof. Takashi Nakano, MD, Ph.D, Department of Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Gunma University Japan .....	U-21
4. <i>Current Research and Development on Health Effect of Radiation</i> Bambang Wispriyono, Ph.D, Dean of Public Health Faculty, Universitas Indonesia .....	U-33
5. <i>Radiation Protection of Patient in Diagnostic Radiology</i> Prof. Djarwani S. Soejoko, Physics Department, Faculty Mathematic and Sciences, Universitas Indonesia .....	U-42
6. <i>Quality of life in men treated carbon ion therapy of prostate cancer</i> Dr. Masaru Wakatsuki, Department of Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Gunma University, Japan .....	U-49
7. <i>Public Risk perception on health effects from non-ionizing radiation</i> Drs. Ridwan Z. Sjaaf, M.PH., Head of Department OHS, Faculty of Public Health, Universitas Indonesia .....	U-62

## KELOMPOK KESEHATAN

1.	<i>Pemandulan Anopheles moccullatus sebagai vektor penyakit malaria dengan radiasi gamma Co-60</i>	
	Siti Nurhayati, Devita Tetriana, Ali Rahayu dan Budi Santoso .....	1
2.	<i>Efektivitas Prussian Blue dalam mengeliminasi Cs-137 dari tubuh kera ekor panjang pasca kontaminasi secara oral</i>	
	Tur Rahardjo, Mugiono, Devita Tetriana dan Muhammad Sanusi .....	10
3.	<i>Distribusi terimaan dosis radiasi pada kegiatan radiografi dental anak</i>	
	Dian Milvita, Ulfa Raudhah, Nunung Nuraini dan Suyati .....	24
4.	<i>Urgensi Compliance Test pada Radiodiagnostik</i>	
	Dyah Dwi K, Heru Prasetyo, Helfi Yuliati dan Suyati .....	40
5.	<i>Profil Protein sel bakteri Klebsiella pneumonia K5 Hasil Inaktivasi Sinar Gamma</i>	
	Yuanita Windusari dan Irawan Sugoro .....	54
6.	<i>Pemanfaatan teknik Premature chromosome Condensation dan uji mikronuklei dalam dosimetri biologi</i>	
	Mukh Syaifudin .....	61
7.	<i>AgNOR sebagai marker proliferasi dalam penilaian respon awal radiasi pada kemoradioterapi kanker serviks</i>	
	Iin Kurnia, Budiningsih, Andrijono, Irwan Ramli dan Cholid Badri .....	81
8.	<i>Penggunaan iradiasi dengan berkas elektron energi rendah pada mortalitas serangga <i>Tripobulum castaneum</i> (Herbst) di dalam tepung terigu</i>	
	Rindy Panca Tanhindarto .....	92
9.	<i>Analisis Perbandingan Karakteristik Habitat Perkembangbiakan Nyamuk <i>Aedes</i> di daerah endemis dan non endemis Demam Berdarah Dengue (DBD)</i>	
	M. Hasyimi, Pangestu dan Astrid B. Utami .....	107
10.	<i>Sintesis hidrogel polietilen oksida (PEO) berikatan silang dengan cara induksi radiasi gamma dan immobilisasi antibiotic</i>	
	Erizal, Dewi S. P., dan A. Sudrajat .....	117

## KELOMPOK KESELAMATAN DAN LINGKUNGAN

1.	<i>Pemanfaatan sludge limbah industri kertas sebagai bahan baku kertas kemasan</i> Anggito P. tetuko, Deni S. Khaerudini, Muljadi, dan P. Sebayang .....	129
2.	<i>Faktor transfer Cs-137 dari tanah latosol ke cabe (Capsicum annum L.)</i> Leli Nirwani, Wahyudi, dan Jumaher .....	143
3.	<i>Biodegradasi Benzena oleh Mutan Bakteri Pseudomonas sp dalam Mikrokosmos Air Tanah</i> Fahrudin dan Dwi Andreas Santosa .....	152
4.	<i>Proteksi Radiologik Lingkungan</i> Eri Hiswara .....	160
5.	<i>Kajian konsentrasi massa dari PM 2,5, Pm 10, dan gas pada kondisi udara ambien di daerah Gist, Gwangju, Korea Selatan</i> Gatot Suhariyono, Young Joon Kim, dan Jin Sang Jung .....	169
6.	<i>Konsentrasi Aktivitas Uranium dan Thorium dalam Garnet yang Digunakan Sebagai Material Sandblasting pada Sebuah Industri di Daerah Cilegon</i> Makhsun, Bunawas, dan Yus Rusdian Akhmad .....	187
7.	<i>Kajian Kualitas Udara Ruangan Gedung Kantor PT. X Tahun 2008</i> Elisa Moetiara, Zulkifli Djunaedi, dan Fatma Lestari .....	198
8.	<i>Kebijakan Pengawasan TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Materials) Pada Industri Fosfat Tahun 2008</i> Farida Tusafariah, Gloria Doloresa, Sjahrul Meizar N., dan Hendra .....	207
9.	<i>Analisis perubahan pemanfaatan lahan pertanian akibat pembangunan PLTN di kabupaten Jepara dengan metode input output</i> Jupiter Sitorus Pane dan Heni Susiati .....	223

## KELOMPOK POSTER:

1.	<i>Kajian Paparan Radiasi Retrospektif dengan Aberasi Kromosom</i> Zubaidah Alatas .....	242
2.	<i>Teknik Fish dengan Dual Probe untuk deteksi Kromosom Translokasi</i> Yanti Lusiyanti, Zubaidah Alatas dan Sofiaty Purnami .....	259
3.	<i>Pemantauan Tingkat Radiasi Gamma di Beberapa Pulau di Sulawesi</i> Sutarman, Syarbaini dan Kusdiana .....	273
4.	<i>Pengaruh Radiasi Gamma Terhadap Profil Protein Plasmodium berghei Terhadap Stadium Eritrositik</i> Devita Tetriana, Darlina, Armanu dan Mukh. Syaifudin .....	282
5.	<i>Penentuan Dosis Inaktif Eschericia Coli S1 Hasil Iradiasi Gamma</i> Irawan Sugoro dan Sandra Hermanto .....	292
6.	<i>Pemanfaatan Limbah Fired Scrap Porselin Sebagai Bahan Baku Pembuatan Badan Keramik Porselin dan Karakterisasinya</i> Muljadi .....	298
7.	<i>Pembakuan Proses Pembuatan dan Karakterisasi Senyawa Hidroksiapatit Sebagai Pengganti Tulang</i> Yessy Warastuti .....	305
8.	<i>Pemantauan Paparan Radiasi dan Radioaktivitas Lingkungan Sekitar Lokasi Penelitian TENORM PTKMR – BATAN</i> Muji Wiyono, Farida Tusafariah, Wahyudi dan Kusdiana .....	316
9.	<i>Pengujian Sistem Pencacah Proporsional <math>4\pi</math>: Pencacahan Secara Absolut <math>^{36}\text{Cl}</math> dan <math>^{90}\text{Sr}</math></i> Pujadi dan Holnizar .....	327
10.	<i>Penggunaan Metode Spektrometri Gamma Detektor HPGe dalam Penentuan Kandungan Radioisotop dalam TENORM</i> Wijono, Pujadi dan Hermawan Chandra .....	336
11.	<i>Analisa Double Peak Energi Gamma 244,7 KeV dan 1112,1 KeV pada Radionuklida <math>^{152}\text{Eu}</math> untuk Kalibrasi Efisiensi Pada Spektrometer Gamma</i> Hermawan Chandra, Pujadi dan Gatot Wurdianto .....	348
12.	<i>Kalibrasi Dosimeter Farrmer Terhadap Dosimeter Standar Keithley di Laboratorium IAEA</i> Nurman Rajagukguk .....	360
13.	<i>Studi Pemanfaatan Biogas pada Pembuatan souh dengan Strategi Produksi Bersih</i> Akhmad Arslan dan Budiarto .....	370
14.	<i>Evaluasi Sistem Penanggulangan Kebakaran di Kapal Penumpang KM X di PT XY Tahun 2008</i> Cintha Estria dan Fatma Lestari .....	382

## **KELOMPOK INTERNATIONAL SEMINAR ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY**

1.	<i>Analysis of Radioactive Transportation Safety Regulation Implementation in Indonesia</i> Akhmad Busamah and Fatma Lestari .....	396
2.	<i>Comparison of IAEA Dosimetry Protocol TRS 398, TRS 381, TRS 277 for electron beam</i> Heru Prasetio and Djarwani S. Soejoko .....	404
3.	<i>Thermal Radiation Modeling at Oil and Gas Tank</i> Fatma Lestari .....	416
4.	<i>The Relationship of Electromagnetic Fields Exposure High Voltage Power Lines 500 kV to Hypersensitivity in Rural Communities (Jubang, Kendawa, KliKiran, Limbangan, Tegal Glagah) at Sub-Province Brebes, 2006</i> Defriman Djafri, BS.PH, MPH .....	421
	Daftar Nama Peserta .....	425

**LAPORAN KETUA PANITIA  
SEMINAR NASIONAL KESELAMATAN, KESEHATAN DAN LINGKUNGAN IV  
DAN INTERNATIONAL SEMINAR ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY  
DEPOK, 27 AGUSTUS 2008**

Yang kami hormati,

Para pembicara undangan:

- Ketua Dewan K-3 Nasional, Bapak Dr. Haryono
- Kepala Bapeten, Bapak Dr. As Natio Lasman
- Prof. Dr. Djarwani Soejoko

Our distinguished guests:

- Prof. Takashi Nakano, MD., Ph.D
- Dr. Masaru Wakatsuki

Yth. Pembantu Rektor III UI dan Bapak/ibu pejabat di Fakultas Kesehatan Masyarakat UI

Yth. Bapak/ibu pejabat struktural dan fungsional di lingkungan BATAN dan dari luar BATAN

Para tamu undangan dan peserta Seminar yang berbahagia,

Assalamualaikum Wr.Wb.

Pada pagi hari ini, marilah kita panjatkan puji syukur kita kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada kita sehingga kita dianugerahi keselamatan dan kesehatan serta kesempatan sehingga dapat datang dalam lingkungan ilmiah di acara Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV dan International Seminar on Occupational Health and Safety. Seminar ini merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi (PTKMR) – BATAN dan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Tema Seminar Nasional kali ini adalah “Upaya Sinergi dan Harmonisasi Iptek Nuklir dan Non-Nuklir untuk Peningkatan Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan”. Sedangkan tema Seminar Internasionalnya adalah “Radiation and Its Health Effect”.

Seminar ini bertujuan sebagai media temu ilmiah bagi para peneliti, akademisi, industri dan pemerhati iptek nuklir dan non-nuklir untuk menyebarluaskan informasi terkini mengenai perkembangan teknologi di bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan.

Bapak, ibu dan hadirin yang kami hormati,

Pada seminar kali ini akan dipresentasikan 42 makalah yang terdiri dari 7 makalah undangan baik dari dalam maupun luar negeri, 33 makalah seminar nasional yang dipresentasikan secara oral dan poster serta 5 makalah seminar internasional. Peserta yang hadir pada seminar ini diperkirakan berjumlah 250 orang.

Pada kesempatan ini, atas nama panitia, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga acara ini dapat terselenggara dengan baik. Seandainya terdapat kekurangan dalam penyelenggaraan seminar ini, mohon dibukakan pintu maaf yang sebesar-sebesarannya.

To our distinguished guests,  
Thank you for your attendance and cooperation. We hope you can enjoy during you stay in Indonesia. Gorai itadaite arigatou gozaimasu. Atatakai kokoro yori, yoroshiku onegaishimasu.

Selanjutnya, kami mohon perkenan Bapak Deputi Kepala Batan untuk memberikan sambutan sekaligus membuka secara resmi seminar ini.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Ketua Panitia  
Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV  
International Seminar on Occupational Health and Safety



**SAMBUTAN DEPUTI KEPALA BATAN  
BIDANG PENELITIAN DASAR DAN TERAPAN  
PADA SEMINAR NASIONAL  
KESELAMATAN, KESEHATAN DAN LINGKUNGAN IV  
DAN  
INTERNATIONAL SEMINAR ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY  
DI GEDUNG FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

Yang saya hormati:

Para pembicara undangan:

- Ketua Dewan K-3 Nasional, Bapak Dr. Haryono
- Kepala Bapeten, Bapak Dr. As Natsio Lasman
- Prof. Djarwani Soejoko, Ph.D

Our distinguished guests:

- Prof. Takashi Nakano, MD., Ph.D
- Dr. Masaru Wakatsuki

Pembantu Rektor III UI dan pejabat di Fakultas Kesehatan Masyarakat UI

Para pejabat struktural dan fungsional di lingkungan BATAN dan dari luar BATAN

Hadirin para peserta Seminar yang berbahagia,

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur marilah kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga pada hari ini kita telah diberi kesehatan dan kesempatan untuk dapat berkumpul di sini dalam rangka menghadiri Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV dan International Seminar on Occupational Health and Safety.

Seminar ini diselenggarakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR)-BATAN dan Fakultas Kesehatan Masyarakat-Universitas Indonesia.

Selamat datang kami sampaikan kepada para wakil dari instansi penyelenggara, para pembicara undangan dan para peserta seminar yang telah hadir di sini untuk berpartisipasi aktif dalam diskusi, serta bertukar informasi mutakhir dalam bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan.

Bapak, Ibu, hadirin yang kami hormati.

Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV dan *International Seminar on Occupational Health and Safety* ini diadakan dengan tujuan untuk memberi kesempatan pada semua pihak yang terkait dengan masalah keselamatan, kesehatan dan lingkungan untuk membangun sistem komunikasi terpadu dalam memperluas wawasan di

bidang iptek keselamatan, kesehatan dan lingkungan. Diharapkan kemitraan antara pakar, peneliti, praktisi dan para pemangku kepentingan yang bergerak atau berkepentingan dengan bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan dapat lebih ditingkatkan lagi.

Sistim komunikasi yang terpadu ini akan dapat lebih meningkatkan sinergi secara sistematis dari berbagai potensi yang ada baik dari lembaga penelitian dan pengembangan, lembaga pengawas, maupun industri. Hal ini akan berdampak pada percepatan laju pembangunan nasional kita, pembangunan yang berkelanjutan menuju Indonesia yang bermartabat.

Bapak, Ibu, hadirin yang kami hormati,

Keselamatan dan kesehatan merupakan dua hal pokok yang saling berintegrasi. Selamat tapi tidak sehat tentu kita tidak dapat melakukan aktivitas dengan baik. Sedangkan sehat tetapi tidak selamat sudah barang tentu sehatnya tidak berarti lagi.

Tema Seminar Nasional kali ini adalah "*Upaya Sinergi dan Harmonisasi Iptek Nuklir dan Non-Nuklir untuk Peningkatan Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan*". Tema ini mengisyaratkan arti penting adanya upaya-upaya yang saling mendukung dan harmonisasi antara iptek nuklir dan non-nuklir dalam bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan dalam rangka meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat. Pemanfaatan sumber daya alam dan pertumbuhan industri baik dalam bidang nuklir maupun non-nuklir yang semakin berkembang pesat perlu diselaraskan dengan kesadaran dan kepedulian terhadap aspek keselamatan, kesehatan dan lingkungan.

Aspek keselamatan, kesehatan dan lingkungan pada beberapa industri masih terlihat belum adanya harmonisasi ditinjau dari segi nuklir dan non-nuklir. Untuk itu perlu ditingkatkan harmonisasi antara pembuat regulasi dalam bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan. Hal ini bertujuan agar terjadi keseragaman regulasi di Indonesia yang berdampak pada efektivitas pelaksanaannya di lapangan, misalnya regulasi keselamatan pekerja, masyarakat dan lingkungan terhadap penanganan limbah yang mengandung campuran radioaktif dan juga B-3. Hal-hal seperti di atas itulah yang nantinya akan didiskusikan melalui pembicara undangan dari Ketua Dewan K-3 Nasional dan Kepala Bapeten.

Pada kesempatan Seminar Internasional ini mengambil tema "*Radiasi dan Efeknya terhadap Kesehatan*". Melalui tema ini akan didiskusikan tidak hanya radiasi nuklir saja, tetapi radiasi lain yang berasal dari sumber listrik tegangan tinggi, handphone, komputer, televisi dan sejenisnya. Dengan kajian-kajian ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan maka akan diperoleh kesepahaman bahwa dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak dapat menghindari dari paparan radiasi, sehingga ketakutan yang tidak beralasan terhadap radiasi nuklir bisa dihilangkan. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini merupakan

forum yang baik untuk berdiskusi mengenai pemanfaatan nuklir dalam bidang kesehatan. Kedua pembicara tamu dari Jepang kali ini akan membahas pemanfaatan nuklir untuk terapi kanker. Sudah tidak asing lagi bagi kita di kota-kota besar, bahwa banyak sekali pasien yang sudah menjalani terapi seperti ini. Begitu juga pemanfaatan Sinar Rontgen untuk foto thorax yang pemakaiannya sudah meluas di masyarakat akan dibahas oleh Prof. Djarwani.

Bapak, Ibu, hadirin yang kami hormati,

Menyadari hal ini, forum sekarang ini diharapkan bermanfaat sebagai forum untuk berkumpul, berinteraksi dan bertukar informasi mengenai perkembangan iptek keselamatan, kesehatan dan lingkungan dewasa ini.

Saya yakin bahwa kontribusi saudara-saudara sekalian terutama pembicara undangan yang pakar dalam bidangnya, akan memberikan dampak yang positif bagi perkembangan iptek keselamatan, kesehatan dan lingkungan yang pada gilirannya akan berdampak yang sangat berarti bagi kualitas hidup masyarakat dan sekaligus bermanfaat bagi generasi mendatang.

To our distinguished guests: Mr. Takashi Nakano and Mr. Masaru Wakatsuki from Department of Radiation Oncology, Gunma University, Japan. On behalf of the National Nuclear Energy Agency (BATAN), we thank you for your visit and willingness to give presentations.

Welcome to the 4<sup>th</sup> National Seminar on Safety, Health and Environmental and International Seminar on Occupational Health and Safety. This is an annual event which regularly organized by Center for Technology of Radiation Safety and Metrology-Batan and Faculty of Public Health – Universitas Indonesia.

We hope that through this seminar, we can keep our collaboration well to obtain mutual benefit, especially in utilization of sciences and technology of radiation application in health areas. Again, thank you for your attendance and cooperation. We hope you can enjoy stay in Indonesia.

Selanjutnya sesuai dengan permintaan panitia seminar, maka dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim, saya nyatakan Seminar Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan ke-4 dan *International Seminar on Occupational Health and Safety* secara resmi dibuka.

Terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.  
Deputi Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Bidang Penelitian Dasar dan Terapan

Dr. Ir. Anhar Riza Antariksawan

## **SUSUNAN PANITIA**

### **PENGARAH**

1. Deputi Kepala BATAN Bidang PDT
2. Kepala PTKMR

### **PELAKSANA**

- Ketua : Dr. Eko Pujjadi  
Wakil Ketua : Drs. lin Kurnia, M.Biomed  
Sekretariat : 1. Drs. Abdul Wa'id  
2. Wahyudi, S.ST  
3. Wasdiyono, SE  
4. Dra. Fatma Lestari, M.Si, Ph.D  
Bendahara : Helfi Yuliaty, A.Md

### **SEKSI-SEKSI:**

- Persidangan : 1. Affan Ahmad, MKKK  
2. Setyo Rini, SE.  
3. Agung Agusbudiman, A.Md  
4. Nurhidayati, A.Md  
5. Devita Tetriana, S.Si  
6. Ir. BY. Eko Budi Jumpeno, M.Si  
7. Hendra, SKM, MKKK  
8. Elisa Moetiara, SKM

- Perlengkapan : 1. Emil Lazuardi, SE  
2. Itong Mulyana  
3. Misdar  
4. Surwan

- Konsumsi : 1. Dra. Sri Subandini Lolaningrum  
2. Dra. Darlina

- Dokumentasi : Toni Prihatna

### **TIM EDITOR**

- Ketua : Drs. Bunawas, APU  
Anggota : 1. Dr. Susilo Widodo  
2. Dra. Zubaidah, M.Sc  
3. Drs. Mukhlis Akhadi, APU  
4. dr. Fadil Natsir, Sp.KN.  
5. Drs. Syarbaini, M.Sc  
6. Drs. Nurman Rajagukguk  
7. Dr. Mukh. Syaifudin  
8. Drs. Gatot Wurdianto, M.Eng  
9. Dr. Ir. Sjahrul M. Nasri, MS in Hyg

## PROSIDING

### SEMINAR NASIONAL KESELAMATAN, KESEHATAN DAN LINGKUNGAN - IV INTERNATIONAL SEMINAR ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY - I

Depok, 27 Agustus 2008

---

#### KATA PENGANTAR

Atas berkat Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, kami dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV dengan tema: "Upaya Sinergi dan Harmonisasi Iptek Nuklir dan Non-Nuklir untuk Peningkatan Keselamatan dan Lingkungan" serta Seminar International OHS bertema: "Radiation and Its Health Effect".

Seminar Nasional KKL-IV menyajikan 40 makalah: 7 makalah Undangan, 19 makalah Sidang Paralel serta 14 makalah dalam Sidang Poster. Sedangkan International Seminar OHS-I menyajikan 4 makalah Oral.

Distribusi makalah sebagai berikut:

Makalah Undangan:

- Dewan K-3 Nasional
- BAPETEN
- Gunma University, Japan
- Universitas Indonesia

Makalah peserta:

- PTKMR-BATAN : 19 makalah
- PATIR-BATAN : 4 makalah
- PTRKN-BATAN : 1 makalah
- Balitbangkes, Depkes : 1 makalah
- Puslit Fisika-LIPI : 2 makalah
- Dinas PU, Kab. Serang : 1 makalah
- Univ. Indonesia : 2 makalah
- Univ. Sriwijaya, Palembang : 1 makalah
- Univ. Andalas, Padang : 1 makalah
- Univ. Hasanudin, Makasar : 1 makalah

Makalah Seminar Internasional OHS:

- Depkes : 1 makalah
- BAPETEN : 1 makalah
- PTKMR-BATAN : 1 makalah
- Univ. Indonesia : 1 makalah

Semoga penerbitan Prosiding ini dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan sebagai media acuan dalam penelitian dan pengembangan keselamatan, kesehatan dan lingkungan.

Akhirnya, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas keterlambatan penerbitan prosiding ini. Kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Prosiding, kami mengucapkan terima kasih.

Jakarta, Mei 2009

**Panitia**



Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi  
Badan Tenaga Nuklir Nasional

---

#### PENGARAH :

1. Dr. Pramudita Anggraita - BATAN
2. Dr. Susilo Widodo - BATAN
3. Dra. Fatma Lestari, M.Si., Ph.D - UI

#### SUSUNAN TIM EDITOR DAN PENILAI MAKALAH

---

##### **Ketua**

Drs. Bunawas, APU

##### **Anggota:**

- Dr. Susilo Widodo - BATAN
- Dra. Zubaidah Alatas, M.Sc. - BATAN
- Drs. Mukhlis Akhadi, APU - BATAN
- Dr. Fadil Nasir, Sp.KN - BATAN
- Drs. Syarbaini, M.Sc. - BATAN
- Drs. Nurman Rajagukguk - BATAN
- Dr. Mukh. Syaifudin - BATAN
- Drs. Gatot Wurdianto, M.Eng. - BATAN
- Dr. Ir. Sjahrul M. Nasri, MS. - UI

ISSN : 1412 - 2499

## FAKTOR TRANSFER Cs-137 DARI TANAH LATOSOL KE CABE (*Capsicum annuum L.*)

*Leli Nirwani, Wahyudi dan Jumaher*

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi -BATAN

### ABSTRAK

**FAKTOR TRANSFER Cs-137 DARI TANAH LATOSOL KE CABE** (*Capsicum annuum L.*). Telah dilakukan penelitian faktor transfer Cs-137 dari tanah *latosol* ke cabe (*Capsicum annuum L.*) menggunakan wadah pot. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor transfer Cs-137 dari tanah *latosol* ke cabe. Percobaan pot secara rancangan acak lengkap dengan dua perlakuan yaitu pemberian tanah dengan Cs-137 dan tanpa pemberian Cs-137 sebagai kontrol. Konsentrasi Cs-137 yang diberikan sekitar 7,5287 kBq/pot. Jumlah tanaman uji dan tanaman kontrol masing-masing 12 pot. Masing-masing pot berisi 5 kg tanah. Setelah panen, tanah dan cabe dikeringkan kemudian ditentukan konsentrasi Cs-137 menggunakan spektrometer gamma. Faktor transfer yang diperoleh bervariasi antara 0,0386 sampai 0,1333 dengan nilai rerata 0,0876.

*Kata kunci : faktor transfer, tanah latosol, cabe, Cs-137*

### ABSTRACT

**Cs-137 TRANSFER STUDY FROM LATOSOL SOIL TO CHILI** (*Capsicum annuum L.*). Cs-137 transfer factor study from *latosol* soil to chili (*Capsicum annuum L.*) used bracket have been carried.. The aim of the research is to know the Cs-137 transfer factor from *latosol* soil to chili. Pot experiment was carried out by using the complete random design to evaluate two treatment, namely soil with Cs-137 and without Cs-137. Cs-137 concentration each bracket about 7.5287 kBq. Tested plant and control plant amount to 12 pots. Each pot contains 5 kg of soil. After harvest, it was determined the weight of dry chili then measured used gamma spectrometer to determine the Cs-137 concentration in dry chili and dry soil. Transfer factor was found ranged from 0.0386 to 0.1333 and the average is 0.0876.

*Key words: transfer factor, latosol soil, chili, Cs-137*

---

### PENDAHULUAN

Pada operasi normal ataupun kasus kecelakaan, fasilitas nuklir akan melepaskan radionuklida hasil fisi atau hasil aktivasi ke lingkungan. Radionuklida hasil fisi dan aktivasi yang biasanya terlepas ke lingkungan adalah Cs-137. Radionuklida ini apabila terlepas dari fasilitas nuklir biasanya akan masuk

ke komponen lingkungan baik melalui udara, yang kemudian terdeposisi ke tanah dan air, atau melalui sistem perairan. Kemudian radionuklida akan masuk ke dalam tubuh manusia, baik secara langsung, yaitu melalui inhalasi, atau secara tidak langsung yaitu melalui rantai makanan. Radionuklida yang ter-

deposisi di tanah akan terserap oleh tanaman yang kemudian dikonsumsi manusia.

Dampak radiologik dari lepasan radionuklida ke lingkungan dievaluasi dengan bantuan model matematika, yang dalam perhitungannya berdasar pada jalur masuknya radionuklida dari saat dilepas ke lingkungan sampai ke manusia. Jalur ini menggambarkan proses perpindahan radionuklida dari satu komponen lingkungan ke komponen lingkungan lainnya. Proses perpindahan ini dinyatakan sebagai factor pindah, atau umumnya disebut juga sebagai faktor transfer. Faktor transfer adalah perbandingan konsentrasi radionuklida dalam tanaman kering dengan konsentrasi radionuklida dalam tanah kering (Bq/g tanaman kering / Bq/g tanah kering)<sup>1</sup>. Beberapa hal yang mempengaruhi faktor transfer adalah jenis radionuklida, jenis tanaman, jenis tanah, sifat fisika tanah (tekstur tanah) dan sifat kimia tanah (pH tanah, kandungan bahan organik tanah, dan kapasitas tukar kation tanah)<sup>1</sup>.

Cabe besar (*Capsicum annuum* L.) adalah suatu tanaman semusim berbentuk perdu atau setengah perdu mempunyai sistem perakaran agak menyebar; batang utama tumbuh tegak dan pangkalnya berkayu. Daun tumbuh

secara tunggal dengan bentuk bervariasi, yaitu lancip sampai bulat telur dan ujungnya runcing. Struktur buah cabe besar terdiri dari kulit, daging buah, dan di dalamnya terdapat sebuah plasenta sebagai tempat biji menempel secara tersusun. Buah cabe banyak mengandung karoten, vitamin A, dan vitamin C. Tanah ideal untuk tanaman cabe adalah jenis tanah andosol, latosol dan regosol. pH tanah yang optimum berkisar dari 5,5 sampai 6,8 di atas atau di bawahnya akan mengakibatkan produksi yang rendah. Cabe termasuk divisio: Spermathopyta, sub divisio: Angiospermae, kelas: dicotyledoneae, famili: Solanaceae, genus: Capsicum.<sup>2</sup>

Tanah Latosol adalah tanah dengan kadar liat lebih dari 60 %, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam dengan batas-batas horison yang kabur, solum dalam (lebih dari 150 cm)<sup>3</sup>. Tanah latosol merupakan salah satu jenis tanah yang cukup banyak dijumpai di daerah tropik, tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Luas tanah latosol mempunyai urutan kedua setelah podsolik<sup>4</sup>.

Pada makalah ini dilaporkan percobaan untuk menentukan faktor transfer radionuklida Cs-137 dari tanah latosol ke cabe.

Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan masukan kepada IAEA dalam penyusunan “Hand Book” parameter factor transfer dari tanah ke berbagai tanaman khususnya untuk daerah tropis.

## **TATA KERJA**

### **Peralatan**

Peralatan yang digunakan adalah pot sebanyak 12 buah, sebagai wadah tanah yang digunakan sebagai tempat tumbuhnya tanaman cabe. Sedangkan peralatan lain adalah saringan tanah, oven, timbangan elektronik, dan spectrometer gamma untuk mengukur aktivitas Cs-137 dalam sample cabe maupun sample tanah.

### **Bahan**

Contoh tanah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari sekitar lokasi calon tapak pendirian Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) pertama di Indonesia, yaitu Ujung Lemah Abang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Tanah yang diambil adalah tanah permukaan dengan kedalaman sampai 20 cm. Tanah yang telah kering udara ditumbuk dan disaring dengan ayakan bermata saring 2 mm digunakan untuk analisis

pendahuluan meliputi: pH, bahan organik, tekstur, konsentrasi P, K, Al, H, dan Nilai Tukar Kation yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat di Bogor. Selain itu, dilakukan juga pengukuran Cs-137 dalam tanah kering sebelum dilakukan percobaan pot.

### **Percobaan Rumah Kaca**

Tanah yang telah kering udara, ditumbuk dan disaring dengan memakai ayakan bermata saring 2 mm, lalu diaduk merata. Pada setiap pot tanah ditimbang seberat 5 kg sebanyak 24 pot. Perlakuan yang diujikan dalam percobaan ini ialah pemberian radionuklida Cs-137. Jumlah tanaman uji dan tanaman kontrol yang dicobakan yaitu masing-masing sebanyak 12 pot. Setelah contoh tanah diberikan Cs-137, didiamkan selama 1 bulan untuk mencapai kesetimbangan. Adapun jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman cabe. Benih cabe ditanam sebanyak 3-5 benih per pot. Pupuk N, P dan K diberikan untuk menjaga kesetimbangan unsur hara dalam tanah. Penyiraman dengan air dilakukan setiap hari. Pengendalian hama digunakan Dimacide 400 EC secara penyemprotan yang dilakukan bila ada serangan hama.



### Rancangan Percobaan

Percobaan dilaksanakan secara Rancangan Acak Lengkap mengujikan 2 perlakuan yaitu pemberian tanah dengan radionuklida Cs-137 dengan ulangan sebanyak 12 kali untuk setiap perlakuan. Dengan demikian Rancangan Acak Lengkap memiliki jumlah satuan percobaan berjumlah 12 pot tanaman uji dan 12 pot tanaman kontrol (tanpa pemberian radionuklida Cs-137).

Model Statistik dari Rancangan Acak Lengkap yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ik} = U + a_i + c_k + E_{ik} \quad \dots (1)$$

dengan :

$i$  = perlakuan pemberian radionuklida Cs-137

$k$  = ulangan (12 kali)

$Y_{ik}$  = nilai pengamatan perlakuan ke  $i$  dan ulangan ke  $k$

$U$  = nilai rata-rata umum

$a_i$  = pengaruh perlakuan pemberian radionuklida Cs-137 ke  $i$

$c_k$  = pengaruh ulangan ke  $k$

$E_{ik}$  = pengaruh acak dari pemberian radionuklida Cs-137 ke  $i$ , dan ulangan ke  $k$

### Analisis dan pengukuran

Panen tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 90 hari, setelah panen cabe dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Cabe kering dipotong-potong lalu ditimbang untuk penentuan bobot kering dan dimasukkan dalam vial dan ditutup. Kemudian dilakukan pengukuran Cs-137 dengan spektrometer gamma.

Tanah pasca panen dikeringkan, lalu ditimbang seberat 25 gram dan dimasukkan ke dalam vial, selanjutnya dilakukan pengukuran Cs-137 dengan alat spektrometer gamma.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pendahuluan

Hasil analisis sifat kimia dan sifat fisika tanah disajikan dalam Tabel 1. Analisis ini dilakukan di laboratorium tanah, Bogor sebelum tanah tersebut digunakan untuk melakukan penelitian. Dari hasil analisis tanah ini dapat dilihat bahwa kandungan bahan organik tanah tersebut tergolong rendah (nilai batas dapat dilihat pada lampiran 1), yang berarti tingkat kesuburannya rendah yang akan berakibat pada nilai faktor transfer yang rendah pula.

Faktor lain yang menentukan nilai faktor transfer adalah keasaman (pH) tanah, dimana pada contoh tanah ini pHnya bersifat asam (5,7) yang akan berpengaruh cukup baik pada pertumbuhan tanaman cabe, dimana pH tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabe antara 5,5 – 6,8 .

**Tabel 1.** Hasil analisis kimia dan fisika pada contoh tanah sebelum dilakukan percobaan pot.

No.	Parameter	Unsur/Senyawa	Kadar/Nilai
1.	Tekstur	Pasir	4%
		Debu	11%
		Liat	85%
2.	Bahan Organik	C	1,12%
		N	0,15%
		C/N	7
3.	P dan K (HCl 25%) P (Bray 1)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	230 mg/100g
		K <sub>2</sub> O	66 mg/100g
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	83,5 me/100g
4.	Nilai Tukar Kation ( NH <sub>4</sub> - Acetat 1N, pH=7)	Ca	5,01 me/100g
		Mg	2,25 me/100g
		K	1,24 me/100g
		Na	0,50 me/100g
		KTK	17,25 me/100g
		KB	52%
5.	Al & H (KCl 1N)	Al <sup>+3</sup>	0,49 me/100g
		H <sup>+</sup>	0,14 me/100g
6.	PH : H <sub>2</sub> O		5,7
	KCl		5,2
7.	Radioaktivitas	Cs-137	20,01 Bq/g

#### **Berat kering tanaman cabe**

Data berat kering tanaman yang diperoleh setelah panen disajikan pada Tabel 2. Pengaruh pemberian Cs-137 terhadap berat kering cabe disajikan pada Tabel 3. Dari hasil sidik ragam diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa Cs-137 dapat diserap oleh tanaman cabe.

Hasil penelitian yang diperoleh yaitu berat kering cabe yang diberikan Cs-137 (CA) bervariasi antara 1,5234 – 11,4193 gram dengan nilai rata-rata 6,4041\_gram dan pada cabe kontrol (CK) bervariasi antara 0,5262 - 17,4355 gram dengan nilai rata-rata 14,6763 gram (Tabel 1).

**Tabel 2.** Hasil penimbangan cabe kering

Ulangan	Berat cabe kering (gr)	
	Perlakuan CA	Perlakuan CK
1	8,0252	16,6175
2	8,3109	17,4355
3	3,7065	-
4	5,7124	14,0679
5	1,5234	3,4930
6	11,4193	8,6643
7	8,1158	0,9677
8	2,4527	20,2077
9	10,1839	9,8479
10	4,0068	9,7994
11	2,7546	0,5262
12	10,6383	3,6763
	Rerata =6,4041	Rerata = 14,6763

Keterangan : CA = Cabe Aktif (pemberian Cs-137)  
CK = Cabe Kontrol (tanpa Cs-137)  
- = Tanaman cabe mati.

Berat kering tertinggi ditemukan pada tanaman cabe yang tidak diberikan Cs-137, hal ini menunjukkan bahwa pemberian Cs-137 tidak mempengaruhi pertumbuhan cabe. Hal ini dimungkinkan karena sifat caesium sama dengan kalium (sama-sama Gol. I), dimana kalium merupakan unsur hara makro yang dalam jumlah besar diperlukan oleh tanaman terutama untuk pertumbuhan batang.

Hasil penelitian yang diperoleh yaitu konsentrasi Cs-137 dalam cabe yang diberikan Cs-137 (BA) bervariasi antara 0,3 – 2,1g dengan nilai rata-rata 5,31 Bq/g cabe kering (Tabel 3)

Konsentrasi Cs-137 tertinggi ditemukan pada cabe yang diberikan Cs-

137, hal ini menunjukkan bahwa Cs-137 dapat diserap tanaman cabe. Hal ini dimungkinkan karena sifat Caesium sama dengan Kalium (sama-sama Gol. I), dimana Kalium merupakan unsur hara makro yang dalam jumlah besar diperlukan oleh tanaman terutama untuk pertumbuhan batang. Selain itu sifat Cs-137 dalam tanah kelutannya tinggi sehingga mudah diserap tanaman untuk pertumbuhannya.

**Tabel 3.** Konsentrasi Cs-137 dalam cabe kering (Bq/g x 10<sup>-3</sup>)

Ulangan	Perlakuan CA
1	184,06± 0,23
2	213,33± 0,25
3	205,74± 0,19
4	179,54± 0,10
5	455,39± 0,12
6	144,81± 0,09
7	187,47± 0,10
8	302,89± 0,10
9	170,49± 0,09
10	231,94± 0,10
11	215,11± 0,10
12	153,18± 0,09
	Rerata = 220,33± 0,13

Dari hasil penelitian diperoleh nilai faktor transfer Cs-137 dari tanah latosol yang berasal dari Ujung Lemah Abang, Jepara ke tanaman cabe bervariasi antara 0,0386 – 0,1333 dengan nilai rata-rata 0,0876.

**Tabel 4.** Konsentrasi Cs-137 dalam tanah yang sudah ditanami cabe (Bq/g x 10<sup>-3</sup>)

Ulangan	Perlakuan CA
1	2923,40
2	3791,62
3	-
4	2411,44
5	3420,83
6	2209,64
7	3170,80
8	3617,85
9	3238,54
10	1784,52
11	3294,07
12	3961,12
	Rerata = 220,33 ± 0,13

**Tabel 5.** Faktor transfer Cs-137 dari tanah ke tanaman cabe.

No.	K o d e	Faktor Transfer
1	CA-1	0,0629
2	CA-2	0,0562
3	CA-3	-
4	CA-4	0,0744
5	CA-5	0,1333
6	CA-6	0,0655
7	CA-7	0,0591
8	CA-8	0,0837
9	CA-9	0,0526
10	CA-10	0,1299
11	CA-11	0,0652
12	CA-12	0,0386
		Rerata = 0,0876

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh nilai faktor transfer Cs-137 dari tanah latosol yang berasal dari Ujung Lemah Abang, Jepara ke tanaman cabe bervariasi antara 0,0386 sampai 0,1333 dengan nilai rata-rata 0,0876. Data tersebut dapat digunakan sebagai bahan masukan kepada IAEA dalam penyusunan "Hand Book" parameter faktor transfer Cs-137 dari tanah ke tanaman cabe.

### Saran

Masih diperlukan penelitian tentang faktor transfer dari tanah ke berbagai jenis tanaman pangan lainnya khususnya untuk daerah tropis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA, Hand Book of Parameter values for the Prediction of radionuclide transfer in temperate environments. Tec.Rep. S. No. 364. Produced in collaboration with the International Union of Radioecologist, IAEA, Vienna, 1994.
2. RAHMAT RUKMANA, Usaha Tani Cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 1996.
3. SARWONO HARDJOWIGENO, Ilmu Tanah. PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta, 1987.
4. SOEPRAPTOHARDJO, Klasifikasi Tanah Indonesia, Lembaga Penelitian Tanah Indonesia, Bogor, 1975.

5. PSPKR, Diktat Latihan Keahlian “Penentuan Kosentrasi Cemarannya Sr-90 dan Cs-137 dalam Air dan Makanan” Angkatan II 11 Januari – 8 Pebruari 1993. Badan Tenaga Atom Nasional. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi, Jakarta, 1993.