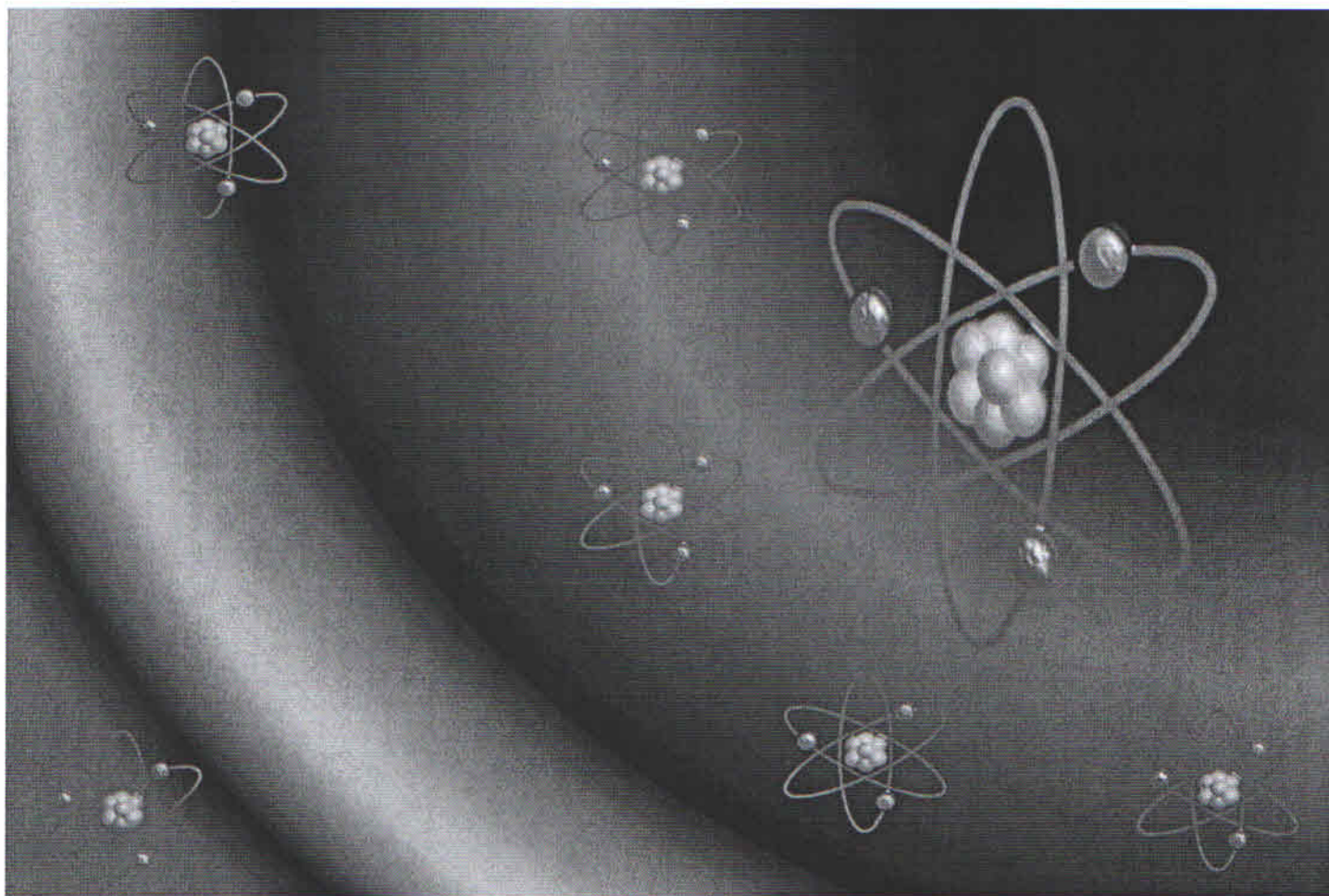


ISBN 978-979-3558-29-5

PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI 2018

**apisora**  
2018 aplikasi isotop dan radiasi

Tema:  
Isotop dan Radiasi Mendukung Kemandirian Bangsa  
Jakarta, 09 Agustus 2018



Diterbitkan oleh :  
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi  
Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Tanggal 20 Desember 2018

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan karunia-Nya sehingga **Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) 2018** dengan tema "Isotop dan Radiasi Mendukung Kemandirian Bangsa" dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan karya ilmiah para pemakalah dari berbagai institusi/universitas dan berbagai latar belakang kepakaran yang telah dipresentasikan pada Seminar Nasional APISORA yang diselenggarakan pada tanggal 09 Agustus 2018 di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR)-Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN).

Seminar APISORA 2018 dihadiri oleh 245 (dua ratus empat puluh lima) peserta dan tamu undangan dari berbagai instansi pemerintah, universitas, rumah sakit, dan industri swasta di Indonesia. Pada seminar APISORA dipresentasikan sejumlah 64 (enam puluh empat) makalah yang berasal dari berbagai institusi dan universitas, yaitu 47 (empat puluh tujuh) makalah berasal dari BATAN, dan 17 (tujuh belas) makalah berasal dari lembaga lain, yaitu: LIPI, Kementerian Kelautan dan Perikanan, UIN Syarif Hidayatullah, Institut Pertanian Bogor, Institut Teknologi Bandung, Universitas Pancasila, Universitas Andalas, Universitas Sebelas Maret, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Universitas Islam Sumatera Utara, dan Universitas Bakrie. Setelah melalui seleksi oleh Dewan Editor dan Reviewer APISORA, sejumlah tiga puluh lima (tiga puluh lima) makalah dipilih untuk dimuat di Prosiding APISORA 2018.

PAIR-BATAN sebagai pihak penyelenggara seminar APISORA 2018 mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia, pembicara, moderator, serta peserta pemakalah dan pendengar yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan seminar. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh dewan Editor dan Reviewer APISORA yang telah melakukan seleksi, memberikan penilaian, arahan, masukan, dan koreksi terhadap makalah-makalah yang masuk, sehingga layak untuk diterbitkan di Prosiding APISORA 2018. Ucapan terimakasih yang tak terhingga juga diucapkan kepada seluruh dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan menerbitkan Prosiding ini.

Besar harapan kami, bahwa prosiding ini akan memberikan manfaat bagi para pembaca, serta menjadi acuan dalam melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi di Indonesia. Akhir kata, kami menyadari bahwa Prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan kegiatan seminar dan penerbitan Prosiding APISORA yang akan datang.

Wa'alaikumsalam warrahmatullahi wabarakatuh,

Jakarta, 20 Desember 2018  
Ketua

Dr. Eng. Farah Nurlidar, M.Si

## PROSIDING

### SEMINAR NASIONAL APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (APISORA) 2018

#### “Isotop dan Radiasi Mendukung Kemandirian Bangsa”

#### SUSUNAN PANITIA, DEWAN REVIEWER, DAN EDITOR PROSIDING APISORA 2018

##### Pengarah:

Ketua : Prof. Dr. Djarot S. Wisnubroto (Kepala BATAN)  
Anggota : Prof. Dr. Ir. Efrizon Umar, MT (Deputi BATAN)  
Totti Tjiptosumirat (Kepala PAIR - BATAN)

##### Dewan Reviewer:

Dr. Darmawan Darwis (PAIR - BATAN) Dr. Desta Wirnas, SP, M.Si (Institut Pertanian Bogor)  
Dr. Paston Sidauruk (PAIR - BATAN) Dr. Boki Jeanne Tuasikal (PAIR - BATAN)  
Dr. Irawan Sugoro (PAIR - BATAN) Dr. Ania Citraresmini (PAIR - BATAN)  
Prof. Dr. Soeranto Human, M.Sc (PAIR - BATAN) Dr. Murni Indarwatmi (PAIR - BATAN)  
Dr. Sobrizal (PAIR - BATAN) Dr. Tita Puspitasari (PAIR - BATAN)  
Dr. Endang Saepudin (Universitas Indonesia) Dian Pribadi Perkasa, M.Biotech (PAIR - BATAN)

##### Dewan Editor:

Dr. Eng. Farah Nurlidar, M.Si  
Rasi Prasetio, M.Si  
Dr. Ania Citraresmini

##### Panitia Pelaksana:

Ketua Pelaksana : Dr. Eng. Farah Nurlidar, M.Si  
Wakil Ketua : Rasi Prasetio, M.Si  
Sekretaris I : Beni Ernawan, M.Si  
Sekretaris II : Ali Agus  
Bendahara : Agus Darmawan, SP  
Seksi Seminar : Niken Hayudanti Anggarini, M.Si  
Marina Yuniawati Maryono, M.Si  
Susanto, S.Si  
Dewa Ketut Rai  
Saroji, A.Md  
Seksi Pameran : Bayu Azmi, M.Si  
Anggi Nico Flatian, M.Si  
Untung Sugiharto, A.Md  
Seksi Promosi dan Humas : Akhmad Rasyid Syahputra, M.Si  
Melisa Weno Gusthia, S.Si  
Indra Mustika Pratama, A.Md  
Seksi Publikasi : Bambang Sutarto, M.M  
Asih Nariastuti, B.Sc  
Protokol : Mubarik Achmad  
Dokumentasi : Ikin Sadikin  
Konsumsi : Farida Ariyanti  
Kesehatan : dr. Irfany Khairunnisa  
Pengamanan : Tedi Hadi Permana, A.Md

ISBN 978-979-3558-29-5

**Penerbit:**

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

**Redaksi:**

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan 12440

Telp. 021-7690709

Fax. 021-7691607

Email: pair@batan.go.id

**Cetakan pertama, Desember 2018**

**Hak cipta dilindungi undang-undang.**

**Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit**

**DAFTAR ISI**

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar .....	ii
Susunan Panitia, Dewan Reviewer, dan Editor Prosiding APISORA 2018 .....	iii
Daftar Isi .....	v
Aktivitas Enzim dan Profil Serat pada Jerami Padi yang Difermentasi menggunakan <i>Aspergillus niger</i> yang Diiradiasi Gamma <i>T. Wahyono, D. P. Utomo, Nurhasni, N. Mulyana, S. N. W. Hardani dan Suharyono</i>	1-8
Profil Kecernaan <i>In Vitro</i> Tanaman Sorgum Hasil Pemuliaan dengan Mutasi Radiasi <i>T. Wahyono, S. N. W. Hardani, D. Ansori, T. Handayani, D. Priyoatmojo, Sihono, Firsoni, W. T. Sasongko, dan I. Sugoro</i>	9-18
Seleksi Mutan Padi Beras Merah Lokal Sumatera Barat Genotipe Sigah Berdasarkan Karakter Tinggi Tanaman dan Jumlah Anakan <i>S. Kurniawati, I. Chaniago, dan I. Suliansyah</i>	19-24
Uji Daya Hasil Lanjutan Galur-Galur Mutan Sorgum Pangan di Citayam Bogor <i>Sihono, W. M. Indriatama, dan S. Human</i>	25-31
Produktivitas Ratun Pertama 45 Galur Mutan Sorgum <i>M. F. S. Ningrum, W. M. Indriatama dan H. Gustia</i>	32-40
Peningkatan Produksi Kedelai Hitam Varietas Mutiara 2 Melalui Pemberian Pupuk Organik Cair <i>T. Bachtiar, Nurrobifahmi, A. Citraesmini, A. N. Flatian, , S. Slamet, dan Tarmizi</i>	41-48
Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma pada Pertumbuhan Tanaman Kapas Varietas Karisma 1 <i>L. Harsanti dan S. Widiarsih</i>	49-53
Aktifitas Hipolipidemik Beras Hitam ( <i>Oriza sativa</i> L.) Hasil Pemuliaan dengan Sinar Gamma <i>N. W. Istanti, S. Listyawati, dan Sutarno</i>	54-59
Dampak Radiasi Pengion terhadap Profil Hematologi Pekerja Radiasi di Rumah Sakit <i>T. Rahardjo, H. N. E. Surniyantoro, V. A. Sufivan, Titin Prihatini, dan Darlina</i>	60-66
Efek Radiasi Gamma Terhadap Viabilitas Bakteri <i>Brucella abortus</i> CH 09 BL <i>T. Handayani, S. M. Noor, dan F. H. Pasaribu</i>	67-72
Analisis Sitogenetik dan SNPs pada Sel Limfosit Pekerja Radiasi Medik <i>Y. Lusiyanti, V. A. Sufivan, M. Lubis, Suryadi, H. N. E. Surniyantoro, S. Purnami, dan N. Rahajeng</i>	73-78
Komparasi Hasil Perhitungan Paparan Internal Uranium dan Plutonium pada Sampel Bioassay antara Metode Konvensional dengan Menggunakan Software IMBA <i>M. M. Farid dan Y. Andriani</i>	79-84

Analisis Profil Sel Darah Merah dari Implantasi <i>Demineralized Freeze-Dried Bone Xenografi</i> Steril Iradiasi Gamma pada Tulang Kalvaria Tikus <i>F. Amelia, B. Abbas, D. Darwis, S. Estuningsih, dan D. Noviana</i>	85-94
Penentuan Kadar <i>Kurkumin</i> dari beberapa Tanaman <i>Curcuma</i> Setelah Diiradiasi Gamma <i>Susanto dan E. K. Winarno</i>	95-101
Korelasi Paparan Radiasi Pngion terhadap Kadar Hematokrit, Trombosit, dan Eritrosit Pekerja Radiasi <i>H. N. E. Surniyantoro dan T. Rahardjo</i>	102-108
Sintesis Kitosan Berat Molekul Rendah Menggunakan Hidrogen Peroksida dan Iradiasi Sinar Gamma <i>N. Nuryanthi, A.R. Syahputra, D.S. Pangerteni, S. Susilawati, T. Puspitasari, dan D. Darwis</i>	109-113
Estimasi Laju Sedimentasi Menggunakan Isotop Alam $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ di S. Cisemeut – Lebak – Banten <i>N. Suhartini dan B. Aliyanta</i>	114-119
Pengaruh Sebaran Normal Dosis Radiasi Personil pada Zona Quartil Atas terhadap Nilai Pembatas Dosis <i>S. Muhammad</i>	120-125
Distribusi Radioisotop Radon-222 dalam Gas Tanah di Kawasan Nuklir Pasar Jumat <i>N. Laksmiingpuri, R. Prasetyo, dan Nurfadhlina</i>	126-131
Disain Sistem Iradiasi dengan Cobalt-60 untuk Disinfeksi Air dalam Budidaya Udang <i>N. F. Gusmawati, D. Soembogo, A. A. Lubis, dan E. Supriyono</i>	132-141
Optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka <i>Rr. D. R. Pipin Soedjarwo*, F. Priyadi, D. Setiaji, dan Rohmansyur</i>	142-147
Evaluasi Radioaktivitas Gross Beta, TDS, dan pH pada Air Tanah di Kawasan Nuklir Pasar Jumat (KNPJ) dan Sekitar <i>N. H. Anggarini, M. Stefanus, T. Hud, dan L. Rixon</i>	148-155
Study the Response of TLD-Barc Against X-Ray and Photon and Algorithm for Evaluation of Hp(10) <i>Nazaroh, R. Syaifudin, C. T. Budiantari, dan A. S. Pradhan</i>	156-162
Pengukuran Laju Paparan Radiasi dan Potensi Paparan Radiasi Sumber Irradiator Gamma Merah Putih <i>T. Ardiyati dan Kasmudin</i>	163-169
Studi Unjuk Kerja Keselamatan Mekanik dan Radiasi pada Peralatan Radiografi Model 880 Delta dan Tech Ops 660 B <i>B. Y. E. B. Jumpeno dan M. Rangkuti</i>	170-176
Studi Respon TLD-700 [Lif:Mg, Ti] Terhadap Gamma ( $^{137}\text{Cs}$ ) dan Beta [ $^{147}\text{Pm}$ , $^{85}\text{Kr}$ dan $^{90}\text{Sr}$ ] <i>Nazaroh, Pardi, dan C. T. Budiantari</i>	177-185

Early Study on Radiographic Examination of Soft Alloy Casting Material using Digital Fluoroscopy <i>Sugiharto, Y. Kriswandono, Wibisono, Kushartono, H. A. Ramadhany, D. Soembogo, N. Sianta, and S. B. Santoso</i>	186-194
Evaluation of Mixing Level of Continuous Single Phase Pipe Flow using Basic radiotracer Models <i>Sugiharto</i>	195-202
Verifikasi Penentuan Laju Dosis Serap Air Berkas Foton 6 MV Pesawat Tomoterapi Hi Art antara PTKMR dan RSCM <i>A. F. Firmanyah, N. Rajagukguk, Nuruddin, W. E. Wibowo, dan P. Cheah</i>	203-207
Penentuan Efisiensi dan Faktor Koreksi Absorpsi untuk Pengukuran Radioaktivitas Beta Total Menggunakan Kalium Klorida (KCl) <i>L. Rixson dan M. Stefanus</i>	208-14
Measurement of Metal Thickness using X-Ray Computed Radiography <i>B. Azmi, H. A. Ramadhany, and F. R. Ningsih</i>	215-220
Analisis Pengurangan Emisi Karbon dengan Opsi PLTN Pengganti PLTU untuk Wilayah Nusa Tenggara Barat <i>W. L. Widodo</i>	221-228
Kajian Kebijakan Strategis dalam Pengelolaan Iradiator pada Era PP Tarif Baru <i>Y. Garini dan H. Wahyuningrum</i>	229-235
Scan Absorption Column in Industrial Process <i>Wibisono, B. Azmi, F. R. Ningsih, dan M. Stefanus</i>	236-240
Scan Reference Performed on Quench Tower using Co-60 <i>Wibisono</i>	241-247

## DAMPAK RADIASI PENGION TERHADAP PROFIL HEMATOLOGI PEKERJA RADIASI DI RUMAH SAKIT

*The Impact of Ionizing Radiation on Hematological Profile of Radiation Workers in Hospital*

**Tur Rahardjo\*, Harry Nugroho Eko Surniyantoro, Viria Agesti Sufivan, Titin Prihatini, dan Darlina.**

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan 12440, Indonesia

\*E-mail korepondensi: turahardjo@batan.go.id

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya perbedaan efek biologis akibat radiasi pengion terhadap sistem hemopoitik pekerja radiasi dan non pekerja radiasi di rumah sakit sebagai kontrol. Sebanyak 3 ml darah dari 39 orang (masing-masing 24 orang pekerja radiasi dan 15 orang sebagai kontrol) diambil dengan menggunakan syringe kemudian dimasukkan ke dalam vacutainer yang berisi anti-koagulan (EDTA), dikocok perlahan-lahan agar tidak menggumpal. Darah tersebut diperiksa dengan menggunakan alat Hematologi analiser (ABX Micros 60) sesuai standar laboratorium. Uji T digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antar pekerja radiasi dengan non pekerja radiasi, sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Hb, eritrosit, trombosit, leukosit, HCT, limfosit absolute, MCV, MCH, MCHC, LED pekerja radiasi tidak mengalami penurunan dan masih dalam batas normal. Hasil uji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ). Sedangkan untuk RDW, menunjukan distribusi data normal perbedaan antar dosis bermakna karena ( $p < 0,05$ ). Dari data ini dapat disimpulkan bahwa dampak paparan radiasi pengion tidak mengakibatkan terganggunya sistem hemopoitik pekerja radiasi. Hal ini kemungkinan karena para pekerja dalam melakukan aktivitasnya sudah mengikuti ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja.

**Kata kunci:** radiasi pengion, profil hematologi, sistem hematopoietik, hematology analiser, pekerja radiasi

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the differences in biological effects due to ionizing radiation to the hematopoietic system of radiation workers and non-radiation workers in hospitals as controls. A total of 3 mL of blood from 39 subjects (24 radiation workers and 15 controls) were taken using a syringe then put into a vacutainer containing anti-coagulant (EDTA) then inverted slowly to prevent the blood clots. The blood samples were examined using a Hematology analyzer (ABX Micros 60) according to the laboratory standards. A T-test was conducted on the mean values of all hematological parameters to analyze those parameters which show significant difference between radiation workers and non radiation workers. The results showed that the hemoglobin levels, erythrocytes, platelets, leukocytes, HCT, absolute lymphocytes, MCV, MCH, MCHC and LED radiation workers did not decrease and were still within a normal range. The results of statistical tests did not show significant differences ( $p > 0.05$ ). As for RDW, it shows normal data distribution and the difference between doses is significantly different ( $p < 0.05$ ). The results showed that the effects of ionizing radiation exposure did not disrupt the hematopoietic system of radiation workers. This is due to the fact that radiation workers in carrying out their activities have followed occupational health and safety regulations.

**Keywords:** ionizing radiation, hematological profiles, hematopoietic system, hematology analyzer, radiation worker

### PENDAHULUAN

Berdasarkan UU No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran pasal 16 ayat (1) menyatakan bahwa "setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan kesehatan, keamanan, dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup". Di samping itu hal ini juga ditekankan oleh Peraturan Pemerintah RI No. 63

Tahun 2000 tentang Keselamatan dan Kesehatan Terhadap Pemanfaatan Radiasi Pengion, dan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 172/MENKES/PER/III/1991 tentang Pengawasan Kesehatan Pekerja Radiasi, pemeriksaan kesehatan terhadap pekerja radiasi sangat perlu dilakukan. Pada beberapa rumah sakit, di bagian radiologi terdapat beberapa tenaga kerja yang bertugas mengoperasikan peralatan sinar-X, sinar



penelitian ini (n = 39), terdiri dari laki-laki 32 orang (82%) dan perempuan 7 orang (18%). Pada Tabel 1 persentase distribusi jenis kelamin responden pekerja radiasi sebagian besar laki-laki 22 orang (91,7%) dan perempuan 2 orang (8,3%), non pekerja radiasi sebagai kontrol (n = 15) persentase distribusi laki-laki 10 orang (66,7%) perempuan 5 orang (33,3%). Persentase distribusi berdasarkan umur responden sebagian besar dari kelompok umur 50 tahun sebanyak 26 orang (66,7%) dan kelompok 33-49 tahun Dalam kategori non pekerja radiasi (n = 15) sebanyak 11 orang (73,3%) berasal dari kelompok usia (>50 tahun). Pekerja yang tidak terpajan berasal dari profesi lain, adalah pekerja administrasi. Semua pekerja yang terpajan radiasi dan pekerja radiasi yang tidak terpajan berasal dari satu

Leukosit 4000-10000/mm<sup>3</sup>, Limfosit 10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, Pada Hb (sebesar 8,3% (2 orang) pekerja radiasi, untuk sel eritrosit mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang) pekerja radiasi, trombosit mengalami peningkatan sebesar 8,4% (2 orang) pekerja radiasi, leukosit mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang) pekerja radiasi dan limfosit mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang) pekerja radiasi dan non pekerja radiasi (kontrol) untuk segmen mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang). Dari hasil pengukuran hematologi darah pekerja radiasi yang disajikan pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa hasil pemeriksaan Hb, eritrosit, leukosit, trombosit, HCT, MCV, MCH, MCHC, limfosit absolut, dan LED pekerja radiasi maupun non pekerja radiasi selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Persentase Distribusi Responden berdasarkan jenis kelamin dan umur pada pekerja radiasi

Jenis Kelamin					
Pekerja Radiasi (n=24)	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Non Pekerja Radiasi (kontrol) (n=15)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Laki-laki	22	91,7	Laki-laki	10	66,7
Perempuan	2	8,3	Perempuan	5	33,3
Jumlah	24	100	Jumlah	15	100
Umur Pekerja					
Pekerja Radiasi	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Non Pekerja Radiasi (kontrol)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Umur 33 – 49 th	9	37,5	Umur 31 – 49 th	4	26,7
Umur > 50 th	15	62,5	Umur > 50 th	11	73,3
Jumlah	24	100	Jumlah	15	100

platelets, hematocrit (HCT), Mean cell / corpuscular volume (MCV), Mean Cell Hemoglobin Content (MCH), Mean Cellular Hemoglobin Concentration (MCHC), Red Blood Cell Distribution Width (RDW), lymphocytes absolute, LED.

Semua perhitungan statistik dilakukan dengan menggunakan Software Medcalc Versi 12.7.0.0 (Kolmogorov- Smirnov test dan Mann-Whitney test (independent samples). Uji statistik dilakukan dengan nilai rata-rata sembilan parameter pemeriksaan hematologi antara kelompok pekerja radiasi dengan kelompok kontrol non pekerja radiasi. Di gunakan uji-t ( $p < 0,05$ ) dianggap memiliki perbedaan yang signifikan secara statistik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi latar belakang untuk semua individu dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3. Dari total pekerja yang menjadi obyek penelitian ini ( $n = 39$ ), terdiri dari laki-laki 32 orang (82%) dan perempuan 7 orang (18%). Pada Tabel 1 persentase distribusi jenis kelamin responden pekerja radiasi sebagian besar laki-laki 22 orang (91,7%) dan perempuan 2 orang (8,3%), non pekerja radiasi sebagai kontrol ( $n = 15$ ) persentase distribusi laki-laki 10 orang (66,7%) perempuan 5 orang (33,3%). Persentase distribusi berdasarkan umur responden sebagian besar dari kelompok umur 50 tahun sebanyak 26 orang (66,7%) dan kelompok 33-49 tahun Dalam kategori non pekerja radiasi ( $n = 15$ ) sebanyak 11 orang (73,3%) berasal dari kelompok usia (>50 tahun). Pekerja yang tidak terpajan berasal dari profesi lain, adalah pekerja administrasi. Semua pekerja yang terpajan radiasi dan pekerja radiasi yang tidak terpajan berasal dari satu

rumah sakit berdasarkan masa kerja pekerja radiasi kontak langsung dan pekerja non kontak langsung responden terbanyak mempunyai masa kerja >21 tahun sebanyak 25 orang (64%), untuk masa kerja 11-20 tahun sebanyak 3 orang (7,7%) , dan masa kerja 1-10 tahun sebanyak 11 orang (28,2%).

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa beberapa orang mengalami kenaikan kadar Hb, jumlah sel eritrosit, trombosit, leukosit dan limfosit tetapi tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara pekerja radiasi dengan non pekerja radiasi, sedangkan yang dimaksud batas tertinggi dan terendah pada Tabel 2 tersebut adalah suatu nilai tertinggi atau terendah dari kriteria normal dalam arti tidak dijumpai adanya patologis maupun kelainan sistemik ditinjau dari aspek tersebut. Batas normal Hb 11-16,5 gr/dl, jumlah eritrosit 3.80-5.80  $10^6/mm^3$ , trombosit 150-390  $10^3/mm^3$ , Leukosit 4000-10000/ $mm^3$ , Limfosit 1.200-3.200/ $mm^3$ . Pada Hb terdapat peningkatan sebesar 8,3% (2 orang) pekerja radiasi, untuk sel eritrosit mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang) pekerja radiasi, trombosit mengalami peningkatan sebesar 8,4% (2 orang) pekerja radiasi, leukosit mengalami peningkatan sebesar 4,2% (1 orang) pekerja radiasi dan limfosit mengalami peningkatan sebesar 4,2 % (1 orang) pekerja radiasi dan non pekerja radiasi (kontrol) untuk segmen mengalami peningkatan sebesar 4,2 % (1 orang). Dari hasil pengukuran hematologi darah pekerja radiasi yang disajikan pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa hasil pemeriksaan Hb, eritrosit, leukosit, trombosit, HCT, MCV, MCH, MCHC, limfosit absolut, dan LED pekerja radiasi maupu non pekerja radiasi selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 1.** Persentase Distribusi Responden berdasarkan jenis kelamin dan umur pada pekerja radiasi

Jenis Kelamin					
Pekerja Radiasi (n=24)	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Non Pekerja Radiasi (kontrol) (n=15)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Laki-laki	22	91,7	Laki-laki	10	66,7
Perempuan	2	8,3	Perempuan	5	33,3
Jumlah	24	100	Jumlah	15	100
Umur Pekerja					
Pekerja Radiasi	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Non Pekerja Radiasi (kontrol)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Umur 33 – 49 th	9	37,5	Umur 31 – 49 th	4	26,7
Umur > 50 th	15	62,5	Umur > 50 th	11	73,3
Jumlah	24	100	Jumlah	15	100

**Tabel 2.** Distribusi Frekuensi Responden berdasarkan persentase hematologi pekerja radiasi berada pada kisaran normal dan tidak normal dan pada kisaran rendah atau tinggi

Jenis pemeriksaan	Pekerja Radiasi Kontak Langsung (n=24)				Pekerja Radiasi Non Kontak Langsung (kontrol) (n=15)			
	Normal		Tidak Normal		Normal		Tidak Normal	
	%	Orang	%	Orang	%	Orang	%	Orang
HB. gr/dl	91,7	22	8,3	2 *	100	15	-	
Eritrosit 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	95,8	23	4,2	1 *	91,7	13	8,3	2 *
Trombosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	91,7	22	8,3	2 *	95,8	14	4,2	1 *
Leukosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	95,8	23	4,2	1 *	100	15	-	
HCT (Hematokrit) %	100	24	-		100	15	-	
Limfosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	95,8	23	4,2	1 *	100	15	-	
MCV 80-97/( $\mu\text{m}^3$ )	100	24	-		100	15	-	
MCH (pg)	100	24	-		100	15	-	
MCHC (g/dl)	100	24	-		100	15	-	
RDW (%)	100	24	-		100	15	-	
LED (mm/Jam)	100	24	-		100	15	-	

Catatan \* =tinggi

Dari hasil analisis pada kelompok pekerja radiasi dan kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna ( $p > 0,05$ ). Kadar Hb tidak mengalami penurunan yang signifikan dan masih dalam batas normal pada orang dewasa yaitu 11-16,5 gr/dl, tetapi sekitar 8,3% diantara pekerja radiasi kadar Hb-nya tinggi hingga 17,7 gr/dl. Untuk pemeriksaan RDW, bila dibandingkan dengan kontrol dari hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ). Telah diketahui bahwa sel dari sistem hematopoietik sangat radiosensitif [15]. Peran sel fungsional sistem limfopoiesis dan *granulocytopoiesis* sangat penting untuk kekebalan tubuh. Perlindungan terhadap infeksi *Thrombocytopenia* adalah salah satu jalur sel hematopoietik paling radiosensitif bagi manusia. Kerusakan sistem hematopoiesis akibat radiasi dapat menyebabkan perdarahan dan anemia [16]. Namun, perubahan ini bergantung pada rentang dosis radiasi efektif dan waktu paparan [17]. Sistem eritropoietik menghasilkan eritrosit matang untuk sirkulasi. Ada proliferasi cepat dari dua bentuk sistem eritropoietik yang tidak dewasa, yaitu eritroblast dan proerythroblasts basofilik dan mereka ternyata lebih sensitif dibandingkan dengan bentuk tak dewasa lainnya, yaitu eritroblast polikromatik, normoblast dan retikulosit [18]. Radiasi taraf rendah, yaitu 0,25 Gy, sudah dapat menyebabkan perubahan pada organ penyusun darah, yaitu terhentinya pembentukan sel-sel darah (hematopoiesis) dengan akibat terjadinya perubahan-perubahan

baik oleh kerusakan langsung pada jaringan hemopoietik maupun karena pengaruh mekanisme neurohormonal. Sistem hematopoietik adalah salah satu sistem yang paling radiosensitif karena sel fungsionalnya mengangkut oksigen ke dalam darah, sistem kekebalan melawan virus, bakteri, dan lain-lain [19]. Sindrom hemopoietik umumnya ditandai dengan terjadinya trombositopenia, granulositopenia, dan limfositopenia. Lekopenia (penurunan jumlah leukosit) adalah gejala klinik yang terjadi pada sindrom radiasi pada manusia yang terpajan radiasi pengion, oleh karena itu pemeriksaan jumlah leukosit dapat digunakan untuk menentukan gejala akibat terpajan radiasi. Limfositopenia (penurunan jumlah limfosit) adalah gejala klinik yang terjadi pada sindrom radiasi dan merupakan gejala klinik yang paling cepat dan mudah terdeteksi karena dalam darah perifer limfosit akan mencapai titik terendah lebih awal dibanding dengan sel lainnya. Bila terjadi kecelakaan radiasi dosis 1–2 Gy, dalam waktu 48 jam sudah terjadi penurunan jumlah limfosit sampai 50% dari nilai normal, dalam sistem hemopoietik limfosit merupakan sel tua yang paling radiosensitif [20]. Dosis sekitar 0,5 Gy dapat menyebabkan penekanan proses pembentukan sel darah sehingga jumlah sel-sel darah akan menurun. Jumlah sel limfosit menurun dalam waktu beberapa jam pasca pajanan radiasi dan penurunan jumlah sel limfosit absolut/total dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat keparahan yang mungkin

di derita seseorang akibat pajanan radiasi akut. Akibat penurunan jumlah trombosit oleh radiasi maka waktu pembekuan darah akan meningkat karena berkurangnya trombokinase yang biasa dihasilkan oleh trombosit G, bahwa trombosit akan menurun sampai minimum pada kurang lebih 35 hari setelah pajanan [16]. Pengukuran jumlah sel trombosit kelompok pekerja radiasi kontak langsung tidak mengalami penurunan bila dibandingkan dengan kelompok kontrol nilai normal pada orang dewasa yaitu 1500–3500 mm<sup>3</sup>, dari 24 pekerja radiasi ada 2 orang jumlah trombositnya mengalami peningkatan, tetapi peningkatannya tidak mencapai batas maksimum masih dalam batas normal.

Hasil hitung jumlah eritrosit pekerja radiasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah eritrosit perlakuan tidak mengalami penurunan bila dibandingkan dengan nilai normal pada orang dewasa yaitu 3.80 - 5.80 10<sup>6</sup>/mm<sup>3</sup> *Red Cell Distribution Width* (RDW) merupakan koefisien variasi dari volume eritrosit. perbedaan/variasi ukuran (luas) eritrosit. Nilai RDW berguna memperkirakan terjadinya anemia dini RDW yang tinggi dapat mengindikasikan ukuran eritrosit yang heterogen, dan biasanya ditemukan pada anemia defisiensi besi, defisiensi asam folat dan defisiensi vitamin B12, anemia hemolitik, anemia sel sabit. Ukuran eritrosit biasanya 6-8µm, semakin tinggi variasi ukuran sel mengindikasikan adanya kelainan. Sedangkan jika didapat hasil RDW yang rendah dapat menunjukkan eritrosit yang mempunyai ukuran variasi yang kecil.

*Mean Corpuscular Volume* (MCV) atau Volume Eritrosit Rata-rata, yaitu volume rata-rata sebuah eritrosit yang dinyatakan dengan femtoliter. MCV merupakan indeks eritrosit sama dengan MCH, dan MCHC. Ketiganya digunakan untuk membantu mendiagnosis penyebab anemia (Suatu kondisi di mana terlalu sedikit sel darah merah). MCV diatas normal menunjukkan kondisi Anemia Makrositik (ukuran sel diatas sel normal). Biasanya dijumpai pada penderita Anemia Pernisiosa, Pecandu Alkohol, Defisiensi Asam Folat, HIV. MCV dibawah normal menunjukkan kondisi Anemia Mikrositik (ukuran sel dibawah sel normal). Biasanya dijumpai pada penderita anemia defisiensi besi, thalasemia, keracunan Timah.

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa (Hb, eritrosit, leukosit, Trombosit, hematocrit, MCV, MCH, MCHC, limfosit absolut, dan LED) pekerja radiasi masih dalam batas normal. Hasil uji stastistik menunjukkan pada kelompok perlakuan bila dibandingkan dengan kontrol tidak menunjukkan perbedaan bermakna karna (p>0,05). Tidak dijumpai adanya indikasi penyakit akibat efek radiasi pengion baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini kemungkinan karena para petugas radiasi tersebut dalam melakukan aktivitasnya sudah mengikuti ketentuan keselamatan dan kesehatan pekerja radiasi.

**Tabel 3.** Hasil Uji Beda antara nilai hematologi pekerja radiasi dengan non pekerja radiasi

Jenis pemeriksaan hematologi	Pekerja Radiasi (n=24)	Non Pekerja Radiasi (kontrol) (n=15)	Nilai Normal	P(T<=t)
	Rerata ±STD	Rerata ±STD		
HB. gr/dl	14,9500 ± 1,2992	14,6200 ± 1,3224	11-16,5	0,4482
Eritrosit 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	5,2629 ± 0,9536	5,5820 ± 0,9536	3.80 - 5.80	0,1528
Trombosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	299,5417 ± 75,4102	299,5417 ± 1394,13	150 - 390	0,2117
Leukosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	7452,91 ± 2160,81	6344,80 ± 1394,13	4000 – 10.000	0,0858
HCT (Hematokrit) %	44,225 ± 3,6342	42,3533 ± 3,8467	4000 – 10.000	0,1345
Limfosit 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	2487,5 ± 866,934	2,5000 ± 755,92	1.200 - 3.200	0,9636
MCV 80-97/(µm <sup>3</sup> )	84,0500 ± 3,1033	85,4467 ± 7,2251	80 - 97 µm <sup>3</sup>	0,4083
MCH (pg)	28,3792 ± 1,1421	28,8467 ± 2,7239	26.5 - 35 Pg	0,4600
MCHC (g/dl)	33,3708 ± 2,0516	34,3400 ± 2,6664	31.5 - 35 g/dl	0,2091
RDW (%)	12,5958 ± 0,5782	14,2600 ± 1,6212	10 - 15 %	0,0001
LED (mm/Jam)	14,5000 ± 9,8511	11,7200 ± 7,3818		0,3539

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) sebagai pelaksana Proyek Penelitian Tahunan BATAN tahun 2017 dan kepada saudara Sukorto serta semua staf TNKBR yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jabeen, A. Munir, M. and Khalil, A. Masood, M. and Akhter, P. (2010). Occupational exposure from external radiation used in medical practices in Pakistan by film badge dosimetry. *Radiat. Pro. Dosimetry*, 140: 396-401.
- [2]. Masood, K. Zafar, J. Tasneem, Z. and Zafar, H. (2013). Assessment of the occupational radiation exposure doses to workers at INMOL Pakistan (2007-11). *Radiat Pro Dosimetry*, 155: 110-114.
- [3]. Vakifahmetoglu, H. Olsson, M. and Zhivotovsky, B. (2008). Death through a tragedy: Mitotic catastrophe. *Cell Death Differ.*, 15: 1153-1162.
- [4]. Khorrami, M. B. Riahi, B., "Hematological Profile of Healthy Workers Exposed to Low Dose Radiation". *Archives*, 2. Pp 138-141.2015.
- [5]. Andreassi, M. G., Cioppa, A., Botto, N., Joksic, G., Manfredi, S., Federici, C., (2005). Picano, E. Somatic DNA damage in interventional cardiologists: a case-control study. *The FASEB journal*, 19(8), 998-99.
- [6]. Roguin, A., Goldstein, J., and Bar, O. (2012). Brain tumours among interventional cardiologists: a cause for alarm. Report of four new cases from two cities and a review of the literature. *EuroIntervention*, 7(9), 1081-1086.
- [7]. Venneri, L., Rossi, F., Botto, N., Andreassi, M. G., Salcone, N., Emad, A., (2009). Picano, E. Cancer risk from professional exposure in staff working in cardiac catheterization laboratory: insights from the National Research Council's Biological Effects of Ionizing Radiation VII Report. *American heart journal*, 157(1), 118-124.
- [8]. Guskova, A. K., Radiation sickness classification, dalam : Gusev IA, Guskova A. K., Mettler F. A., eds, Medical management of radiation accidents, CRC Press, Washington DC, 2001.
- [9]. Kharrami, M. B. Riahi, B., "Hematological Profile of Healthy Workers Exposed to Low Dose Radiation". *Archives*, 2. Pp 138-141.2015.
- [10]. Slonane, Ethel. *Anatomi dan Fisiologi*. EGC. Jakarta. 2013.
- [11]. Amundson, S. A. and Fornace, AJ Jr. Gene Expression Profiles for Monitoring Radiation Exposure. *Radiation Protection Dosimetry*. 97(1), 11-16.2001.
- [12]. Smimova, O. A. *Environmental Radiation Effects on Mammals-A Dynamical Modeling Approach*. NY, USA Springer. 2010.
- [13]. United nations scientific committee on the effects of atomic radiation (UNSCEAR). (2012). *Biological Mechanisms of Radiation Actions at Low Doses*. Available at: [http://www.unscear.org/docs/reports/Biological\\_mechanisms\\_WP\\_12-57831.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/Biological_mechanisms_WP_12-57831.pdf).
- [14]. International atomic energy agency (IAEA). (2011). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. IAEA Safety Standard Series No. GSR Part 3, Interim edition Available at: URL: [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/p1531interim\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/p1531interim_web.pdf).
- [15]. Godekmerdan, A. Ozden, M. Ayar, A. Gursu, M.F. Ozan, A.T. and Serhatlioglu, S. (2004). Diminished cellular and humoral immunity in workers occupationally exposed to low levels of ionizing radiation. *Arch Med Res.*, 35: 324-328.
- [16]. Ismail, A. H., and Jaafar, M. S. (2011). Interaction of low-intensity nuclear radiation dose with the human blood: Using the new technique of CR-39NTDs for an in vitro study. *App. Radiat. Isot.*, 69: 559-566.
- [17]. Saman Shahid, Nasir Mahmood, Muhammad Nawaz Chaudhry, Shaharyar Sheikh and Nauman Ahmad, Assessment of impacts of Hematological Parameters of Chronic Ionizing Radiation Exposed Workerkers in Hospitals (2014), *FUUAST J. BIOL.*, 4(2): 135-146.

- [18]. Rahardjo, T. Nurhayati S. Darlina. Kisnanto, T.,and Syaifudin, M., Study on High Natural Radiation Impacts to Peripheral Blood Cells in Population Living in Botteng Village, Mamuju, West Sulawesi, Proceedings 2nd International Conference on the Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation (SERIR 2016) 2016.
- [19]. Mousa Alnahhall,, Yasser Alajeramy, Safaa Abu Mostafa,Khalid Abu Shab, Sadi Jaber, Ahmad Najim Assessment of Hematological Parameters among Medical Radiographers at Governmental Hospitals, Gaza Strip American Journal of Medicine and Medical Sciences 2017, 7(6): 238-241 DOI: 10.5923/j.ajmms.20170706.02.
- [20]. Shaffie, M. Hossienzhad, E. Vafapour, H. Borzoueisilah,S. Ghorban, M. Rashidfar, R. "Hematological Findings in Medical Professionals Involved atIntra-operative Fluoroscopy". Global Journal of Health Science; 2016 Vol. 8, No.12.

---

### **PERTANYAAN SAAT PRESENTASI**

- Tidak ada Pertanyaan