

ISSN 1411-3481  
EISSN 2503-1287  
AKREDITASI KEMENRISTEKDIKTI Nomor : 21/E/KPT/2018  
SINTA 2

# Jurnal

## Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia

Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology

Volume 20, No.1 Februari 2019

Diterbitkan oleh:

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan  
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
INDONESIA

JSTNI	Vol. 20	No. 1	Hal. 1 - 54	Bandung, Februari 2019	ISSN 1411 - 3481 EISSN 2503-1287
-------	---------	-------	-------------	------------------------	-------------------------------------

- Pemimpin Redaksi/  
Managing Editor** : Dr. Jupiter Sitorus Pane, M.Sc (*Reaktor - BATAN*)
- Pemimpin Redaksi  
Pelaksana/  
Editor in Chief** : Drs. Duyeh Setiawan, MT (*Radiokimia - BATAN*)
- Redaksi/  
Editorial Board** : 1. Prof. Dr. Mitra Djamal (*Instrumentasi – ITB*)  
2. Dr. Mulya Juarsa (*Termohidrolika - BATAN*)  
3. Dr. Djoko Hadi Prayitno, MSME (*Ilmu Bahan - BATAN*)  
4. Dr. Topan Setiadipura (*Neutronika - BATAN*)  
5. Dr. rer.nat. Iwan Hastiawan, MS. (*Kimia Anorganik – UNPAD*)  
6. Drs. Putu Sukmabuana, M.Eng. (*Fisika Radiasi - BATAN*)  
7. Dr. Ir. Nathanael Penagung Tendian (*Termodinamika – ITB*)
- Mitra Bestari/  
Peer Reviewer** : 1. Dr. Hussein Kartamihardja, M.Kes, SpKN (*Kedoktrn Nuklir - UNPAD*)  
2. Prof. Dr. Muhayatun, MT (*Kimia Analisis - BATAN*)  
3. Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek (*Termodinamika - ITB*)  
4. Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman (*Ilmu Bahan/Metalurgi Fisik - ITB*)  
5. Prof. Drs. Surian Pinem, M.Sc. (*Neutronika – BATAN*)  
6. Prof. Dr. Mikrajuddin Abdullah (*Ilmu Bahan - ITB*)  
7. Prof. Dr. Abdul Waris, M. Eng. (*Fisika Reaktor/Fisika Nuklir - ITB*)  
8. Dr. M. Syaifudin (*Biologi Radiasi/Radiobiologi - BATAN*)  
9. Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng (*Ilmu Bahan – BATAN*)  
10. Prof. Dr. Ir. Agus Taftazani (*Kimia – UII*)  
11. Prof. Muchtaridi, M.Si, Ph.D, Apt. (*Farmasi – UNPAD*)  
12. Dr. Eng. Pandji Prawisudha, ST. MT. (*Energi – ITB*)
- Redaksi Pelaksana/  
Managing Editor** : M. Basit Febrian, M.Si  
Santiko Tri Sulaksono, M.Si  
dr. Prabandhini Wardhani.  
Badra Sanditya Rattyandanda, ST.  
Avi Pradana Yulianti, A.Md
- Alamat Penerbit /Redaksi  
Publisher/Editor Address** : Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan  
(Centre for Applied Nuclear Science and Technology)  
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
(NATIONAL NUCLEAR ENERGY AGENCY OF INDONESIA)  
JL. Tamansari 71 Bandung 40132, Indonesia  
Telp. +62 (22) 2503997 Fax: +62 (22) 2504081  
<http://www.batan.go.id/pstnt>
- Website** : <http://jstni.batan.go.id>
- E-mail** : [jstni\\_batan@batan.go.id](mailto:jstni_batan@batan.go.id)  
[jstni.batan@gmail.com](mailto:jstni.batan@gmail.com)  
[jstni.batan@yahoo.com](mailto:jstni.batan@yahoo.com)
- Frekuensi terbit/Issue** : Setiap bulan Februari dan Agustus  
Every February and August

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Lembar Abstrak	ii - x
PERTUMBUHAN VARIETAS KEDELAI ( <i>Glycine max</i> (L.) Merrill) PADA GENERASI M2 DENGAN TEKNIK MUTASI <b>Lilik Harsanti dan Yulidar</b> <a href="https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4104">https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4104</a>	1 - 8
KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA SENYAWA BERTANDA <sup>99m</sup> Tc- KUERSETIN <b>Eva Maria Widyasari, Maula Eka Sriyani, Isti Daruwati, Iim Halimah, Witri Nuraeni</b> <a href="https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4108">https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4108</a>	9 – 18
ESTIMASI DOSIS <sup>99m</sup> Tc-GLUTATION UNTUK DIAGNOSA KANKER KEPALA DAN LEHER BERDASARKAN UJI BIODISTRIBUSI HEWAN MODEL MENCIT <b>Durotul Intokiyah, Teguh Hafiz Ambar Wibawa, Iswahyudi, Nur Rahmah Hidayati, Isti Daruwati, Yudha Satya Perkasa</b> <a href="https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4631">https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4631</a>	19 – 28
KARAKTERISASI UNSUR PM 2,5 PADA PERIODE KEBAKARAN HUTAN DI PEKANBARU DENGAN TEKNIK ANALISIS AKTIVASI NEUTRON <b>Indah Kusmartini, Natalia Adventini, Dyah Kumala Sari, Syukria Kurniawati, Diah Dwiana Lestiani, Muhayatun Santoso</b> <a href="https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4655">https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4655</a>	29 – 44
BIODISTRIBUSI <sup>177</sup> LUTETIUM-(R)-NODAGA-PSMA PADA GINJAL DAN KANDUNG KEMIH TIKUS GALUR WISTAR JANTAN <b>Brigitta Silalahi, A. Hussein S. Kartamihardja, N.Elly Rosilawati, Rini Shintawati, Nur Rahmah Hidayati</b> <a href="https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4981">https://doi.org/10.17146/jstni.2019.1.1.4981</a>	45 – 54

**PERTUMBUHAN VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)  
PADA GENERASI M2 DENGAN TEKNIK MUTASI**

**Lilik Harsanti dan Yulidar**

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) – BATAN  
Kawasan Nuklir Pasar Jum'at, Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta - 12440  
Email: Lilik-h@batan.go.id

*Diterima: 07-02-2018*  
*Diterima dalam bentuk revisi: 19-05-2018*  
*Disetujui: 31-01-2019*

**ABSTRAK**

**PERTUMBUHAN VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) PADA GENERASI M2 DENGAN TEKNIK MUTASI.** Kedelai merupakan salah satu komoditas nasional handal untuk memenuhi pangan dan industri yang saat ini menjadi tanaman nomor satu untuk tanaman kecacangan. Untuk itu produksi kedelai dalam negeri harus ditingkatkan produksinya, antara lain melalui teknik mutasi radiasi. Telah dilakukan penelitian tanaman kedelai varietas Denna 1 diiradiasi dengan sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  dosis 0, 300 dan 400 Gy (Laju dosis 404,5 Gy/jam). Setelah tanaman mencapai M2 yang ditanam pada musim kemarau pertumbuhan tanaman iradiasi diamati. Kemampuan persentase benih berkecambah umur satu minggu hasil yang tertinggi diperoleh pada dosis 0 Gy sebesar 100 %, sedangkan yang terendah pada dosis 400 Gy sebesar 97,78 %. Tinggi tanaman pada minggu ke 2 yang tertinggi pada dosis 0 Gy yaitu 19,86 cm, yang terendah pada dosis 400 Gy yaitu 11,28 cm. Kemampuan pertumbuhan tanaman kedelai yang nantinya untuk mendapatkan galur galur mutan kedelai yang terbaik.

**Kata kunci :** iradiasi, dosis, mutasi, kedelai, generasi

**ABSTRACT**

**GROWTH VARIETY GROWTH (*Glycine max* (L.) Merrill) ON M2 GENERATION WITH MUTATION TECHNIQUES.** Soybean is one of important national commodities for food and industry. It is now the number one commodity for legume crops. The national soybean production needs to be increased to fulfill the demand. The research has been conducted using Denna 1 variety irradiated with gamma rays  $^{60}\text{Co}$ , each with dose of 0 Gy, 300 Gy and 400 Gy (Dose rate 404,5 Gy/jam). After M1 plants were harvested and M2 seeds were planted and grown into M2 plant in the Field experiment of Ps Jumat PAIR – BATAN. The plants were in the dry season. There are differences in the growth of the plants of different irradiation level. The highest percentage of germinated seeds after one week planting was obtained at 0 Gy (100 %), although not much different from the lowest at 400 Gy (97,78%).The plant height at the two weeks after planting was highest at 0 Gy (19.86 cm), the lowest is again at 400 Gy (11.28 cm). The irradiated plants are capable to grow well in the field, which later might grow into desirable mutant lines.

**Key words:** irradiation, dosage, mutation, soybean, generation

## KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA SENYAWA BERTANDA <sup>99m</sup>Tc-KUERSETIN

Eva Maria Widyasari, Maula Eka Sriyani, Isti Daruwati, Iim Halimah, Witri Nuraeni

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan, Jl. Tamansari No 71, Bandung, 40132

Email : [evamaria@batan.go.id](mailto:evamaria@batan.go.id)

Diterima : 15-02-2018

Diterima dalam bentuk revisi: 19-05-2018

Disetujui: 31-01-2019

## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA SENYAWA BERTANDA <sup>99m</sup>Tc-KUERSETIN.

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan informasi di bidang kesehatan membuat masyarakat meyakini bahwa mengkonsumsi makanan yang kaya antioksidan penting untuk mencegah berbagai penyakit degeneratif seperti penyakit jantung dan kanker. Kuersetin merupakan senyawa *flavonoid* yang banyak ditemukan pada buah dan sayur yang memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Banyak penelitian yang telah membuktikan efektivitas kuersetin sebagai senyawa antikanker secara *in-vitro*, namun data pengujiannya secara *in-vivo* masih terbatas. <sup>99m</sup>Tc-kuersetin diharapkan dapat dijadikan *radiotracer* untuk mengetahui efektivitas senyawa kuersetin sebagai senyawa antikanker pada pengujian *in-vivo* menggunakan hewan percobaan. Namun sebelum dilakukan pengujian *in-vivo* untuk menjamin aplikasinya perlu dilakukan pengujian karakteristik fisiko-kimia sediaan <sup>99m</sup>Tc-kuersetin. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisiko-kimia dari senyawa <sup>99m</sup>Tc-kuersetin. Hasil penelitian karakteristik fisiko-kimia <sup>99m</sup>Tc-kuersetin menunjukkan bahwa kemurnian radiokimia sediaan <sup>99m</sup>Tc-kuersetin adalah  $98,94 \pm 0,30\%$ . Sediaan <sup>99m</sup>Tc-Kuersetin ini bermuatan netral, memiliki nilai lipofilisitas dengan  $\log (P) = 0,62 \pm 0,05$  dan dapat berikatan kuat dengan plasma darah dengan persentase sebesar  $95,06 \pm 1,34\%$ . Berdasarkan nilai lipofilisitas sebesar  $0,62 \pm 0,05$  diharapkan senyawa ini akan mudah terdistribusi kedalam jaringan organ sehingga diharapkan akan efektif sebagai senyawa bertanda penyidik kanker.

**Kata kunci :** <sup>99m</sup>Tc-kuersetin, karakteristik fisiko-kimia, antioksidan, antikanker, flavonoid

## ABSTRACT

### PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF LABELED COMPOUND <sup>99m</sup>Tc-QUERCETIN.

The science and information development in the field of health makes people believe that consumption foods with rich in antioxidants is importance to prevent various degenerative diseases such as heart disease and cancer. Quercetin is a flavonoid compound found in many fruits and vegetables that have very strong antioxidant activity. Many *in-vitro* studies have proven the effectiveness of quercetin as an anticancer compound, but the data from *in-vivo* study is still limited. <sup>99m</sup>Tc-quercetin is expected to be used as a radiotracer to determine the effectiveness of quercetin compounds as anticancer agent on *in-vivo* study using animal model. However, before doing *in-vivo* study to assure its application, it is necessary to determine the physico-chemical characteristics of <sup>99m</sup>Tc-quercetin. Therefore, the purpose of this study was to determine the physicochemical characteristics of the <sup>99m</sup>Tc-quercetin. The results of the physicochemical characteristics of <sup>99m</sup>Tc-quercetin showed that the radiochemical purity of <sup>99m</sup>Tc-quercetin preparation was  $98.94 \pm 0.30\%$ . The <sup>99m</sup>Tc-quercetin is neutral charge, has a lipophilic value with  $\log (P) = 0.62 \pm 0.05$  and can strongly bind with blood plasma with a percentage of  $95.06 \pm 1.34\%$ . Based on the lipophilicity result of  $0.62 \pm 0.05$ , this compound will

be easily distributed into tissues and hope it will be effective as a labelled compound for cancer diagnostic.

**Keywords:**  $^{99m}\text{Tc}$ -quercetin, physicochemical characteristic, antioxidant, anticancer, flavonoid

**ESTIMASI DOSIS  $^{99m}\text{Tc}$ -GLUTATION UNTUK DIAGNOSA KANKER KEPALA DAN LEHER BERDASARKAN UJI BIODISTRIBUSI HEWAN MODEL MENCIT**

**Durotul Intokiyah<sup>1</sup>, Teguh Hafiz Ambar Wibawa<sup>2</sup>, Iswahyudi<sup>2</sup>, Nur Rahmah Hidayati<sup>3</sup>, Isti Daruwati<sup>2</sup>, Yudha Satya Perkasa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Sain dan Teknologi- UIN Sunan Gunung Jati, Bandung Indonesia,

<sup>2</sup>Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Jakarta, Indonesia

Email: dintokiyah@gmail.com

Diterima: 24-09-2018

Diterima dalam bentuk revisi: 12-12-2018

Disetujui: 26-02-2019

**ABSTRAK**

**ESTIMASI DOSIS  $^{99m}\text{Tc}$ -GLUTATION UNTUK DIAGNOSA KANKER KEPALA DAN LEHER BERDASARKAN UJI BIODISTRIBUSI HEWAN MODEL MENCIT.**  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutation merupakan radiofarmaka untuk mendeteksi kanker leher dan kepala. Kanker kepala dan leher terbentuk pada jaringan atau organ yang terdapat di area kepala dan leher seperti kanker hipofaring, kanker telinga, kanker kelenjar saliva, kanker mata, kanker laring, dan kanker kelenjar tiroid. Molekul Glutataion dapat berpenetrasi dengan baik didalam saluran kapiler yang mengalami inflamasi, kanker payudara serta kanker kepala dan tumor. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui estimasi dosis organ radiofarmaka  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutation pada manusia berbasis uji biodistribusi hewan model mencit. Uji kemurnian  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutation dilakukan dengan menggunakan kertas kromatografi lapis tipis TLC-SG dengan fase gerak aseton kering dan larutan NaCl 0.9%. Dari hasil uji didapatkan kemurnian radiokimia sebesar  $99.60 \pm 0.07$  %. Penelitian dilakukan pada 4 kelompok mencit dengan tiap kelompok sebanyak 3 ekor mencit. Setelah dilakukan injeksi secara intravena sebanyak  $3 \mu\text{Ci/mL}$  dilakukan uji biodistribusi dengan 2, 4, 6 dan 24 jam pasca injeksi dengan organ yang diteliti adalah kulit, otot, tulang, darah, usus, hati, limpa, jantung, ginjal, lambung, paru-paru, kantung kemih, dan otak. Hasil uji biodistribusi yang diperoleh berbentuk persentase dosis injeksi per gram organ hewan, kemudian dikonversi ke persentase dosis injeksi per gram organ manusia. Hasil konversi digunakan sebagai input pada software OLINDA/EXM, menghasilkan residence time yang dapat digunakan sebagai basis perhitungan estimasi dosis  $^{99m}\text{Tc}$ -GSH. Hasil estimasi dosis yang diperoleh adalah dosis efektif total  $1,14 \times 10^{-3}$  mSv/MBq untuk pria dan  $1.34 \times 10^{-3}$  mSv/MBq untuk wanita. . Organ dengan estimasi dosis tertinggi adalah ginjal, sumsum dan usus dengan distribusi masing-masing organ  $3.05 \times 10^{-4}$ ,  $2.12 \times 10^{-4}$ , dan  $1.91 \times 10^{-4}$  untuk pria dan  $3.32 \times 10^{-4}$ ,  $2.35 \times 10^{-4}$ , dan  $2.16 \times 10^{-4}$  mSv/MBq untuk wanita. Hasil estimasi dosis ini dapat digunakan sebagai panduan dosis injeksi, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar didapatkan estimasi dosis yang tepat

**Kata kunci :** Radiofarmaka, dosis, glutation, uji biodistribusi, OLINDA/EXM

**ABSTRACT**

**DOSE ESTIMATED  $^{99m}\text{Tc}$ -GLUTATION INJECTION FOR HEAD AND NECK CANCER BASED ON MICE ANIMAL MODEL BIODISTRIBUTION TEST.**  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutation is a radiopharmaceutical for the detection of head and neck cancer. Head and neck cancer is formed in tissue or organ contained in the head and neck area such as the hypopharynx cancer, ear cancer, salivary gland cancer, eye cancer, laryngeal cancer, and cancer of the thyroid gland. Glutataion can penetrate well in the capillary channel inflammatory, breast cancer and cancers

of the head and tumors. The purpose of this study was to determine the estimated organ doses of radiopharmaceutical  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutathione humans based biodistribution test in mice.  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutathione purity test carried out using thin layer chromatography paper TLC-SG with a mobile phase of dry acetone and 0.9% NaCl solution. From the test results obtained radiochemical purity of  $99.60 \pm 0.07$  %. The study was conducted on 4 groups of mice in each group as much as three mice. After injection of a radiopharmaceutical  $^{99m}\text{Tc}$ -Glutathione mice as much as  $3 \mu\text{Ci}/\mu\text{L}$  intravenously test biodistribution with 2, 4, 6 and 24 hours post-injection with the organs want to be experiment of the skin, muscles, bones, blood, intestines, liver, spleen, heart, kidney, stomach, lung, bladder, and brain. The test results are biodistribution shaped percentage of dose injected per gram organ of animal organs, then converted to percentage of dose injected per gram organ. The conversion result is used as input to the software OLINDA / exm, resulting residence time which can be used as a basis for calculating the estimated dose of  $^{99m}\text{Tc}$ -GSH. Organs with the highest dose estimates were kidney, marrow and intestine with distribution of each organ  $3.05 \times 10^{-4}$ ,  $2.12 \times 10^{-4}$ , and  $1.91 \times 10^{-4}$  for men and  $3.32 \times 10^{-4}$ ,  $2.35 \times 10^{-4}$ , and  $2.16 \times 10^{-4}$  mSv / MBq for women. Estimated results of this dose can be used as a guide to injection doses, but further research needs to be done to get the right one.

**Key words:** radiopharmaceutical, dose, glutathione, biodistribution test, OLINDA / EXM



**KARAKTERISASI UNSUR PM 2,5 PADA PERIODE KEBAKARAN HUTAN DI PEKANBARU DENGAN TEKNIK ANALISIS AKTIVASI NEUTRON**

**Indah Kusmartini, Natalia Adventini, Dyah Kumala Sari, Syukria Kurniawati, Diah Dwiana Lestiani, Muhayatun Santoso**

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)  
Jalan Tamansari 71, Bandung 40132  
Email : indahkus@batan.go.id

Diterima: 30-09-2018

Diterima dalam bentuk revisi: 30-09-2018

Disetujui: 26-02-2019

**ABSTRAK**

**KARAKTERISASI UNSUR PM 2,5 PADA PERIODE KEBAKARAN HUTAN DI PEKANBARU DENGAN TEKNIK ANALISIS AKTIVASI NEUTRON** Kebakaran hutan merupakan salah satu penyebab kerusakan hutan yang berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Untuk mengetahui dampak kualitas udara akibat kebakaran hutan pada tahun 2015, telah dilakukan karakterisasi dan evaluasi cuplikan partikulat udara yang dikumpulkan pada periode terjadinya kebakaran hutan di Pekanbaru. Karakterisasi cuplikan telah dilakukan dengan metode AAN. Validasi metode dilakukan pengujian terhadap cuplikan bahan acuan SRM NIST 1648a Urban Particulate Matter. Konsentrasi massa PM<sub>2,5</sub> saat terjadi kebakaran hutan di Pekanbaru terdeteksi sebesar 37 dan 83 µg/m<sup>3</sup>. Nilai PM<sub>2,5</sub> pada penelitian ini telah melebihi standar konsentrasi yang ditetapkan oleh *United State Environmental Protection Agency* (USEPA) sebesar 35 µg/m<sup>3</sup>. Sedangkan hasil karakterisasi cuplikan telah teridentifikasi 15 unsur yaitu Al, Ca, Ti, Cl, Mn, As, Br, Na, K, Se, Fe, Zn, Cr, Co, Sb dengan konsentrasi masing-masing 1240-3168; 1998-4657; 53,6-929; 164-2783; 3,7-2,65; 1,7-2,42; 18,1-33,8; 531-565; 929-1203; 0,7-1,14; 17,9-23,08; 34,6-160; 48,7-71,02; 0,3-0,21; dan 2,25-0,5 ng/m<sup>3</sup>. Dari hasil tersebut telah dievaluasi unsur karsinogenik dan non-karsinogenik masing-masing ditunjukkan dengan *Excess Lifetime Cancer Risk* (ELCR) dan *Hazard Quotient* (HQ) keduanya menunjukkan nilai < 1 yang mengindikasikan paparan yang diterima masih berada dalam nilai yang diperbolehkan.

**Kata kunci:** Kebakaran hutan, unsur, AAN, Karakterisasi.

**ABSTRACT**

**ELEMENTAL CHARACTERIZATION OF PM<sub>2,5</sub> IN FOREST FIRE PERIOD IN PEKANBARU BY NEUTRON ANALYSIS ACTIVATION TECHNIQUE.** Forest fires are one of the causes of forest degradation which results in a decrease in environmental quality. To determine the impact of air quality due to forest fires in 2015, characterization and evaluation of air particulate samples were collected in the period of forest fires in Pekanbaru. In order to obtain an elemental composition data of airborne particulate, the characterization was carried out by Neutron Activation Analysis (NAA). The method validation was tested against NIST SRM 1648a Urban Particulate Matter reference material. Mass concentration of PM<sub>2.5</sub> during forest fires occurred in Pekanbaru was detected at 37 and 83 µg/m<sup>3</sup>. The value of PM<sub>2.5</sub> in this study has exceeded the concentration standards set by the United States Environmental Protection Agency (USEPA) of 35 µg/m<sup>3</sup>. The results of samples characterization have identified 15 elements, namely, Al, Ca, Ti, Cl, Mn, As, Br, Na, K, Se, Fe, Zn, Cr, Co, Sb with concentrations of 1240-3168; 1998-4657; 53,6-929; 164-2783; 3.7-2.65; 1.7-2.42; 18,1-33,8; 531-565; 929-1203; 0.7-1.14; 17,9-23,08; 34,6-160; 48.7-71.02; 0.3-0.21; and 2.25-0.5 ng/m<sup>3</sup> respectively. From these results, each carcinogenic and non-carcinogenic element has been evaluated, indicated by *Excess Lifetime Cancer Risk* (ELCR) and *Hazard Quotient* (HQ) respectively, both of which show values <1 which indicate the exposure received is still within the allowed value.

**Keywords:** forest fire, element, NAA, characterization

**BIODISTRIBUSI <sup>177</sup>LUTETIUM-(R)-NODAGA-PSMA PADA GINJAL DAN KANDUNG KEMIH  
TIKUS GALUR WISTAR JANTAN**

**Brigitta Silalahi<sup>1</sup>, A. Hussein S. Kartamihardja<sup>2</sup>, N.Elly Rosilawati<sup>2</sup>,  
Rini Shintawati<sup>2</sup>, Nur Rahmah Hidayati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Ilmu Kedokteran Nuklir dan Pencitraan Molekular FK Unpad, RS. Hasan Sadikin,  
Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Bidang Teknik Nuklir Kedokteran dan Biologi Radiasi, PTKMR Batan, Jakarta Selatan,  
Indonesia.

Email : brigittasilalahi90@gmail.com

*Diterima: 16-11-2018*

*Diterima dalam bentuk revisi: 16-11-2018*

*Disetujui: 27-02-2018*

**ABSTRAK**

**BIODISTRIBUSI <sup>177</sup>LUTETIUM-(R)-NODAGA-PSMA PADA GINJAL DAN KANDUNG KEMIH TIKUS GALUR WISTAR JANTAN.** <sup>177</sup>Lutetium (Lu)–(R)-NODAGA-PSMA merupakan perkembangan terapi radionuklida yang dapat digunakan untuk metastasized castration-resistant prostate cancer (mCRPC). Di Indonesia, terapi kanker prostat menggunakan <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA masih tergolong baru. Data mengenai persentase efek samping terapi <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA pada organ kritis selain target, juga belum dikaji secara rinci. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui biodistribusi <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA pada ginjal dan kandung kemih hewan coba berupa tikus galur wistar jantan. Penelitian eksperimental laboratorik ini dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Kedokteran Nuklir dan Pencitraan Molekular RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Subjek penelitian adalah 10 tikus galur wistar jantan dengan usia 8-12 minggu; berat 200-250 gram; dalam keadaan sehat. Tikus ditidurkan dengan agen anestesi ketamin, lalu dilakukan injeksi 1,3-1,7 mCi radiofarmaka <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA pada vena bagian ekor. Perhitungan cacahan organ total dilakukan pada menit ke 60, 90, dan 120. Selanjutnya tangkapan (uptake) ginjal dan kandung kemih ditentukan. Persentase rata-rata tangkapan radiofarmaka pada organ ginjal kanan, ginjal kiri, dan kandung kemih pada menit ke-60 adalah 4,35%, 5,91%, dan 6,54%; pada menit ke-90 adalah 6,31%, 7,6%, dan 7,95%; serta pada menit ke-120 adalah 6,89%, 8,48%, dan 9,60%. Hasil tangkapan organ target akan disajikan dalam tabel dan grafik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tiga organ yang memiliki dosis internal tertinggi <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA adalah: ginjal kanan, ginjal kiri, dan kandung kemih. Hal ini disebabkan karena ginjal berperan sebagai organ ekskresi dari radiofarmaka. Terjadi peningkatan tangkapan radiofarmaka seiring dengan berjalannya waktu.

**Kata kunci :** <sup>177</sup>Lu, PSMA, Biodistribusi, Tikus Galur Wistar Jantan.

**ABSTRACT**

**BIODISTRIBUTION OF <sup>177</sup>LUTETIUM-(R)-NODAGA-PSMA IN MALE WISTAR STRAIN RATS.** <sup>177</sup>Lutetium (Lu) –(R)-NODAGA-PSMA is the development of radionuclide therapy that can be used for study the metastasized castration-resistant prostate cancer (mCRPC) therapy. In Indonesia, Prostate cancer therapy uses <sup>177</sup>Lu–(R)-NODAGA-PSMA is

still relatively new. Data about side effect percentage of  $^{177}\text{Lu}$ -(R)-NODAGA-PSMA on critical organs beside the target organ has not been studied in detailed. The aim of this study was to know the biodistribution of  $^{177}\text{Lu}$ -(R)-NODAGA-PSMA in kidneys and bladder of Male Wistar strain rats. This experimental study was done in Department of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Dr. Hasan Sadikin General Hospital, Bandung. The subject of this study was 10 male Wistar strain rats with the age of 8-12 weeks; a weight of 200-250 grams; in healthy condition. The subjects were anesthetized using Ketamine and injected with 1,3-1,7 mCi radiopharmaceutical of  $^{177}\text{Lu}$ -(R)-NODAGA-PSMA into their veins at their tail. Organ total counting was done at 60,90, and 120 minutes after injection of radiopharmaceutical. The data were collected from both kidneys and bladder uptake. The mean percentage of radiopharmaceutical uptake at 60 minutes for right kidney, left kidney, and bladder were 4.35%, 5,91%, and 6.54% respectively. At 90 minutes, they were 6.31%, 7.6%, and 7.95%. At 120 minutes, they were 6.89%, 8.48%, and 9.60%. The percentage of the uptake in targeted organs were presented in tables and graphics. The result of this study showed that the three organs received the highest internal dose of  $^{177}\text{Lu}$ -(R)-NODAGA-PSMA are: right kidney, left kidney, and bladder. This is because kidney acts as excretory organ of  $^{177}\text{Lu}$ -(R)-NODAGA-PSMA. The increase in the radioactivity of targeted organs was recorded along with the time when the research was being conducted.

**Keywords:**  $^{177}\text{Lu}$ , PSMA, Biodistribution, Male Wistar Strain Rats.

## PEDOMAN BAGI PENULIS

1. **Lingkup penerbitan.** Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia memuat hasil penelitian yang berhubungan dengan sains dan teknologi nuklir dalam bidang: fisika, kimia, biologi, ilmu bahan, teknologi reaktor, konversi energi, instrumentasi, kesehatan, pertanian, industri, geologi dan lingkungan.
2. **Kebijakan Redaksi.** Makalah yang diajukan untuk dimuat dalam JSTNI harus berupa hasil penelitian sains dan teknologi nuklir yang belum pernah dipublikasikan dan tidak dalam proses untuk publikasi. Demikian pula setelah makalah dimuat di Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia tidak dibenarkan diterbitkan kembali dalam bahasa Indonesia maupun bahasa lain, kecuali dengan izin resmi dari redaksi Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia. Diterima atau tidaknya suatu makalah merupakan keputusan redaksi yang tidak dapat diganggu gugat. Penulis akan menerima hasil evaluasi redaksi dalam waktu tidak lebih dari enam minggu.
3. **Kebijakan Umum.**
  - 3.1. **Pelanggaran HAKI.** Penulis membebaskan Redaksi Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia dari kemungkinan gugatan pelanggaran hak atas kekayaan intelektual (HAKI) khususnya hak cipta pihak ke tiga. Apabila terjadi gugatan maka penulis harus menyelesaikannya sendiri tanpa melibatkan Redaksi Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia atau instansi terkait.
  - 3.2. **Hak cipta dan cetak ulang.** Begitu tulisan dimuat di dalam Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia maka hak cipta atas tulisan tersebut menjadi milik Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia. Cetak ulang tulisan tersebut hanya dapat dilakukan atas sepengetahuan redaksi.
4. **Format penulisan.** Makalah yang hendak dimuat dalam "Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia", disampaikan kepada: redaksi Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia sebanyak 2 eksemplar disertai dengan file elektronik. Makalah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris tidak lebih dari 15 halaman disertai abstrak. Makalah diketik menggunakan huruf Arial ukuran 11, jarak baris 1,5 spasi, kecuali abstrak dengan jarak 1 spasi. Ukuran kertas A4, dengan jumlah kolom 1, jarak dari pinggir atas 2,5 cm; bawah 2,5 cm; kiri 3,5 cm; kanan 2,5 cm.
5. **Identitas penulis.** Nama penulis ditulis tanpa gelar dan dilengkapi dengan nama dan alamat instansi serta alamat e-mail.
6. **Abstrak.** Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, berisi judul (dalam huruf kapital), latar belakang, metode, eksperimen dan hasil serta kesimpulan yang dirangkum secara ringkas dan jelas tidak lebih dari 200 kata. Di bawah abstrak bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris dicantumkan tidak lebih dari 5 kata kunci (*keywords*). Kata kunci merupakan kata yang paling penting dan mencerminkan konsep, serta dapat digunakan untuk membantu akses pencarian makalah.
7. **Penulisan bab atau subbab.** Isi makalah mengikuti sistematika penulisan yang disusun sebagai berikut: pendahuluan, teori (bila ada), tata kerja, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan daftar pustaka yang ditulis dengan huruf kapital dan cetak tebal. Penulisan bab dan subbab harus dapat dibedakan dengan jelas. Judul bab dan subbab ditulis dengan angka arab (1,2,3,...dst untuk bab dan 1.1,1.2,1.3,...dst untuk subbab). Ucapan terima kasih (bila ada) ditulis setelah kesimpulan dan sebelum daftar pustaka, namun tidak termasuk bagian dari bab.
8. **Tabel dan gambar.** Tabel dan gambar diberi nomor secara berurutan (1,2,3,...dst). Judul tabel ditulis di atas tabel, sedang judul gambar ditulis di bawah gambar. Penempatan tabel dan gambar harus berdekatan dengan teks yang mengacunya. Gambar sebaiknya dimasukkan sebagai format gambar yang mempunyai resolusi tinggi. Hindari penempatan tabel dan gambar sebagai lampiran.
9. **Kepustakaan.** Tidak dibenarkan menulis kepustakaan yang tidak disinggung sama sekali dalam naskah. Acuan primer (Jurnal, Prosiding) dan kemutakhiran acuan (terbitan 10 terakhir) harus lebih dari 80% dari seluruh kepustakaan. Pengacuan nomor pustaka dalam teks ditulis di antara tanda kurung, contoh : ..... menurut Getzen (1). Penulisan pustaka dalam daftar pustaka mengikuti sistem Vancouver. Keterangan lengkap dan contoh penulisan dapat diperoleh dari : [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Contoh:

### Pustaka dari buku

- 9.1 Getzen TE. Health economic: fundamentals and flow of funds. New York (NY):John Wiley & Sons; 2001.
- 9.2 Fauzi AS, Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson JD, Martin JB, Kasper DL, et al editors. Harrison's principles of internal medicine 14th ed. New York: Mc Graw Hill, Health Professions Division; 1998.

### Pustaka dari jurnal

- 9.3 Russel FD, Coppel AL, Davenport AP. Comparative *in vivo* kinetics of some new <sup>99m</sup>Tc-labelled diphosphonates. *Biochem Pharmacol* 1999 Mar 1;55(5):697-701.
- 9.4 Mahmood KR. Radionuclide content of local and imported cements used in egypt. *J Rad Prot* 2007; 27: 69-77.
- 9.5 Hartati E, Setiawan D, Yuliyati YB. Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit untuk bahan pengikat tungstate dalam sistem generator <sup>188</sup>W/<sup>188</sup>Re. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* Agustus 2014; 15(2):55-68.

### Pustaka dari prosiding

- 9.6 Setiawan D. Analisis fisiko-kimia radioisotop praseodymium-143 (<sup>143</sup>Pr) untuk aplikasi radioterapi. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir; 04 Juli 2013; Bandung: PTNBR-BATAN;2013.

### Pustaka dari website

- 9.7 Morse SS. Factor in the emergence of infections disease. *Emerg Infct Dis* serial [serial on line] 1998 Jan-Mar [cited 2002 Des 20]; 1(1): [24 screens]. Available from: URL:<http://www.cdc.gov/ncidoc/EID/eid.htm>

Setiap makalah akan dievaluasi dan diseleksi oleh dewan editor dan mitra bestari. Penulis diberi kesempatan memperbaiki makalahnya apabila diperlukan dan setelah makalah diterima untuk diterbitkan, penulis akan menerima *pageproof* berkaitan dengan pemeriksaan *setting* pengetikan dan kesalahan redaksional pada makalahnya. Setelah makalah terbit dalam JSTNI penulis akan diberi cetak lepas (*reprint*).