

Penentuan Konsentrasi Radionuklida ^{137}Cs dalam Susu Sapi di Nagari Sungai Kamuyang Sumatera Barat

Indah Asma Ul Husna^{1*}, Dian Milvita¹, Kusdiana²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

²Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Meteorologi Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan, 12440

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 17 Maret 2022
Direvisi: 28 Juni 2022
Diterima: 30 Juni 2022

Kata kunci:

^{137}Cs
konsentrasi radionuklida
radionuklida buatan
spektrometer gamma

Keywords:

^{137}Cs
concentration of radionuclide
artificial radionuclide
gamma spectrometer

Penulis Korespondensi:

Indah Asma Ul Husna
Email: indahauh@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penentuan konsentrasi radionuklida buatan ^{137}Cs pada susu sapi, tanah, dan rumput di Nagari Sungai Kamuyang, Sumatera Barat. Sampel susu sebanyak 3 liter, diambil dari hasil perahan semua sapi pada satu peternakan yang sudah dikumpulkan dalam satu wadah. Sampel rumput yang digunakan merupakan rumput yang tumbuh di lingkungan peternakan yang diambil sebanyak 2,5 kg, sedangkan sampel tanah yang digunakan merupakan tanah tempat tumbuhnya sampel rumput yang diambil sebanyak 2 kg pada kedalaman 0-15 cm. Sampel yang sudah dipreparasi lalu disungkup selama 30 hari, untuk diukur selama 17 jam menggunakan spektrometer gamma yang sudah dikalibrasi. Hasil pengukuran menunjukkan radionuklida ^{137}Cs hanya terdeteksi pada tanah dengan konsentrasi $0,42 \pm 0,19$ Bq/kg. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada tanah dan rumput di Nagari Sungai Kamuyang berada di bawah batas maksimum berdasarkan PERKA BAPETEN No. 16 tahun 2012 untuk ^{137}Cs pada material terkontaminasi yang bernilai 100 Bq/kg, sedangkan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada susu berada di bawah batas maksimum konsentrasi ^{137}Cs berdasarkan PERMENKES RI No. 1031 tahun 2011 yang bernilai 150 Bq/kg.

The determination of ^{137}Cs radionuclide concentration of cow's milk, soil, and grass in Nagari Sungai Kamuyang, West Sumatera has been done. The 3 liters of milk sample used was the result of milking all cows that had been combined in one container at the same farm. The grass sample used was the grass that grew in the farm environment which is taken as much as 2.5 kg, meanwhile the soil sample used was the soil where the grass sample grows which is taken as much as 2 kg at a depth of 0-15 cm. The prepared sample was then covered for 30 days, to be measured for 17 hours using a calibrated gamma spectrometer. The measurement results showed that radionuclide ^{137}Cs were only detected in soil sample with a concentration of 0.42 ± 0.19 Bq/kg. The concentration of ^{137}Cs radionuclide in soil and grass samples in Nagari Sungai Kamuyang is below the maximum limit set by BAPETEN PERKA No. 16 of 2012 which is 100 Bq/kg, while the concentration of ^{137}Cs radionuclide in milk samples was below the maximum limit based on the PERMENKES RI No. 1031 of 2011 which is 150 Bq/kg.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Manusia dapat menerima paparan radiasi yang bersumber dari radionuklida alam dan buatan. Radionuklida buatan merupakan radionuklida yang terbentuk akibat adanya campur tangan manusia, seperti radionuklida yang terbentuk melalui proses fisi yang terjadi pada saat percobaan maupun kecelakaan nuklir. Percobaan nuklir yang terjadi semenjak tahun 1945 hingga 1999 merupakan bagian terbesar dari aktivitas radiasi buatan di dunia. Pada rentang waktu tersebut, telah dilakukan 543 percobaan nuklir di atas tanah, di permukaan laut, dan di bawah tanah, dengan total energi 530 megaton TNT (Henriksen, 2013). Percobaan nuklir tersebut menghasilkan hampir 100 radionuklida dengan waktu paro yang berbeda, salah satunya adalah ^{137}Cs (IAEA, 1989).

Radionuklida ^{137}Cs merupakan radionuklida hasil fisi yang berbahaya terhadap lingkungan karena memancarkan radiasi gamma dan memiliki waktu paro yang panjang, yaitu 30,07 tahun. Radionuklida ^{137}Cs merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui pencemaran radionuklida yang lepas dari reaktor dikarenakan hasilnya yang relatif tinggi, yaitu 6% dari hasil pembelahan ^{235}U (Wulandari, 2011).

Radionuklida ^{137}Cs dapat naik ke stratosfer 10 hingga 50 km, tersebar ribuan kilometer dari tempat terjadinya ledakan nuklir, lalu jatuh ke bumi dalam waktu puluhan hingga ratusan tahun (Sutarman, 2001). Menurut IAEA (1989), jika radionuklida ^{137}Cs terakumulasi pada permukaan tanah, radionuklida tersebut dapat masuk ke rumput atau tanaman melalui akar, sehingga terdapat kemungkinan radionuklida jatuhnya masuk ke rantai makanan seperti susu pada sapi. Apabila masuk ke dalam tubuh manusia, ^{137}Cs dapat terserap dengan sangat cepat oleh tubuh dan terakumulasi pada seluruh jaringan lunak. Akumulasi radionuklida ^{137}Cs dapat menjadi sumber radiasi yang merusak sel sehat dengan kemampuan ionisasinya, sehingga dapat memicu pertumbuhan sel kanker (Akhadi, 2000).

Penelitian mengenai pemantauan konsentrasi radionuklida pada susu sapi telah dilakukan oleh Sutarman (2001) di Jawa. Hasil penelitian didapatkan konsentrasi ^{137}Cs sebelum kecelakaan nuklir di Chernobyl bernilai 0,05-1,06 Bq/l, sedangkan konsentrasi ^{137}Cs sesudah kecelakaan nuklir bernilai 1,03 Bq/l. Adelmo, dkk (2003) telah meneliti konsentrasi radionuklida pada susu dan produk olahannya di Camaguey, Cuba. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang diperoleh dalam susu adalah senilai $0,13 \pm 0,04$ Bq/kg. Kakimov, dkk (2017) melakukan pengukuran konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada sampel tanah, tanaman, dan susu di daerah Semipalatinsk Test Site (STS), yaitu tempat pengujian utama senjata nuklir Uni Soviet yang berlokasi di Provinsi Kazakhstan Timur, Kazakhstan. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs tertinggi untuk sampel tanah, tanaman, dan susu diperoleh sebesar $18 \pm 0,34$ Bq/kg, $3,90 \pm 0,17$ Bq/liter, dan $8,60 \pm 0,16$ Bq/liter secara berturut-turut.

Supriyanto (2012), telah melakukan pengukuran radioaktivitas dan radiasi gamma lingkungan di Provinsi Lampung. Hasil penelitian didapatkan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada sampel tanah dan rumput bernilai $1,87 \pm 0,17$ Bq/kg dan $0,56 \pm 0,17$ Bq/kg. Desprians, dkk (2020) melakukan pemetaan tingkat radioaktivitas lingkungan pada tanah di Kota Padang. Hasil penelitian menunjukkan terdeteksinya konsentrasi ^{137}Cs pada tanah di Kota Padang yang bernilai rata-rata $0,40 \pm 0,22$ Bq/kg. Keberadaan radionuklida ^{137}Cs pada suatu daerah menjadi indikator bahwa terdapat jatuhnya radioaktif ^{137}Cs yang memancarkan radiasi gamma dari percobaan masa lalu (Desprians dkk, 2020).

Kusdiana, dkk (2013) telah melakukan pemetaan radiasi gamma lingkungan di Provinsi Sumatera Barat. Hasil penelitian didapatkan bahwa laju dosis radiasi gamma di Sumatera Barat bernilai rata-rata 60 ± 13 nSv/jam. Laju dosis radiasi gamma yang didapatkan bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa wilayah lainnya di Indonesia, seperti daerah di sebagian besar Jawa, Sumatera, Kalimantan, Bali, dan Nusa Tenggara. Pemetaan radiasi gamma lingkungan di Provinsi Sumatera Barat dilakukan pada 28 titik lokasi, dengan salah satu titik lokasi adalah Kelurahan Labuah Basilang, Kota Payakumbuh. Berdasarkan penelitian Kusdiana, dkk (2013) diketahui nilai laju dosis radiasi gamma di Labuah Basilang adalah 70 ± 12 nSv/jam, yang bernilai lebih tinggi daripada nilai rata-rata laju dosis radiasi gamma di Sumatera Barat.

Peternakan susu sapi Kelompok Tani Sago Pratama merupakan peternakan yang menghasilkan susu sapi perah yang berlokasi di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten 50 Kota, Provinsi Sumatera Barat. Peternakan ini merupakan peternakan sapi perah yang berlokasi tidak jauh dari Kelurahan Labuah Basilang, Kota Payakumbuh. Hal ini mendasari pentingnya dilakukan pengukuran aktivitas spesifik atau konsentrasi radionuklida pada susu sapi yang dikonsumsi masyarakat Kabupaten 50 Kota dan Kota Payakumbuh dengan manfaat sebagai data awal untuk dilakukannya pengawasan radiasi lingkungan dimasa yang akan datang.

Penelitian dilakukan dengan tujuan menentukan konsentrasi ^{137}Cs pada tanah, rumput, dan susu sapi perah yang berlokasi di Nagari Sungai Kamuyang, Sumatera Barat menggunakan spektrometer gamma. Hasil pengukuran ^{137}Cs pada sampel tanah dan rumput ditinjau berdasarkan PERKA BAPETEN No. 16 Tahun 2012 tentang tingkat klerens pada material terkontaminasi, yaitu 100 Bq/kg untuk ^{137}Cs , sedangkan pada sampel susu ditinjau berdasarkan PERMENKES RI No. 1031 tahun 2011 tentang batas maksimum konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam susu, yaitu 150 Bq/kg. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi radionuklida ^{137}Cs , akan ditinjau hubungan antara sampel tanah, rumput dan susu.

II. METODE

Pengambilan sampel tanah, rumput, dan susu dilakukan di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten Lima Kota, Sumatera Barat. Persiapan dan pengukuran sampel penelitian, pengambilan data, serta pengolahan data dilakukan di Laboratorium Cacah Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Alat yang digunakan pada penelitian adalah oven, timbangan, *muffle furnace*, vial plastik 175 ml, grinder, set ayakan SS 60 mesh, *sieve shaker*, marinelli 1 l, spektrometer gamma dengan detektor HPGe, dan *software maestro*.

2.1 Teknik Penelitian

Penelitian dimulai dari tahapan pengambilan sampel, preparasi sampel, pengukuran radiasi latar, kalibrasi spektrometer gamma, pengukuran konsentrasi radionuklida, pengolahan data, dan analisis data.

2.1.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel susu, rumput, dan tanah dilakukan pada peternakan sapi perah Kelompok Tani Sago Pratama Jorong Sibaladung yang berlokasi di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten Lima Kota. Sampel susu sapi yang digunakan berasal dari hasil perahan keseluruhan sapi di peternakan yang sudah digabungkan dalam satu wadah. Sampel susu sapi diambil sebanyak 3 liter dan dimasukkan ke dalam botol khusus yang diberi label. Sementara itu, sampel rumput yang digunakan merupakan rumput di lingkungan peternakan yang menjadi sumber makanan bagi sapi. Sampel rumput diambil sebanyak 2,5 kg, lalu dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label. Sampel tanah yang diambil merupakan tanah tempat tumbuhnya sampel rumput yang digunakan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-15 cm sebanyak 2 kg, lalu dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label.

2.1.2 Preparasi Sampel

Sampel tanah yang masih basah dikeringkan di bawah sinar matahari, digiling menggunakan grinder, lalu diayak menggunakan set ayakan 60 mesh dengan bantuan grinder. Sampel tanah yang sudah halus dimasukkan ke dalam marinelli, disegel menggunakan lem araldhite, dan disungkup selama 30 hari. Sampel rumput yang masih basah dikeringkan di bawah sinar matahari, lalu diabukan menggunakan *muffle furnace*. Sampel rumput yang sudah menjadi abu dimasukkan ke dalam vial, disegel menggunakan lem araldhite, lalu disungkup selama 30 hari. Sampel susu dipindahkan ke dalam marinelli, lalu disegel menggunakan lem araldhite. Sampel susu disungkup selama 30 hari di dalam *freezer* (BATAN, 1998).

2.1.3 Pengukuran Radiasi Latar

Pengukuran radiasi latar dilakukan dengan mengukur cacahan marinelli berisi air suling 1 L menggunakan spektrometer gamma selama 17 jam. Pengukuran radiasi latar dilakukan agar perbedaan radiasi awal sebelum melakukan kalibrasi spektrometer gamma dan sesudah melakukan pengukuran radionuklida sampel diketahui dengan tepat.

2.1.4 Kalibrasi Spektrometer Gamma

Kalibrasi spektrometer gamma dilakukan dengan mengukur cacahan sumber standar gamma campuran yang telah diketahui aktivitas radionuklidanya. Cacahan sumber standar gamma campuran marinelli GM-014 diukur selama 6 jam, sedangkan sumber standar gamma campuran vial GM-11 diukur selama 17 jam. Kalibrasi yang dilakukan terdiri dari kalibrasi energi dan kalibrasi efisiensi. Kalibrasi energi dilakukan untuk menentukan hubungan antara energi dengan nomor salur puncak spektrum sumber standar, sedangkan kalibrasi efisiensi dilakukan untuk menentukan hubungan antara efisiensi

dan energi dari radiasi gamma yang dipancarkan oleh radionuklida sumber standar. Nilai efisiensi ($\varepsilon\gamma$) dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) (BATAN, 1998).

$$\varepsilon_{\gamma} = \frac{N_s - N_{bg}}{A_t p_{\gamma}} \quad (1)$$

Pada Persamaan (1), N_s merupakan laju cacah sampel (cps), N_{bg} merupakan laju cacah latar (cps), A_t merupakan aktivitas pada saat pengukuran (Bq), serta p_{γ} merupakan *yield* energi gamma (%).

2.1.5 Pengukuran Konsentrasi Radionuklida pada Sampel

Pengukuran konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada semua sampel dilakukan menggunakan spektrometer gamma dengan detektor HPGe. Pengukuran masing-masing sampel dilakukan selama 17 jam. Selanjutnya hasil pengukuran berupa spektrum gamma digunakan untuk mengidentifikasi radionuklida yang diperoleh.

2.1.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh konsentrasi radionuklida yang terkandung di dalam sampel. Konsentrasi radionuklida dalam sampel rata-rata (C_{avg}) dan nilai ketidakpastian pengukuran (U_T) dapat dihitung menggunakan Persamaan (2) dan Persamaan (3) (BATAN, 1998).

$$C_{avg} = \frac{N_s - N_{bg}}{\varepsilon_{\gamma} p_{\gamma} w} \quad (2)$$

$$U_T = C_{avg} \times \sqrt{\left(\frac{U_N}{N_s}\right)^2 + \left(\frac{U_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\gamma}}\right)^2 + \left(\frac{U_P}{p_{\gamma}}\right)^2 + \left(\frac{U_w}{w}\right)^2} \quad (3)$$

U_N adalah ketidakpastian pencacahan sampel (%), U_{ε} adalah ketidakpastian efisiensi pada energi gamma (%), U_P adalah ketidakpastian *yield* (%), U_w adalah ketidakpastian massa sampel, dan w adalah berat sampel (kg).

Konsentrasi radionuklida dalam sampel ditampilkan dalam bentuk Persamaan (3), sedangkan *Minimum Detectable Concentration* (MDC) konsentrasi minimum yang dapat terdeteksi oleh spektrometer gamma dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) dengan mengetahui waktu cacah latar (t_{bg}).

$$C_{sp} = C_{avg} \pm U_T \quad (4)$$

$$MDC = 4,66 \frac{\sqrt{N_{bg}}}{\varepsilon_{\gamma} p_{\gamma} w \sqrt{t_{bg}}} \quad (5)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Konsentrasi Radionuklida ^{137}Cs pada Tanah

Hasil konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang diperoleh pada sampel tanah di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten 50 Kota dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada sampel tanah di Nagari Sungai Kamuyang bernilai $0,42 \pm 0,19$ Bq/kg. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs tersebut bernilai lebih tinggi daripada *Minimum Detectable Concentration* (MDC) atau kemampuan detektor spektrometer gamma dalam mendeteksi radionuklida ^{137}Cs pada sampel tanah, yang bernilai 0,12 Bq/kg.

Berdasarkan PERKA BAPETEN No. 16 Tahun 2012 tentang Klierens, konsentrasi ^{137}Cs yang terdeteksi pada tanah di Nagari Sungai Kamuyang saat ini masih berada di bawah tingkat klierens untuk konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada material terkontaminasi, yaitu 100 Bq/kg, sehingga tanah di Nagari

Sungai Kamuyang saat ini dapat dibebaskan dari pengawasan BAPETEN untuk dilakukannya klierens atau pembebasan zat radioaktif pada material yang diduga terkontaminasi.

Tabel 1 Konsentrasi ^{137}Cs pada sampel tanah, rumput dan susu di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten 50 Kota

Sampel	Landasan Batasan Maksimum	Konsentrasi ^{137}Cs (Bq/kg)		
		Nilai Batasan Maksimum	Penelitian saat ini	MDC
Tanah	PERKA BAPETEN No. 16 Tahun 2012	100	$0,42 \pm 0,19$	0,12
Rumput	PERKA BAPETEN No. 16 Tahun 2012	100	< MDC	0,62
Susu	PERMENKES No. 1031 Tahun 2011	150	< MDC	0,08

Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada tanah di Nagari Sungai Kamuyang diketahui bernilai lebih rendah jika dibandingkan dengan dengan daerah penelitian lainnya, seperti Lampung yaitu $1,87 \pm 0,17$ Bq/kg (Supriyanto, 2012), Cuba yaitu 7,9 Bq/kg (Adelmo dkk, 2003) dan Kazakhstan Timur yaitu $18 \pm 0,34$ Bq/kg (Kakimov dkk, 2017). Sementara itu, konsentrasi radionuklida ^{137}Cs di Nagari Sungai Kamuyang bernilai hampir sama dengan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs rata-rata di Kota Padang yang bernilai $0,40 \pm 0,22$ Bq/kg (Despriani dkk, 2020). Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs di Nagari Sungai Kamuyang berada jauh di bawah nilai konsentrasi rata-rata sebaran akibat kecelakaan Chernobyl di dunia yang bernilai 185 Bq/m². Hal ini dikarenakan percobaan nuklir banyak dilakukan di negara maju belahan bumi utara, sehingga umumnya pada negara di daerah lintang rendah ($0-30^\circ$) belahan bumi selatan, seperti Indonesia dan daerah lainnya yang berada di dekat garis khatulistiwa, jumlah radionuklida jatuhan hasil fisi relatif rendah (Sutarman, 2001).

3.2 Konsentrasi Radionuklida ^{137}Cs pada Rumput

Hasil konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang diperoleh pada sampel rumput di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten 50 Kota dapat dilihat pada Tabel 1. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada rumput di Nagari Sungai Kamuyang bernilai lebih kecil daripada MDC atau kemampuan detektor spektrometer gamma dalam mendeteksi radionuklida ^{137}Cs pada rumput yang bernilai 0,62 Bq/kg. Jika dibandingkan dengan PERKA BAPETEN No. 16 Tahun 2012 tentang klierens, konsentrasi ^{137}Cs yang terdeteksi pada rumput di Nagari Sungai Kamuyang saat ini berada di bawah tingkat klierens untuk konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada material terkontaminasi, yaitu 100 Bq/kg, sehingga rumput di Nagari Sungai Kamuyang saat ini dapat dibebaskan dari pengawasan BAPETEN untuk dilakukannya klierens.

Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang terkandung pada sampel rumput di Sungai Kamuyang merupakan nilai terendah jika dibandingkan dengan daerah penelitian lainnya, seperti Lampung yaitu $0,56 \pm 0,17$ Bq/kg (Supriyanto, 2012) dan Kazakhstan Timur yaitu $3,90 \pm 0,17$ Bq/kg (Kakimov dkk, 2017). Hal ini dikarenakan, pada sampel tanah tempat tumbuhnya rumput di Sungai Kamuyang, diperoleh nilai konsentrasi ^{137}Cs yang juga bernilai lebih kecil daripada konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada tanah di daerah penelitian lainnya seperti Lampung dan Kazakhstan Timur. Menurut IAEA (1989), konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada rumput dipengaruhi oleh konsentrasi radionuklida pada tanah tempat tumbuhnya rumput, serta kemampuan akar untuk menyerap radionuklida.

3.3 Konsentrasi Radionuklida ^{137}Cs pada Susu

Hasil konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang diperoleh pada sampel susu di Nagari Sungai Kamuyang, Kabupaten 50 Kota dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada susu bernilai lebih kecil daripada MDC atau kemampuan spektrometer gamma dalam mendeteksi radionuklida ^{137}Cs pada sampel susu, yang bernilai 0,08 Bq/kg. Jika dibandingkan dengan batas maksimum konsentrasi ^{137}Cs dalam susu yang ditetapkan oleh PERMENKES RI No. 1031 Tahun 2011, konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam susu di Nagari Sungai Kamuyang berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan, yaitu 150 Bq/kg.

Pada penelitian diperoleh konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada rumput yang dikonsumsi oleh sapi bernilai sangat kecil atau berada di bawah nilai MDC, sehingga konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang

terkandung pada susu di Nagari Sungai Kamuyang juga bernilai sangat kecil atau di bawah nilai MDC. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam sampel susu di Sungai Kamuyang diketahui bernilai lebih kecil dibandingkan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs yang terkandung dalam susu di beberapa daerah di Indonesia lainnya, seperti Bogor yaitu $0,079 \pm 0,019$ (Wulandari, 2011), dan Jawa yaitu $1,03$ Bq/kg (Sutarman, 2001). Sementara itu, konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam sampel susu di Sungai Kamuyang juga bernilai lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam sampel susu di Kazakhstan Timur yang bernilai $8,60 \pm 0,16$ Bq/kg (Kakimov dkk, 2017). Hal ini dikarenakan daerah Sungai Kamuyang berada di daerah lintang rendah dengan jumlah radionuklida jatuhan relatif rendah, sedangkan daerah Kazakhstan Timur merupakan tempat pengujian utama senjata nuklir Uni Soviet dengan jumlah radionuklida jatuhan relatif tinggi.

IV. KESIMPULAN

Radionuklida ^{137}Cs terdeteksi pada tanah di Nagari Sungai Kamuyang dengan konsentrasi radionuklida senilai $0,42 \pm 0,19$ Bq/kg, sedangkan radionuklida ^{137}Cs tidak terdeteksi pada sampel rumput dan susu. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada tanah dan rumput berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan pada material terkontaminasi berdasarkan PERKA BAPETEN No. 16 tahun 2012. Konsentrasi radionuklida ^{137}Cs dalam susu berada di bawah batas maksimum diperbolehkan oleh PERMENKES RI No. 1031 tahun 2011.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kelompok Tani Sago Pratama Nagari Sungai Kamuyang dan Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelmo, M.E., Osvaldo, B.F. and Orlando, D.L. (2003), "Radioactivity in Milk and Dairy Products of Camagüey Region, Cuba".
- Akhadi, M. (2000), *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- BATAN. (1998), *Prosedur Analisis Sampel Radioaktivitas Lingkungan*, Jakarta.
- Despriani, Y., Milvita, D., Kusdiana, K. and Pradana, R. (2020), "Pemetaan Tingkat Radioaktivitas Lingkungan pada Tanah di Kota Padang", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 9 No. 2, pp. 190–195.
- Henriksen, T. (2013), *Radiation and Health*, Radiation and Health, University of Oslo, Oslo, available at: <https://doi.org/10.4324/9781315127996>.
- IAEA. (1989), *Measurement of Radionuclides in Food and the Environment*, Vienna.
- Kakimov, A., Smirnova, I., Zharykbayev, Y., Kakimova, Z., Yessimbekov, Z., Mirasheva, G. and Baybalinova, M. (2017), "Specific activity of Cs-137 in milk of Semey region of East Kazakhstan area", *Annual Research & Review in Biology*, pp. 1–6.
- Kusdiana, Setiawan, A., Pudjadi, E. and Syarbani. (2013), "Mapping of Environmental Gamma Radiation Dose Rate in West Sumatera Province", *Prosiding International Conference on the Source, Effect, and Risk of Ionizing Radiation*, pp. 211–214.
- Supriyanto, A. (2012), "Pengukuran radioaktivitas dan radiasi-gamma lingkungan di provinsi Lampung", *Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung*, Vol. 3 No. 3.
- Sutarman. (2001), "Konsentrasi Radioaktif Jatuhan di Dalam Berbagai Sampel Lingkungan di Indonesia", *Prosiding Seminar Nasional Keselamatan Dan Lingkungan I*, pp. 194–200.
- Wulandari, D. (2011), *Analisis Cesium-137 Dalam Sampel Cair Lingkungan Dengan Spektrometri Gamma; Perbandingan Metode Preparasi Analisis Cesium-137 Dalam Sampel Cair Lingkungan Dengan Spektrometri Gamma*; Skripsi.