

Penentuan Kandungan Radionuklida Alam dan Unsur Logam pada Tanah Pertanian desa Tiga Panah, Kab. Karo, Sumatera Utara dengan menggunakan Metode XRF

Reh Malem br Karo¹, Jhon Patar Sinurat², Eko Pudjadi³

¹ Departemen Farmasi, Fakultas Kedokteran Universitas Prima Indonesia

² Departemen Teknologi Laboratorium, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam

³ Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) – BATAN

* E-mail: rehmalembrkaro@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemantauan terhadap kandungan radionuklida alam dan unsur logam yang terdapat dalam tanah pertanian desa Tiga Panah, Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia sehingga dapat memastikan apakah ada pencemaran dari radionuklida alam dan logam berat pada sampel tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode XRF (*X-Ray Fluorescence*). Kandungan radionuklida alam yang ditemukan pada tanah pertanian cabai (*Capsicum annum L*) kode B1, Jagung (*Zea Mays*) kode B2, Brokoli (*Brassica oleracea L.*) kode B3 dan tanah kontrol (tanah kosong) kode B4 yaitu Th dan U dengan konsentrasi masing-masing adalah 27,5 mg/kg; 19,8 mg/kg; 22,6 mg/kg; 24,7 mg/kg untuk Th dan 3,1 mg/Kg; <0,4 mg/kg; 4,9 mg/kg; 3,1 mg/kg untuk U. Beberapa konsentrasi radionuklida alam pada sampel tanah pertanian desa Tiga Panah masih dikategorikan hampir sama dengan nilai radionuklida yang terkandung dalam tanah dari berbagai negara di dunia dan beberapa lebih tinggi. Logam-logam yang terkandung pada sampel tanah pertanian B1, B2, B3 dan B4 adalah K, P, Ca, Cr, Pb, Mn, Fe, Co, Al, Na, Mg, Si, Cu, Zn. Unsur Al, Si dan P memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur-unsur lainnya. Tingginya kandungan ketiga unsur tersebut dapat dikarenakan adanya penambahan dari penggunaan pupuk seperti NPK, TSP dan Ammonium Phosphate pada lahan pertanian tersebut untuk meningkatkan hasil produksi. Selain itu, disebabkan juga oleh struktur morfologi serta faktor pembentukan tanah yang berbeda disetiap daerah. Sementara kandungan logam berat yaitu Cr, Pb, Mn, Cu dan Zn yang ditemukan pada sampel tanah masih dibawah ambang baku mutu yang ditetapkan.

Kata Kunci: Radionuklida, XRF, Tanah Pertanian, Logam

Determination of radionuclides and some metals content in Agricultural Soils from sub district Tiga Panah, Karo, North Sumatera, Indonesia by XRF Method

Abstract

*The aim of this study was to monitor the natural radionuclides and some metals of agricultural soils from sub district Tiga Panah, Karo Regency, North Sumatera, Indonesia and to ensure whether there was contamination of natural radionuclides and heavy metals in the soil samples. Radionuclides and some metals concentrations in the samples were determined using XRF method. The natural radionuclides from these four types of soil samples (namely soil of chili (*Capsicum annum* L), code B1; soil of Corn (*Zea Mays*), code B2; soil of Broccoli (*Brassica oleracea* L.), code B3; and soil control, code B4) were found to contain Th and U. The concentrations of Th in B1, B2, B3, and B4 soil samples were 27,5 mg/kg; 19,8 mg/kg, 22,6 mg/kg; 24,7 mg/kg, respectively and the concentrations of Uranium were 3,1 mg/kg; <0,4 mg/kg; 4,9 mg/kg; 3,1 mg/kg, respectively. Some mean concentrations of these radionuclides are comparable to values from other locations around the world and the other higher. The XRF analysis revealed some elements in agricultural soil sub district Tiga Panah, Karo namely K, P, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Al, Na, Mg, Si, Cu and Zn. The concentration of Al, Si and P were found higher than the other elements. The higher concentrations of those metals were caused by the addition of fertilizers such as NPK, TSP and Ammonium Phosphate to increase crop yields. In addition, the result can also caused by soil morphology and soil forming processes. While it was found that the heavy metals namely Cr, Pb, Mn and Zn in the samples studied were within permissible limits.*

Keywords: Radionuclide, XRF, Agricultural Soil, Metal

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang dikenal baik dengan sektor pertaniannya. Salah satu kabupaten yang mempunyai potensi pertanian yang cukup baik di provinsi Sumatera Utara adalah Kabupaten Karo. Kabupaten Karo secara geografis berada diantara 2^o50'-3^o19' LU dan 97^o -98^o38' BT dengan luas 2.127,25 Km² dan ketinggian 120-1.420 m di atas permukaan laut (Karo BPS, 2012). Berdasarkan angka sementara hasil pencacahan lengkap Sensus Pertanian 2013, jumlah usaha pertanian di Kabupaten Karo adalah 69.485 (BPS, 2013). Dilihat dari penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Karo, penggunaan lahan didominasi oleh penggunaan lahan kering berupa perladangan dan perkebunan seluas 96.045 Ha atau 41% dari luas wilayah (Karo BPS, 2009)

Sektor pertanian merupakan bagian terpenting dalam perekonomian Kabupaten Karo. Komoditi utama yang dikembangkan meliputi tanaman pangan (padi, jagung dan ubi jalar), tanaman sayuran (kentang, kubis, petersai, tomat, cabe, wortel dan lobak), tanaman buah-buahan (jeruk, markisah, terung berastagi, dan durian), tanaman hias (gladiol, krisan, anthurium, sedap malam dan garbera) serta hasil perkebunan (kakao dan kopi) (B. P. P. D. K. Karo, 2015) Berdasarkan sumber data dari Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Karo, kecamatan Tiga Panah merupakan kecamatan yang termasuk dalam penghasil komoditas hortikultura terbesar (BPS, 2015). Dimana yang menjadi daerah studi pada penelitian ini adalah desa Tiga Panah di Kecamatan Tiga Panah. Dimana desa tersebut berkontribusi dalam peningkatan hasil pertanian di kecamatan tersebut.

Radionuklida merupakan inti suatu unsur yang tidak stabil, untuk menjadi inti yang stabil, radionuklida itu akan mengalami peluruhan sambil memancarkan radiasi berupa partikel alfa, beta, dan sinar gamma. Radionuklida alam penyumbang terbesar terhadap besarnya paparan gamma ke manusia adalah anak luruh U-238, Th-232, dan K-40 (UNSCEAR, 2000). Pemantauan kandungan radionuklida alam dan unsur-unsur logam lainnya dalam tanah pertanian diperlukan untuk memastikan apakah ada pencemaran radionuklida alam dan logam berat lainnya dengan mengetahui jenis logam yang terdapat dalam tanah pertanian tersebut beserta konsentrasinya. Selanjutnya konsentrasi logam-logam tersebut dibandingkan dengan baku mutu kandungan logam dalam tanah pertanian sehingga dapat disimpulkan kandungan logam pada tanah tersebut masih dibawah ambang batas atau tidak. Keberadaan logam berat dalam tanah pertanian memunculkan empat persoalan yaitu (1) berupa edafon yang merupakan keseluruhan kehidupan di dalam tanah menjadi salah satu faktor pokok penentu produktivitas tanah; (2) hasil panen pertanaman, baik jumlah maupun mutunya; (3) kesehatan ternak; (4) kesehatan manusia. Hal tersebut disebabkan adanya faktor transfer baik logam berat maupun radionuklida alam dari tanah ke tanaman dimana melalui rantai makanan dapat masuk ke dalam tubuh manusia (Alatas, 2014; Notohadiprawiro, 1995).

Radionuklida alam seperti Ra-226 resiko paparan yang tinggi dan dalam jangka waktu lama akan menyebabkan efek berbahaya terhadap kesehatan seperti anemia, katarak, kanker dan bahkan kematian. Radionuklida lain seperti Th, bila terhirup debu yang mengandung radionuklida tersebut dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan penyakit paru-paru dan kanker paru (Makmur et al., 2019). Sementara efek terhadap kesehatan yang ditimbulkan logam berat bagi manusia tergantung pada bagian tubuh yang terikat logam. Keracunan unsur logam berat Hg dapat menyebabkan bronkitis, Keracunan Cd menyebabkan Kanker paru-paru, kerusakan ginjal dan hati. Keracunan Cr berakibat buruk terhadap sistem saluran pernafasan, kulit, pembuluh darah, dan ginjal (Murniasih & Taftazani, 2013).

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menentukan kandungan radionuklida alam dan unsur-unsur logam lainnya dalam suatu sampel tanah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *X-Ray Fluorosensi* (XRF). Pada metode ini energi foton yang dihasilkan dari sinar X akan melewati satu atau lebih *primary filter* untuk mengurangi viabilitas energi foton sumber sinar X. Sumber foton akan melalui sampel dan mentransferkan energinya ke elektron kulit terdalam dari suatu atom dalam sampel sehingga atom menjadi tidak stabil yang kemudian elektron kulit terluar akan mengisi kekosongan elektron tersebut pada saat bersamaan akan melepaskan energi dalam bentuk *fluoresced secondary X-ray* yang karakteristik dengan atom dalam sampel. Logam dalam sampel ditentukan berdasarkan laju *fluoresced secondary X-ray* yang diukur oleh detektor dalam spektrometer (Byers et al., 2019).

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini yaitu Brahmana *et al* (2017) yang melakukan studi kandungan radionuklida alam pada tanaman palawija disekitar tanah karo pasca erupsi gunung Sinabung dengan menggunakan spektrometer gamma, hasil penelitian menunjukkan faktor transfer Ra-226 dan Th-232 dari tanah ke tanaman tidak terdeteksi dikarenakan rendahnya kandungan kedua radionuklida tersebut dalam sampel tanaman yang diteliti. Sementara faktor transfer untuk K-40 adalah 0.27 yang menandakan terjadinya transfer K-40 dari tanah ke tanaman yang diteliti (Brahmana, 2017). Selain itu, dari penelitian Karo *et al* (2017), diperoleh konsentrasi aktivitas radionuklida alam (Ra-226, Th-232 dan K-40) dari pupuk yang umum digunakan di tanah pertanian Kab. Karo Sumatera Utara yaitu NPK, TSP, AP, dan PF (*Potassium Fertilizer*) masih dibawah ambang batas rata-rata mengacu pada PP No. 101 (2014) tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Alat yang digunakan dalam pengukuran kandungan radionuklida pada penelitian tersebut adalah spektrometer Gamma (R. M. Karo et al., 2017). Berdasarkan penelitian Chauhan *et al* (2013), diperoleh perbedaan konsentrasi aktivitas Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam beberapa sampel pupuk yaitu DAP, SSP, PF, URA, NPK dikarenakan perbedaan bahan baku dan proses dari pembuatan pupuk (Chauhan et al., 2013). Selanjutnya, penelitian Alzubaidi *et al* (2016) diperoleh rata-rata konsentrasi Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam sampel tanah pertanian yang dikumpulkan dari Kedah, Malaysia Utara yaitu 102.08 ± 3.96 , 133.96 ± 2.92 , and $325.87 \pm 9.83 \text{ Bq kg}^{-1}$. Penentuan aktivitas radionuklida tersebut menggunakan metode Spektrometri Gamma. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan sebelumnya maka peneliti tertarik melakukan penelitian penentuan kandungan radionuklida alam dan unsur logam dalam tanah pertanian desa Tiga Panah, Kec Tiga Panah, Kab.Karo, Sumut dengan metode X-Ray Fluoresensi (XRF).

METODE

Sampel tanah diambil dari lahan pertanian di desa Tiga Panah, Kec. Tiga Panah, Kab. Karo, Sumatera Utara dengan Titik Koordinat N 03°04.730' dan E 098°31.679'. Gambar 1. menunjukkan lokasi sampling.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel (*Study Area*)

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini **CEREOX** (Licowax C Micropowder) yang digunakan sebagai binder dalam pembuatan pelet sampel tanah. Sampel tanah diambil dari tanaman yang berbeda yaitu tanah pertanian cabai (*Capsicum annum L*), Jagung (*Zea Mays*), dan Brokoli (*Brassica oleracea L.*) dan juga tanah tanpa tanaman pertanian atau lahan kosong yang sudah lama tidak ditanami sebagai tanah kontrol.

Peralatan yang digunakan plat logam-logam murni (*purity ± 99.99%*) yang digunakan sebagai standar dan menentukan sensitifitas alat spektrometer pendar sinar-X (XRF). Peralatan yang digunakan untuk membuat pelet sampel tanah adalah alat manual *hydraulic press* (SPECAC). Pengukuran unsur-unsur dalam sampel tanah menggunakan spektrometer pendar sinar-x sistem *Annular source* (SPECTRO XEPOS), yang terdiri dari detektor PopTop semikonduktor Si(Li), sumber tegangan kerja (*high voltage*), penguat awal (*Pre-amplifier*), penguat akhir (*Amplifier*), ADC (*Analog to Digital Converter*), pencacah salur ganda (MCA) MAESTRO, dan paket program analisis spektrum. Peralatan tambahan lain yang digunakan adalah timbangan analitik, desikator, dan pinset.

Sampel tanah diambil masing-masing secara acak dari titik-titik sampling yang telah ditentukan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 5-20 cm dari permukaan tanah. Kemudian tanah dari titik-titik pengambilan sampel digabungkan dan dicampur secara merata dimana kerikil, batu, akar dan daun-daunan dibuang dari sampel. Setelah itu, dimasukkan kedalam wadah plastik sebanyak 3-4 kg, diikat rapat dan diberi label sampel (nama daerah/lokasi, tanggal, bulan dan tahun pengambilan, waktu pengambilan, nomor kode, kedalaman). Masing-masing sampel tanah dijemur di udara terbuka selama beberapa hari. Sampel tanah yang sudah kering digerus (ditumbuk) dengan menggunakan alat gerus. Kemudian dilakukan reduksi ukuran dengan cara disaring dengan menggunakan ayakan berukuran 200 mesh (Omoniyi et al., 2013; Suhariyono & Menry, 2005).

Alat yang digunakan dalam pengukuran kandungan radionuklida dan unsur logam lainnya pada sampel tanah adalah *X-Ray Fluorosensi* (XRF) Spektrometer merek SPECTRO XEPOS. Masing-masing sampel tanah dalam bentuk powder ditimbang sebanyak $\pm 0,5$ gr dan dicampurkan hingga homogen dengan binder kemudian dimasukkan dengan perlahan ke dalam plat dan selanjutnya dipress pada tekanan 20-25 ton/inch² dengan menggunakan alat manual *hydraulic press* (SPECAC) hingga terbentuk pelet berdiameter 2,2 cm. Masing-masing pelet sampel tanah ditimbang dan selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrometer XRF. Sebelum dilakukan pengukuran, alat XRF dikalibrasi terlebih dahulu dan diukur sensitifitasnya untuk masing-masing unsur dengan beberapa plat logam-logam murni.

Hasil cacah sampel dengan XRF berupa spektrum yang secara langsung dapat diolah dengan menggunakan *Software* sehingga dihasilkan data kuantitatif dari masing-masing sampel tersebut (Omoniyi et al., 2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Radionuklida Alam dan Unsur Logam Lainnya dalam Sampel Tanah

Tanah secara alami sudah mengandung unsur-unsur yaitu U, Th, K, Cs, Fe, Pb, Mg, Mn dan lainnya dalam jumlah yang kecil. Besarnya konsentrasi dari unsur-unsur tersebut tergantung pada faktor geologi dari setiap daerah (IAEA, 2003). Tanah mengandung berbagai zat terlarut berbentuk ion, baik kation dan anion. Umumnya kation yang terdapat dalam tanah adalah H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} dan lainnya. Anion yang umum dijumpai adalah SiO_4^{4-} . Unsur hara yang terkandung secara alami dalam tanah terkadang tidak mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman, oleh karena itu perlu penambahan unsur hara dari pupuk. Pupuk diberikan pada tanah pertanian untuk mencukupi unsur hara dalam tanah yang dibutuhkan bagi tumbuhan dan untuk meningkatkan hasil pertanian. Hanya saja penggunaan pupuk juga harus dimonitor agar sesuai peruntukannya. Selain unsur makro pada pupuk yang sangat berperan bagi pertumbuhan tanaman, ternyata beberapa pupuk juga mengandung logam berat seperti Cd dan Pb. Logam berat seperti Cu, Cd, Zn dan Pb pada kadar tertentu dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanah. Logam berat tersebut dapat meningkat didalam tanah sejalan dengan peningkatan penggunaan pupuk. Aplikasi pupuk fosfat tertentu dapat menambahkan Cd dan elemen lainnya ke dalam tanah pertanian dan dapat menuju ke tanaman melalui faktor transfer (Erfandi & Juarsah, 2014).

Hasil konsentrasi radionuklida alam dan unsur logam lainnya dalam tanah pertanian cabai (*Capsicum annum L*) kode B1, Jagung (*Zea Mays*) kode B2, dan Brokoli (*Brassica oleracea L.*) kode B3 dan tanah kontrol kode B4 ditunjukkan pada **Tabel 1 dan 3**.

Tabel 1. Konsentrasi Radionuklida Alam dalam Sampel Tanah Pertanian

Kode Sampel	Unsur (mg/kg)	
	Th	U
B1	27,5	3,1
B2	19,8	<0,4
B3	22,6	4,9
B4	24,7	3,1

Radionuklida yang ditemukan pada tanah pertanian cabai (*Capsicum annum L*) kode B1, Jagung (*Zea Mays*) kode B2, dan Brokoli (*Brassica oleracea L.*) kode B3 dan tanah kontrol kode B4 dengan menggunakan metode XRF adalah Thorium dan Uranium. Tabel 1 menunjukkan konsentrasi Thorium paling tinggi ditemukan pada sampel kode B1 yaitu tanah pertanian cabai (*Capsicum annum L*) dan paling rendah ditemukan pada sampel kode B2 yaitu tanah pertanian Jagung (*Zea Mays*). Sementara konsentrasi Uranium paling tinggi pada sampel B3 yaitu tanah pertanian Brokoli (*Brassica oleracea L*) dan paling rendah pada sampel B2 yaitu Jagung (*Zea Mays*). Perbedaan kandungan Th dan U pada masing-masing sampel tanah tersebut dimungkinkan karena perbedaan penggunaan pupuk yang digunakan dan kondisi geologi dan geografi dari suatu wilayah. Distribusi radionuklida yang berbeda pada tanah disebabkan formasi awal pembentukan tanah yaitu asal mula jenis batuan, proses transport dan lainnya (Chauhan et al., 2013; Mohery et al., 2014).

Berdasarkan penelitian Karo et al (2017), beberapa pupuk yang umum digunakan pada lahan pertanian Kab. Karo adalah NPK, TSP, PF dan AP dimana diperoleh aktivitas konsentrasi Ra-226, K-40 dan Th-232 yang ditentukan dengan metode spektrometri gamma pada masing-masing sampel pupuk masih dibawah ambang batas yang ditetapkan Peraturan Pemerintah No. 101 (2014) tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Indonesia, 2014; R. M. Karo et al., 2017). Kandungan Radionuklida dalam pupuk dapat disebabkan oleh bahan baku yang berbeda dari proses pembuatan pupuk tersebut, misalnya pupuk yang mengandung fosfat biasanya digunakan bahan baku dari batuan fosfat (Chauhan et al., 2013).

Batuan fosfat merupakan bahan baku yang paling besar digunakan pada industri pupuk yaitu sekitar 90% (Kasno et al., 2010). Batuan Fosfat mengandung sejumlah zat radioaktif terutama uranium-238 (^{238}U), Thorium-232 (^{232}Th) dan Kalium-40 (^{40}K). Ketika batuan fosfat tersebut diproses kedalam bentuk pupuk, sebagian besar radionuklida masuk ke dalam pupuk. Selanjutnya, pupuk tersebut akan mendistribusikan NORM (*Naturally Occuring Radionuclides*) melalui lingkungan dan menjadi sumber zat radioaktif. Fenomena ini akan memberikan resiko radiologi karena memungkinkan terjadinya perpindahan radionuklida dari pupuk ke tanah dan tanaman pertanian, selanjutnya melalui rantai makanan akan berpindah ke manusia yang disebabkan oleh paparan secara interna melalui konsumsi hasil pertanian dari tanah yang mengandung pupuk tersebut (Shafiqur-Rehman et al., 2006). Perbandingan konsentrasi Uranium dan Thorium pada sampel tanah dari berbagai negara ditunjukkan pada **Tabel 2**. Sehingga peningkatan penggunaan pupuk terutama

pupuk fosfat juga dapat mengkontaminasi tanah pertanian karena adanya kandungan zat radioaktif alam (Lambert et al., 2007).

Tabel 2. Perbandingan Konsentrasi U dan Th pada Sampel Tanah dari berbagai Negara
(Dragović et al., 2006; Omoniyi et al., 2013)

Lokasi	U (ppm)	Th (ppm)	Referensi
Albania	0.48-7.68 (1,84)	0.98-39.5 (5.93)	UNSCEAR (2000)
Australia	1,6-3,8 (2,2)	6-19 (13)	Dickson and Scott (1997)
Bulgaria	0.64-15.2 (3.2)	1.73-39.5 (7.41)	UNSCEAR (2000)
Cyprus	0.08-7.2(1.2)	0.25-13.1 (2.72)	Tzortzi et al. (2003)
Italy	0.16-5.6	0.25-16.8 (5.43)	Chiozzi et al.(2002)
Egypt	0.48-9.6 (2.96)	0.49-23.7 (4.45)	UNSCEAR (2000)
Jordan	1.76-8.32 (6.72)	5.18-25.4 (20.2)	Al-Jundi et al. (2003)
Serbia dan Montenegro	1.2-6.24 (2.76)	4.45-21.0 (10.4)	Dragovic et al. (2006)
USA	0.32-11.2	0.98-32.1 (8.21)	Myrick et al(1983)

Tabel 3. Konsentrasi Logam dalam Sampel Tanah Pertanian

Unsur (mg/kg)	Kode Sampel			
	B1	B2	B3	B4
K	4727	5753	5185	4316
P	5282	7336	7920	5199
Ca	5700	4592	4530	4228
Cr	12,7	13,5	20,5	14,4
Mn	2059	3430	2617	1570
Fe	45610	41680	44990	38210
Co	16,8	40	33,1	26,6
Al	164200	139800	150500	150200
Na	950	1380	1240	100
Mg	5470	4290	5040	4180
Si	184700	181600	184900	172200
Cu	42,9	77,4	48,6	81
Cd	0.4	0.7	0.6	0.8
Zn	187,4	318	212,5	156,4
Pb	52.8	52	52	55.3

Ket. B1= tanah pertanian Cabai (*Capsicum annum L.*); B2= tanah pertanian Jagung (*Zea Mays*); B3= tanah pertanian Brokoli (*Brassica oleracea L.*); B4= tanah kontrol (tanah kosong)

Berdasarkan data konsentrasi logam dalam sampel tanah B1,B2,B3 dan B4 yang ditunjukkan pada tabel 3, diperoleh bahwa konsentrasi unsur tertinggi pada sampel B1-B4 yaitu Si dan paling rendah yaitu Kadmium (Cd).Perbedaan ini dapat disebabkan karena penggunaan pupuk yang berbeda pada setiap jenis tanaman pertanian dan proses awal pembentukan tanah. Sementara untuk sampel B4 secara keseluruhan konsentrasi logam-logamnya masih dibawah konsentrasi logam pada sampel B1, B2 dan B3, hal ini dapat disebabkan tanah kontrol merupakan lahan kosong yang sudah lama tidak ditanami tumbuhan sehingga tidak ada penambahan unsur logam dari pemberian pupuk (Chauhan et al., 2013).Kandungan Logam berat yang ditemukan pada sampel tanah B1,B2,B3 dan B4 adalah Cr, Mn, Cu, Cd, Zn dan Pb. Konsentrasi logam-logam berat tersebut masih dibawah ambang batas jika dibandingkan dengan baku mutu US.EPA (1993) dan Pickering (1980) (Erfandi & Juarsah, 2014).

Tingginya kandungan Al, P dan Si dibandingkan logam-logam lainnya dalam sampel tanah B1,B2, B3 dan B4 yang ditunjukkan pada tabel 3, dikarenakan tanah secara alami memang telah mengandung unsur-unsur tersebut tetapi dengan adanya penggunaan pupuk terutama pupuk yang mengandung fosfat yang diaplikasikan pada lahan pertanian terutama dapat meningkatkan unsur P dalam tanah. Selain itu, tingginya konsentrasi ketiga logam tersebut dapat juga disebabkan oleh morfologi tanah dan faktor geologi dari lokasi sampling. Lokasi sampling pada penelitian ini termasuk

pada Kec. Tiga Panah. Tanah di Kec. Tiga Panah Kabupaten Karo adalah jenis tanah Andisol (Simamora et al., 2015). Andisol merupakan jenis tanah yang berasal dari bahan induk abu vulkanik dan mengandung bahan organik yang cukup tinggi (Wibisono et al., 2016). Tanah andisol mengandung unsur hara yang cukup tinggi. Unsur hara tersebut berasal dari abu letusan gunung. Ketersediaan unsur hara yang cukup tinggi tersebut menyebabkan tanah jenis ini cukup subur dan sangat baik untuk ditanami. Sifat kimia dari tanah andisol ditandai dengan pH tanah 5.0-6.5, kejenuhan basa sekitar 20-40%, kapasitas tukar kation sekitar 20-30 me/100 gr. kandungan C dan N yang tinggi tetapi rasio C/N rendah, kandungan K sedang, kandungan fosfor (P) rendah, berat jenis < 0.85 % dan kandungan bahan organik pada lapisan atas adalah 5-20% (Tan KH, 1991). Pelapukan abu vulkanik menjadi alofan adalah ciri tanah andisol. Alofan mengandung oksida Al dan Fe. Kompleks yang terbentuk antara bahan organik dan Al merupakan sifat khas dari beberapa Andisol. Selain itu alofan memiliki gugus-gugus fungsi silanol (Si-OH) dan aluminol (Al-OH) (Sukmawati, 2011). Berdasarkan hal tersebut juga dapat mengindikasikan faktor penyebab tingginya P, Al dan Si pada sampel B1-B4.

KESIMPULAN

Kandungan Radionuklida Alam dari masing-masing sampel tanah berdasarkan urutan tertinggi sampai terendah yaitu B1>B4>B3>B2 untuk Th dan B3>B1=B4>B2 untuk U. Perbedaan Konsentrasi tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan pemakaian pupuk dan asal mula proses pembentukan tanah yang berbeda di setiap wilayah. Beberapa konsentrasi radionuklida alam Th dan U pada sampel tanah pertanian desa Tiga Panah masih dikategorikan hampir sama dengan nilai radionuklida yang terkandung dalam tanah dari berbagai negara di dunia dan beberapa lebih tinggi. Sedangkan, secara keseluruhan rata-rata konsentrasi unsur logam berat pada masing-masing sampel B1, B2, B3 dan B4 masih berada dibawah ambang batas baku mutu menurut US EPA 1993.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penelitian ini, khususnya untuk para petani di desa Tiga Panah untuk ijin pengambilan sampel dan informasi. Penulis juga mengucapkan terimakasih untuk seluruh staff PTKMR-BATAN untuk dukungan dan masukan selama penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Alatas, Z. (2014). Konsekuensi Kecelakaan Reaktor Chernobyl terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Buletin Alara*, 7(3).
- BPS. (2013). Sensus pertanian 2013. Jakarta.[BPS-Statistics Indonesia. 2013. *Agricultural Census 2013, Jakarta*].
- Brahmana, Y. S. (2017). *Studi Kandungan Radionuklida Alam pada Tanaman Palawija Disekitar Tanah Karo Pasca Erupsi Gunung Sinabung Sumatera Utara*.
- Byers, H. L., Mchenry, L. J., & Grundl, T. J. (2019). Food Chemistry : X XRF techniques to quantify heavy metals in vegetables at low detection limits. *Food Chemistry: X*, 1(December 2018), 100001. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2018.100001>
- Chauhan, P., Chauhan, R. P., & Gupta, M. (2013). Estimation of naturally occurring radionuclides in fertilizers using gamma spectrometry and elemental analysis by XRF and XRD techniques. *Microchemical Journal*, 106, 73–78.
- Dragović, S., Janković, L., Onjia, A., & Bačić, G. (2006). Distribution of primordial radionuclides in surface soils from Serbia and Montenegro. *Radiation Measurements*, 41(5), 611–616.
- Erfandi, D., & Juarsah, I. (2014). Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat pada Lahan Pertanian. *Jurnal Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat-Peneliti Balitbangtan Di Balai Penelitian Tanah Hal*, 159–186.
- IAEA. (2003). International Atomic Energy Agency. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. In *IAEA-TECDOC-136 IAEA, Vienna Austria*.
- Indonesia, P. R. (2014). Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. *Lembaran Negara RI Tahun 2014*.
- Karo, B. P. P. D. K. (2015). Kabupaten Karo dalam Angka. *BPS Kabupaten Karo, Kabupaten Karo*.
- Karo BPS. (2009). *Kecamatan Barusjahe dalam Angka*. Kabanjahe: BPS Kab. Karo.
- Karo BPS. (2012). Kabupaten Karo dalam angka. *Kabanjahe: BPS*, 2011.
- Karo, R. M., Marpaung, H., Gultom, J., Pudjadi, E., & Siburian, R. (2017). Chemical Science Review and Letters The Influence of Mount Sinabung Volcanic Ash and Phosphate Fertilizers on Natural

- Radionuclide Content in Agricultural Soils. *Chem Sci Rev Lett*, 6(24), 2448–2452.
- Kasno, A., Sudirman, M. T., & Sutriadi. (2010). Efektifitas beberapa deposit fosfat alam Indonesia sebagai pupuk sumber fosfor terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tanah ultisol. *J. Litri*, 16, 165–171.
- Lambert, R., Grant, C., & Sauv , S. (2007). Cadmium and zinc in soil solution extracts following the application of phosphate fertilizers. *Science of the Total Environment*, 378(3), 293–305.
- Makmur, M., Prihatiningsih, W. R., & Yahya, M. N. (2019). Penilaian Dampak Bahaya Radiologis terhadap Radionuklida Natural di Pesisir Pulau Bengkalis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 113. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.113-120>
- Mohery, M., Baz, S., Kelany, A. M., & Abdallah, A. M. (2014). Environmental radiation levels in soil and sediment samples collected from floating water from a land runway resulting from heavy rains in the Jeddah region, KSA. *Radiation Physics and Chemistry*, 97, 16–24.
- Murniasih, S., & Taftazani, A. (2013). Evaluasi Hg, Cd, Co, Cr, Dan as Dalam Sampelproduk Agroindustri Berdasarkan Keputusan Bpom Dan Adi (Accept Daily Intake). *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, 16(1).
- Notohadiprawiro, T. (1995). Logam berat dalam pertanian. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 2(7), 3–11.
- Omoniyi, I. M., Oludare, S. M. B., & Oluwaseyi, O. M. (2013). Determination of radionuclides and elemental composition of clay soils by gamma- and X-ray spectrometry. *SpringerPlus*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-74>
- Shafi-ur-Rehman, N. I., Faheem, M., Shakeel-ur-Rehman, M., & Meas, R. (2006). Determination of ²³⁸U contents in ore samples using CR-39-based radon dosimeter—disequilibrium case. *Radiat. Meas*, 41, 471–476.
- Simamora, J., Marpaung, P., & Lubis, A. (2015). Determination Type of Allophane on Andisol in Dolat Rakyat Village Tiga Panah District, Regency of Karo. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(3), 228–238. <https://doi.org/10.32734/jpt.v2i3.2916>
- Suhariyono, G., & Menry, Y. (2005). Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan xrf. *Ppi-Pdiptn 2005*, 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.str.2014.12.012>
- Sukmawati, S. (2011). Beberapa Perubahan Sifat Kimia Alofan dari Andisol Setelah Menjerap Asam Humat dan Asam Silikat. *Media Litbang Sulawesi Tengah*, 4(2), 150950.
- Tan KH. (1991). *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada University Pr.
- UNSCEAR. (2000). Effect and Risks of Ionising Radiation. *Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations. New York*, 1.
- Wibisono, M. G., Sudarsono, S., & Darmawan, D. (2016). Karakteristik Andisol berbahan induk breksi dan lahar dari bagian timur laut Gunung Gede, Jawa Barat. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 40(1), 61–70.