

PEMETAAN DISTRIBUSI PAPARAN RADIOISOTOP PADA DAERAH PERSAWAHAN DI OESENA AKIBAT KONTAMINASI DARI SUMBER RADIOISOTOP

Maria Eva Susanthi Bere, B. Pasangka, Hadi Imam Sutaji

Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Kupag NTT

Abstrak

Telah dilakukan penelitian di wilayah persawahan Desa Oesena Kecamatan Amarasi Kabupaten Kupang mengenai paparan radioisotop alam. Tujuan penelitian ini memetakan distribusi paparan radioisotop pada wilayah persawahan yang diduga terkontaminasi radioisotop dari bukit setan. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari observasi, mapping, dan analisis interpretasi data. Data yang diperoleh dalam penelitian di lapangan adalah nilai cacah radiasi per menit (cpm), elevasi dan data lintang bujur, data-data ini yang kemudian digunakan untuk membuat peta distribusi. Peta dibuat menggunakan software surfer 11. Hasil penelitian menunjukkan nilai cacah radiasi tertinggi adalah 33 cpm dan terendah adalah 8 cpm. Setelah dipetakan diketahui luas wilayah dengan nilai cacah tinggi pada 2 wilayah yaitu 736 m² dari luas keseluruhan 33.024 m² pada wilayah A dan 128 m² dari luas keseluruhan 21.168 m² pada wilayah B, dengan akumulasi tertinggi wilayah A berada pada bagian barat, dan wilayah B berada pada bagian timur. Cacah radiasi pada lokasi persawahan masih berada pada batas toleransi sesuai standar bahaya minimum (33 cpm) sesuai yang diperbolehkan.

Kata kunci : Radioisotop, Cpm.

Abstract

Has conducted research in the area of the rice field at Oesena Village, Sub-district of Amarasi, Kupang Regency, Nusa Tenggara Timur. for exposure to natural radioisotopes. The aims of research to map the distribution of the radioisotope in the rice-fields exposure suspected to be contaminated radioisotope of the hill demons. The method used consists of observation, mapping, and analysis of data interpretation. The data obtained in research in the field is the value of the radiation count per minute (cpm), elevation and latitude and longitude of data, these data are then used for producing a map of the distribution. The results showed the highest radiation count value is 33 cpm and the lowest is 8 cpm. Having mapped the known area of high count value in two areas, namely 736 m² of total area 33.024 m² and 128 m² of total area of 21.168 m², with the highest accumulation region 1 is located in the western part, and a second region located on the eastern side. Chopped radiation on the location of rice fields are still within the tolerance limits according to the standard minimum hazard (33 cpm) as allowed.

Keywords : Radioisotopes, Cpm.

PENDAHULUAN

Tanpa disadari, manusia sudah lama berhubungan dengan radiasi. Radiasi di dunia sudah ada sejak dulu kala, sejak awal terbentuknya alam semesta. Radiasi merupakan pancaran energi dalam bentuk panas, partikel, gelombang elektromagnetik atau cahaya dari sumber radiasi.

Radioaktif bila diolah dengan baik dapat dimanfaatkan di berbagai bidang antara lain: bidang industri dan teknologi (misalnya sebagai sumber tenaga pada pembangkit listrik tenaga nuklir), bidang kedokteran, bidang militer, bidang pelacakan sejarah mineral batuan yang merupakan material penyusun

bumi serta penyelidikan perlapisan batuan melalui "radioactive logging" (untuk keperluan eksplorasi), dan lainnya.

Namun, selain pemanfaatan yang berguna bagi ilmu pengetahuan, unsur radioaktif juga dapat memberikan dampak negatif bagi kelangsungan hidup manusia atau alam, misalnya pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan.

Lingkungan merupakan tempat tinggal makhluk hidup. Selama manusia hidup, manusia tidak bisa terlepas dari pengaruh lingkungannya. Radioaktif bisa terdapat di beberapa macam media di lingkungan yaitu

udara, air, tanah, batuan, dan tanaman. Media-media tersebut yang menjadi penghubung manusia dengan zat radioaktif yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan.

Radionuklida kosmogenis dan radionuklida primordial pada lingkungan berpengaruh pada tubuh manusia. Radiasi kosmogenis dan radiasi primordial masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan, makanan, dan minuman. Makanan yang umumnya mengandung radionuklida primordial adalah sejenis biji-bijian seperti beras, gandum, jagung, dan lain lain.

Zat radioaktif yang terdapat pada berbagai media lingkungan berpotensi bahaya pada kesehatan masyarakat yang menggunakan media-media tersebut. Oleh sebab itu, zat radioaktif yang terdapat di lingkungan perlu dipantau dengan metode radioaktivitas lingkungan, untuk menganalisis kadar zat radioaktif yang terdapat pada media-media di lingkungan tempat tinggal. Desa Oesena Kecamatan Amarasi Kabupaten Kupang NTT merupakan salah satu wilayah tempat tinggal masyarakat dan wilayah pertanian. Wilayah pertanian ini letaknya dekat dengan sumber radioaktif alam. Keberadaannya yang dekat dengan sumber radioaktif inilah yang menyebabkan wilayah pertanian ini diduga mengandung radioisotop akibat kontaminasi dari sumber radioaktif Bukit Kabmama (bukit setan).

Menurut penelitian sebelumnya [1] pada daerah Oesena pusat akumulasi kandungan radioisotop dalam kandungan mineral diperkirakan terdistribusi pada luas daerah kurang lebih 108,00 m kali 144,00 m pada kedalaman kurang lebih antara 20 m sampai dengan 60 m dengan nilai cacah radiasi berkisar antara 9 cpm-117 cpm. Distribusi tersebut kemungkinan terbentuk pada saat formasi dan deformasi batuan oleh peristiwa tektonik.

Mengingat wilayah pertanian dan perkebunan Desa Oesena yang letaknya sangat dekat dengan sumber radioaktif bukit Kabmama, wilayah ini diduga mengandung radioisotop akibat kontaminasi dari bukit tersebut dan kemungkinan adanya peningkatan kontaminasi pada lingkungan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pemetaan Distribusi Paparan Radioisotop Pada Daerah Persawahan di Oesena Akibat Kontaminasi dari Sumber Radioisotop”**.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Radiasi

Radiasi adalah pancaran energi dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik atau cahaya dari sumber radiasi. Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya yang membutuhkan medium.[2]

Keberadaan radiasi tidak dapat dilihat, dan tidak dapat tercium karena tidak berbau, tidak dapat dirasa tetapi hanya dapat dideteksi dengan alat detektor radiasi.

Berdasarkan tingkat energi yang dimiliki, radiasi dapat dibedakan atas radiasi non pengion dan radiasi pengion. Radiasi non pengion yang berupa gelombang elektromagnetik adalah radiasi dengan energi yang tidak cukup untuk ionisasi pada materi yang dilintasinya. Radiasi pengion yang dapat berupa partikel dan gelombang elektromagnetik merupakan radiasi dengan energi yang besar sehingga mampu untuk melakukan ionisasi dan eksitasi pada materi yang dilintasinya. Berdasarkan sumbernya radiasi dibagi atas dua, yaitu radiasi buatan dan radiasi alam.

1.1 Radiasi Buatan

Radiasi buatan adalah radiasi nuklir yang sengaja dibuat oleh manusia yang diperoleh melalui penembakan atau reaksi inti terhadap suatu atom (unsur) yang tidak radioaktif menjadi radioaktif. [3]

1.2 Radiasi Alam

Radiasi alam merupakan radiasi yang terjadi secara alami. Radiasi ini sudah ada sejak terbentuknya bumi. Radiasi alamiah walaupun tidak tinggi dosisnya diduga ikut berperan dalam mutasi gen dalam sejarah evolusi makhluk hidup. Setiap detik bumi dihujani tak kurang dari 270 00 partikel radioaktif atau foton gelombang elektromagnetik. Setiap tumbukan berpotensi menimbulkan kanker.

Radiasi alam dapat berasal dari dalam bumi dan dari luar bumi. Radiasi alam dibagi atas dua macam yaitu radiasi kosmogenis dan radiasi primordial [3].

2 Radioaktivitas

Radioaktivitas disebut juga aktivitas peluruhan radiasi. Radioaktivitas terjadi karena adanya perubahan dalam inti suatu atom yang tidak stabil. Radioaktivitas merupakan jumlah peluruhan per detik. Aktivitas radiasi (A) suatu sumber atau zat radioaktif yang dikandungnya (N) dan konstanta peluruhan dari inti radioaktif tersebut (λ). Persamaan 1 merupakan persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai aktivitas radiasi.

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N \quad (1)$$

Nilai λ dalam konstanta peluruhan suatu inti radioaktif akan berbeda dengan inti radioaktif yang lain. Satuan dari λ adalah per detik (detik^{-1}) sedangkan satuan aktivitas adalah Becquerel (Bq) atau Currie (Ci) dengan nilai sebagai berikut.

1 Bq = 1 peluruhan per detik

1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ peluruhan per detik

Aktivitas radioaktif semakin berkurang dengan berjalannya waktu. Kecepatan suatu zat radioaktif meluruh sampai habis sangat ditentukan oleh konstanta peluruhannya (λ).

Radioaktivitas terjadi karena proses peluruhan (peristiwa penyusutan) spontan isotop yang tidak stabil menjadi isotop lain disertai dengan pancaran radiasi. Radiasi ini dipancarkan dari inti atau sebagai hasil pengubahan konfigurasi elektron di sekitar inti atom. Jenis radiasi yang dipancarkan dari peluruhan zat radioaktif berupa partikel alpha (α atau ${}^4_2\text{He}$), positron (β^+), negatron (β^-), radiasi elektromagnetik (γ) dan neutron (n). [4]

3 Intensitas Radiasi

Intensitas radiasi adalah suatu nilai yang menunjukkan jumlah pancaran radiasi per detik pada suatu posisi, baik yang dihasilkan oleh radioisotop (zat radioaktif) maupun sumber radiasi lainnya seperti pesawat sinar-X, mesin berkas elektron, akselerator, maupun reaktor nuklir. Beberapa fasilitas memang tidak menggunakan istilah intensitas melainkan fluks tetapi mempunyai pengertian yang hampir sama.

Hasil pengukuran intensitas radiasi biasanya menggunakan satuan cps (counts per second) yaitu jumlah radiasi per detik, atau

cpm (counts per minute) yaitu jumlah radiasi permenit.

$$60\text{cps} = 1 \text{ cpm}$$

Intensitas radiasi mencakup dua parameter yaitu energi radiasi dan kuantitas atau jumlah radiasi yang dipancarkan per satuan waktu. Selain itu ada pengertian lain yang sering digunakan khususnya di bidang proteksi radiasi yaitu dosis radiasi.

a. Kuantitas Radiasi

Kuantitas Radiasi merupakan jumlah radiasi per satuan waktu per satuan luas, pada suatu titik pengukuran.

b. Energi Radiasi

Energi radiasi merupakan kekuatan dari setiap radiasi yang dipancarkan oleh suatu sumber radiasi.

c. Dosis Radiasi

Dosis radiasi merupakan tingkat perubahan atau kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh radiasi jika mengenai materi. [5]

4 Interaksi Partikel

Interaksi-interaksi partikel dengan materi yang dilewati bergantung pada jenis radiasi yang dilepaskan, besar tenaga kinetik partikel, jenis materi yang dilewati dan intensitas/cacah partikel yang melewati materi persatuan waktu dan luas.

Ada tiga kemungkinan ketika radiasi nuklir mengenai materi yaitu dibelokkan, diserap (berinteraksi), atau diteruskan.

5 Pembagian Lokasi Survei dan Migrasi Unsur Radioaktif

Secara umum, lokasi survei terdiri dari laut dan darat. Survei di daerah laut dapat dilakukan dengan kapal laut atau pesawat udara (*airbone radiometric*). Survei darat dapat dilakukan dengan jalan kaki, menggunakan kendaraan, dan pesawat udara. Migrasi unsur radioaktif dapat terjadi melalui beberapa proses antara lain: migrasi oleh aliran arus air, migrasi oleh angin, migrasi selama pembentukan bumi, migrasi selama aktivitas tektonik, migrasi uranium melalui larutan hidrotermal.

6 Pengaruh Radiasi Pada Makhluk Hidup

Dampak yang ditimbulkan radiasi adalah ionisasi, eksitasi atau pemutusan ikatan kimia. Ionisasi dalam hal ini adalah partikel radiasi menabrak elektron orbital dari atom sehingga terbentuk ion positif dan elektron terionisasi. Eksitasi adalah radiasi yang menyebabkan elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Pemutusan ikatan kimia merupakan radiasi yang dihasilkan oleh zat radioaktif yang memiliki energi yang dapat memutuskan ikatan-ikatan kimia [2].

Energi yang dihasilkan radiasi dapat menimbulkan pengaruh yang serius, misalnya ikatan penting dalam kimia seperti DNA pada kromosom dapat berubah. Perubahan ini dapat menyebabkan kelainan genetik dan masalah lain. Pengaruh radiasi juga tergantung dari lamanya waktu paparan. Suatu dosis yang diterima sekali paparan akan lebih berbahaya jika dilakukan dengan waktu paparan yang lama [2].

7 Alat Cacah Radiasi

Salah satu alat yang paling sering digunakan dalam mendeteksi adanya radiasi adalah alat cacah radiasi. Alat cacah radiasi memiliki detektor yang bekerja dengan cara mengukur perubahan yang disebabkan oleh penyerapan energi radiasi oleh medium penyerap. Detektor merupakan suatu bahan yang peka terhadap radiasi, yang bila dikenai radiasi akan menghasilkan respon tertentu.

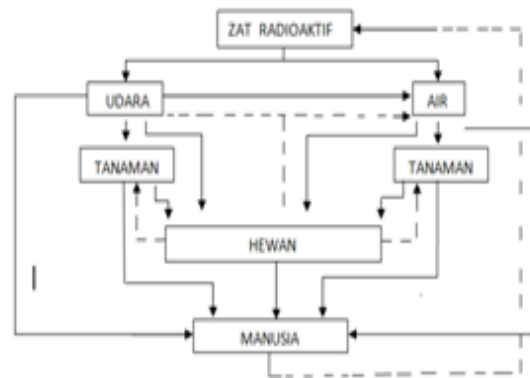
Alat cacah radiasi memiliki detektor yang mampu mengenali adanya radiasi pengion melintasi bahan detektor, maka antara bahan detektor dengan radiasi pengion akan terjadi interaksi sehingga menimbulkan jejak atau tanggapan tertentu. Jejak yang timbul sebanding dengan dosis radiasi yang diterimanya. Jejak tersebut dapat timbul karena radiasi mengarahkan sebagian atau seluruh energinya ke medium yang dilewati.

8 Kalibrasi Alat Cacah Radiasi

Kalibrasi alat cacah radiasi dimaksudkan untuk mencocokkan hasil bacaan alat ukur dengan kondisi sebenarnya dari sesuatu yang diukur. Untuk detektor *portable* jenis *Geiger Muller* tipe *Radiolet-50*, tipe *RM-60*, pencacahan dapat dikalibrasi dengan menggunakan unsur standar $Cs-137$ dengan energi gamma 662 keV. Detektor terkalibrasi pada kuantitas pencacahan 1050 *cpm* [1].

9 Proses Kontaminasi

Kontaminasi radioisotop pada lingkungan ini dapat berlangsung melalui udara, dan



sumber, yang berasal dari berbagai sumber antara lain radiasi radioisotop alam yang meliputi radiasi nuklida primordial, radiasi sinar kosmis, penambangan, pengolahan dan proses kimia bahan nuklir, dan sebagainya [6]. Proses pencemaran zat radioaktif pada lingkungan diperlihatkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Skema Daur Pencemaran Unsur Radioisotop Pada Lingkungan [7].

Pada gambar 1 terlihat bahwa kontaminasi unsur radioisotop yang sampai ke manusia, dapat melalui berbagai macam medium yang prosesnya beragam. Ada yang langsung dari udara dan air, melalui tanaman, atau melalui hewan dan akhirnya mengkontaminasi manusia [7].

10 Pembagian Daerah Kontaminasi

Lingkungan yang terkontaminasi dapat dibedakan atas tiga daerah kontaminasi yaitu [6]:

1. Daerah kontaminasi rendah, yaitu daerah yang besar tingkat atau level kontaminasinya lebih kecil dari 0,37 Bq/gram = $0,99 \times 10^{-5}$ $\mu\text{Ci}/\text{gram}$ untuk radiasi alpha, dan lebih kecil dari 3,7 Bq/gram = $9,99 \times 10^{-5}$ radiasi beta.
2. Daerah kontaminasi sedang, yaitu daerah yang besar tingkat atau level kontaminasinya = 0,37 Bq/gram = $0,99 \times 10^{-5}$ $\mu\text{Ci}/\text{gram}$ atau lebih, tetapi kurang dari 3,7 Bq/gram = $9,99 \times 10^{-5}$ $\mu\text{Ci}/\text{gram}$ untuk radiasi alpha, dan 3,7 Bq/gram = $9,99 \times 10^{-5}$ $\mu\text{Ci}/\text{gram}$ atau lebih, tetapi kurang dari 37 Bq/gram = $99,9 \times 10^{-5}$ untuk radiasi beta.
3. Daerah kontaminasi tinggi, yaitu daerah yang besar tingkat atau level kontaminasinya 3,7 Bq/gram = $9,99 \times 10^{-5}$ $\mu\text{Ci}/\text{gram}$ atau lebih untuk radiasi alpha,

dan $37 \text{ Bq/gram} = 99,9 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gram}$ atau lebih untuk radiasi beta.

11 Beberapa Standar Dosis Radiasi

Standar didasarkan pada penetapan oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*) sebagai berikut:

1. Cacah radiasi minimum untuk masyarakat umum 27 cpm.
2. Ambang batas dosis radiasi total yang diperbolehkan untuk kesehatan, yang berasal dari radiasi alam dan sumber-sumber lainnya adalah $2,7 \text{ mSv/tahun} = 2700 \mu\text{Sv/tahun} = 0,31 \mu\text{Sv/jam} = 33 \text{ cpm}$.
3. Tingkat dosis efektif radiasi dari semua sumber, termasuk radiasi latar alam untuk kondisi *remediation* (perbaikan proteksi daerah kontaminasi) adalah $10 \text{ mSv/tahun} = 10000 \mu\text{Sv/tahun} = 121,53 \text{ cpm} = 122 \text{ cpm}$, dan untuk semua kondisi yang berhubungan dengan organisme = $100 \text{ mSv/tahun} = 10 \mu\text{Sv/tahun} = 12152,78 \text{ cpm}$. Hal ini dapat pula dinyatakan dalam Bq/gram (konsentrasi aktivan).
4. Batas dosis radiasi yang diperbolehkan untuk umum adalah $1 \text{ mSv/tahun} = 1000 \mu\text{Sv/tahun} = 12,15 \text{ cpm}$, dan dosis rata-rata tidak lebih dari $0,3 \text{ mSv/tahun} = 300 \mu\text{Sv/tahun} = 4 \text{ cpm}$. Rekomendasi dari *International commission on Radiological protection* dan *Basic Safety Standards*[9].

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi/survei, mapping, analisis, dan interpretasi data.

Observasi/Survei

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengobservasi lokasi penelitian yakni di wilayah persawahan Desa Oesena Kecamatan Amarasi, Kabupaten Kupang NTT yang diduga tercemar radioisotop alam. Pada proses survei ditentukan daerah yang diteliti dan diduga terkontaminasi radioisotop. Pada proses survei juga dilakukan kegiatan berupa pengukuran cacah latar dan pengambilan data lapangan melalui pengukuran radiasi unsur radionuklida.

Mapping

Mapping merupakan proses pemetaan/pembuatan peta menggunakan software surfer 11 berdasarkan data yang diperoleh di lapangan.

Analisis dan interpretasi data

Prosedur analisis data dan interpretasinya adalah:

1. Menentukan titik dengan nilai tertinggi dan terendah cacah per menit radioisotop pada lokasi penelitian.
2. Memetakan daerah pencemaran pada lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada Desa Oesena. Daerah ini merupakan lokasi persawahan yang letaknya sangat dekat dengan sebuah bukit yang biasa disebut bukit setan oleh masyarakat setempat. Menurut penelitian sebelumnya [8], bukit ini merupakan salah satu sumber radioaktif alam dengan cacah radiasi yang cukup tinggi. Letak wilayah persawahan kira-kira 100 meter dari bukit tersebut sehingga besar kemungkinan adanya kontaminasi unsur radioaktif oleh migrasi radioaktif dari bukit tersebut pada wilayah persawahan yang dapat berdampak buruk pada lingkungan dan makhluk hidup.

Penelitian dilakukan di sepanjang persawahan yang berada di dekat bukit dengan jarak antar tiap titik 10 meter. Pengambilan data berupa pengukuran nilai cacah radiasi per menit (cpm), posisi lintang dan bujur serta elevasi. Data cacah per menit diperoleh dengan menggunakan detektor geiger muller sedangkan data lintang, bujur, elevasi diperoleh menggunakan GPS.

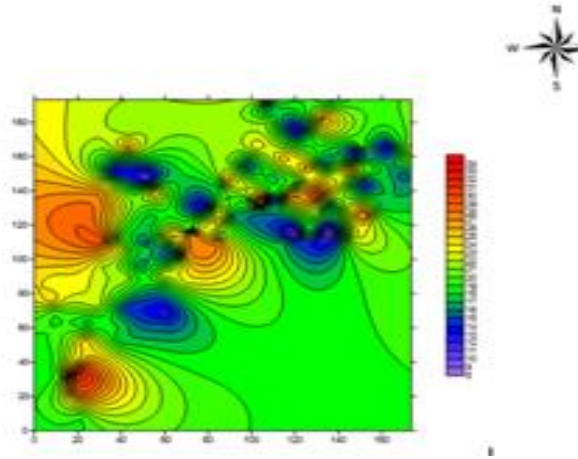
Lokasi persawahan dikelilingi dengan kali kecil yang merupakan sumber pengairan pada musim kemarau. Pengukuran lintasan 1 sampai 15 pada arah utara menuju selatan, pengukuran lintasan 16 sampai 29 pada arah timur menuju barat. Karena arahnya yang berbeda wilayah penelitian dibagi menjadi 2 wilayah yakni wilayah A arah utara ke selatan, dan wilayah B arah timur ke barat.

Hasil Pengukuran Cacah radiasi

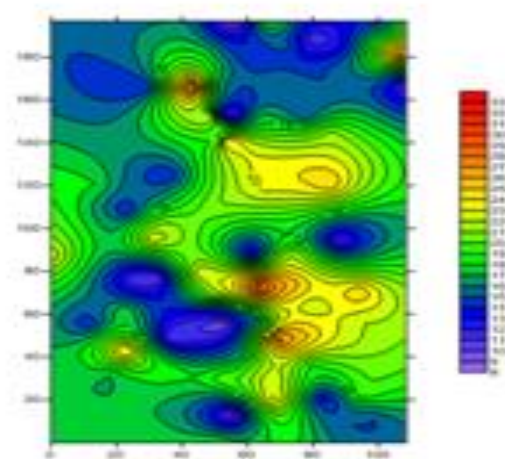
Nilai cacah latar yang terukur rata-rata 8 cpm. Pengukuran cacah latar dilakukan di luar dari lokasi penelitian. Nilai cacah radiasi pada lokasi yang terukur dan terkoreksi berkisar antara 8 cpm sampai 33 cpm. Data yang paling dominan berkisar antara 15 sampai 23 cpm. Berdasarkan standar pada penetapan oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*), data nilai cacah radiasi pada lokasi penelitian tidak menunjukkan adanya wilayah dengan

nilai cacah radiasi yang melebihi batas yang diizinkan. Batas maksimum cacah radiasi yang diizinkan adalah 33 cpm. Namun jika paparannya dalam waktu yang panjang, bisa jadi berdampak buruk bagi lingkungan tersebut.

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah data cacah radiasi (cpm), data lintang, bujur dan elevasi. Kontur distribusi kandungan radioisotop permukaan tanah wilayah A dan B terlihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2. Kontur distribusi kandungan radioisotop pada permukaan tanah di sepanjang wilayah persawahan lokasi penelitian A



Gambar 3. Kontur distribusi kandungan radioisotop pada permukaan tanah di sepanjang wilayah persawahan lokasi penelitian B

Gambar 2 dan 3 menunjukkan kontur distribusi kandungan radioisotop pada permukaan tanah di wilayah persawahan yang merupakan lokasi penelitian. Nilai cacah

radiasi yang terendah adalah 8 ditandai dengan warna ungu dan nilai cacah radiasi tertinggi adalah 33 ditandai dengan warna merah, lebih detailnya dapat dilihat pada label di atas.

Berdasarkan peta persebaran radiasi yang telah di buat dapat di kemukakan bahwa penyebaran kandungan radioisotop dalam deposit mineral hampir merata di seluruh lokasi persawahan pada setiap titik ukur namun, akumulasi radioisotop tertinggi di daerah A terpusat pada beberapa titik yakni bagian barat, barat daya dan sebagian kecil di tengah-tengah lokasi menuju arah timur laut. Lokasi tersebut berada dekat dengan bukit, sehingga dapat dikatakan, akumulasi tersebut terjadi karena adanya migrasi unsur radioisotop dari bukit dan akumulasi tertinggi terjadi karena migrasi dari bukit tersebut atau adanya peristiwa tektonik lain yang menyebabkan tingginya nilai cacah radiasi.

Karena bukit berada di bagian timur lokasi penelitian dapat dikatakan terjadi migrasi kandungan radioisotop dari bukit dan radioisotop tersebut terkumpul di bagian barat yang merupakan ujung persawahan menuju kali. Daerah dengan nilai cacah radiasi terendah berada pada beberapa titik di bagian tengah daerah penelitian.

Peta wilayah B pusat akumulasi radioisotop tertinggi berada di bagian Timur. Bagian Timur ini merupakan wilayah yang letaknya dekat dengan sungai (arah kemiringannya menuju sungai), sehingga dapat dikatakan akumulasi terjadi akibat migrasi oleh arus air. Wilayah dengan nilai cacah tinggi juga berada pada beberapa bagian di tengah wilayah. Berdasarkan skala warna yang tampak pada peta wilayah dengan nilai cacah radiasi terendah berada pada beberapa titik yang tersebar wilayah B yakni bagian utara dan selatan.

Lokasi persawahan berada lebih rendah dari bukit yang merupakan salah satu sumber radioaktif alam di wilayah tersebut sehingga salah satu penyebab cacah radiasi yang berhasil diperoleh di wilayah persawahan berasal dari migrasi radioaktif yang terdapat pada bukit tersebut. Keadaan lokasi tersebut dapat menyebabkan terjadinya migrasi melalui aliran air pada musim hujan, ataupun melalui angin dan peristiwa tektonik lainnya.

Adanya peningkatan dan penurunan nilai cacah radiasi di beberapa titik di lokasi penelitian bisa jadi karena adanya patahan ataupun lipatan di bawah permukaan serta

singkatan unsur lain di permukaan. Data tertulis yang diperoleh di lapangan pada wilayah A menunjukkan nilai cacah radiasi permenit tertinggi terletak pada lintasan ke 14 titik ukur ke 5 ($123^{\circ}80'98''\text{LS}$ dan $10^{\circ}17'153''\text{BT}$) dengan nilai 33 cpm, dan wilayah B pada lintasan ke 21 titik ukur ke 5 ($10^{\circ}17'83''\text{LS}$ dan $123^{\circ}80'964''\text{BT}$). Nilai cacah radiasi terendah terletak pada lintasan 2 titik ukur 2 ($10^{\circ}17'078''\text{LS}$ dan $123^{\circ}81'094''\text{BT}$) dan pada lintasan 4 titik ukur 1 ($10^{\circ}17'079''\text{LS}$ dan $123^{\circ}81'079''\text{BT}$) pada wilayah A dengan nilai 8 cpm dan pada lintasan ke 29 titik ukur ke 3 ($10^{\circ}17'171''\text{LS}$ dan $123^{\circ}80'957''\text{BT}$) pada wilayah B.

Berdasarkan perhitungan manual diperoleh jumlah luas daerah dengan nilai cpm tertinggi yakni 576 m^2 pada wilayah A (gambar 4.5a). Luas wilayah A secara keseluruhan adalah 33.024 m^2 dan pada wilayah B (gambar 4.5b) luas daerah dengan nilai Cpm tertinggi yakni 112 m^2 . Luas wilayah B secara keseluruhan adalah 21.168 m^2 .

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh serta analisis kualitatif maupun kuantitatif dari data tersebut dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Interval cacah radiasi pada lokasi persawahan berkisar antara 8 cpm sampai dengan 33 cpm.
2. Distribusi kandungan radioisotop di permukaan tanah wilayah persawahan tersebar tidak merata. Akumulasi tertinggi wilayah A berada pada bagian barat, barat daya dan sebagian kecil di tengah-tengah lokasi menuju arah timur laut, dan wilayah B berada pada bagian timur.
3. Jumlah luas daerah dengan nilai Cpm tertinggi yakni 576 m^2 dari luas keseluruhan 33.024 m^2 pada wilayah A (nilai cacah tertinggi: 28 sampai 33) dan 112 m^2 dari luas keseluruhan 21.168 m^2 pada wilayah B (nilai cacah radiasi tertinggi: 26 sampai 30).
4. Cacah radiasi pada lokasi persawahan masih berada pada batas toleransi sesuai standar bahaya minimum (33 CPM) sesuai yang diperbolehkan.

SARAN

Mengingat lokasi penelitian yang diteliti merupakan wilayah persawahan yang

merupakan sumber makanan pokok bagi warga setempat, penulis menyarankan:

1. Untuk peneliti selanjutnya melakukan interpretasi yang lebih detail tentang cacah radiasi pada sampel tanah dan tanaman di persawahan untuk mengetahui kadar radioisotop pada sampel tersebut.
2. Bagi pemerintah daerah setempat diharapkan memberikan sosialisasi pada masyarakat setempat, terutama yang menggunakan lahan persawahan tersebut mengenai bahaya yang ditimbulkan dari unsur radioisotop alam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pasangka, B. 2008. *Pendahuluan Fisika Nuklir dan Geofisika Nuklir*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang.
2. Yudhi. 2008. *Interaksi Radiasi*. <http://www.infonuklir.com>.
3. Wardhana, W. A. 1996. *Radioekologi*. Yogyakarta : Andi.
4. Bundjali, B. 2002. *Kimia Inti*. Bandung: ITB.
5. Alat Zubaidah dkk. 2000. *Buku Pintar Nuklir*. Jakarta : BAPETEN.
6. Wardhana, W. A. 1994. *Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan*. Yogyakarta : Andi.
7. Pasangka B. 2013. *Fisika Nuklir (Inti) dan Aplikasinya*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana Kupang Indonesia.
8. Pasangka, B. 1996. *Teori survei radioaktif dan "dating"* Yogyakarta : Barth.
9. Jefons, N. B. 2015. *Investigasi kandungan dan Komposisi Radioisotop dalam Sampel Air Laut Bahan Pembuatan Garam dan Endapannya di Oebelo Kabupaten Kupang*. *Skripsi*. Undana.