

PENYERAPAN RADIOSESIUM-134 DALAM AIR OLEH IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)

Juni Chussetijowati, Poppy Intan Tjahaja dan Putu Sukmabuana

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN, Jl. Tamansari No.71, Bandung 40132

ABSTRAK.

PENYERAPAN RADIOSESIUM-134 DALAM AIR OLEH IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.). Penelitian penyerapan ^{134}Cs dalam air oleh ikan mas telah dilakukan untuk memperoleh nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas. Nilai faktor transfer ini diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi dosis interna bagi masyarakat yang mengkonsumsi ikan tersebut. Ikan mas dipelihara dalam bak berisi 500 L air, dikontaminasi dengan ^{134}Cs sebanyak 3 mL dengan aktivitas 4,8 MBq. Sebagai kontrol, ikan mas juga dipelihara dalam air yang tidak dikontaminasi. Pengamatan terhadap penyerapan ^{134}Cs oleh ikan mas dilakukan setiap 5 hari sekali dengan cara mengambil 3 ekor ikan mas dan 3 sampel air masing-masing sebanyak 100 mL. Tubuh ikan mas dipisahkan antara daging, tulang, dan isi kepala serta bagian dalam perut ikan. Masing-masing bagian dihaluskan dan dimasukkan ke dalam vial plastik serta didestruksi dengan cara menambahkan larutan HCl 1,5 M hingga volume menjadi 100 mL. Pengukuran ^{134}Cs dalam sampel bagian ikan dan sampel air dicacah dengan spektrometer sinar gamma selama 900 detik. Nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas ditentukan dengan menghitung perbandingan konsentrasi ^{134}Cs dalam ikan mas dengan konsentrasi ^{134}Cs dalam air. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas (daging) yaitu sebesar 9,83 mL/g, dengan akumulasi ^{134}Cs tertinggi terjadi pada hari ke-21 yaitu sebesar 40,95 Bq/g.

Kata kunci: penyerapan, ^{134}Cs , ikan mas, faktor transfer

ABSTRACT

RADIOCESIUM-134 UPTAKE IN WATER BY FISH CARP (*Cyprinus carpio* L.). The research of ^{134}Cs uptake in water by fish carp were carried out, to obtained transfer factor value of ^{134}Cs from water to fish carp. The value of transfer factor obtained can be used for internal dose prediction on human body if this fish was consumed. The fish carps were grown on the tank filled with 500 L freshwater, which was contaminated with 3 mL ^{134}Cs of 4.8 MBq. As a control, other fish carps were also grown on the tank without contaminated water. The ^{134}Cs uptake by fish carp was observed every five days through 3 fish carps and 3 waters each of 100 mL sampling. The fish carp samples were separated into muscle, bones, and internal organ of head and stomach. Each parts destructed, were put on the plastic vials and destructed by addition of HCl 1,5 M until the volume become 100 mL. The measurement ^{134}Cs in each parts fish carp and water samples were counted using gamma ray spectrometer for 900 seconds. The value of transfer factor ^{134}Cs from water to fish carp were determined with calculating ratio of ^{134}Cs concentration on the fish carp to ^{134}Cs concentration on the water. From this research the value of transfer factor ^{134}Cs from water to body (muscle) fish carp of 9,83 mL/g was obtained, with the highest ^{134}Cs accumulation of 40,95 Bq/g at the 21th day.

Key words : uptake, ^{134}Cs , fish carp, transfer factor

1. PENDAHULUAN

Pada pemanfaatan suatu reaktor nuklir, maka pemantauan terhadap keselamatan fasilitas nuklir dan lingkungan hidup sekitar reaktor harus selalu dilakukan. Pemantauan tersebut dilakukan sebelum reaktor nuklir dibangun, selama beroperasi, dan bahkan setelah tidak beroperasi.

Dalam pemanfaatan reaktor nuklir, salah satu yang dapat memberikan dampak negatif kepada manusia dan makhluk hidup lainnya adalah terlepasnya radionuklida ke lingkungan. Di antara radionuklida yang dapat terlepas ke lingkungan adalah radiosesium, baik yang berasal dari hasil fisi reaktor maupun aktivasi. Radiosesium yang sering mendapat perhatian adalah ^{137}Cs dan ^{134}Cs . Kedua radionuklida ini merupakan pemancar radiasi gamma dengan waktu paro 30,0 tahun dan 2,05 tahun, masing-masing untuk ^{137}Cs dan ^{134}Cs sehingga jika terlepas ke lingkungan dapat berada di lingkungan dalam waktu relatif lama. Radiosesium akan masuk dan mengkontaminasi komponen lingkungan seperti tanah, batuan, air, udara dan makhluk hidup. Radiosesium ini dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan atau minuman, melalui penghirupan maupun kulit, dan pada akhirnya memberikan paparan radiasi eksternal maupun internal bagi manusia.

Radiosesium mempunyai sifat kimia yang sama dengan kalium (Potassium), unsur yang ada secara alami dalam tubuh manusia. Radiosesium dapat larut dalam air dan pengambilan radiosesium yang terlepas dalam air oleh ikan merupakan salah satu jalur utama migrasi radiosesium dari air ke ikan, dan selanjutnya radiosesium dapat masuk ke tubuh manusia lewat rantai makanan. Jika radiosesium termakan maka akan segera masuk ke saluran pencernaan. Oleh karena itu, perlu diketahui konsentrasi radiosesium di dalam tubuh ikan yang hidup di dalam air yang tercemar radiosesium. Perpindahan radiosesium dari air ke ikan dapat diketahui melalui hubungan antara konsentrasi radiosesium dalam ikan dengan konsentrasi radiosesium dalam air yang dikenal dengan faktor transfer. Nilai faktor transfer radiosesium bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan dan makhluk hidup yang menyerapnya.

Makalah ini melaporkan penelitian penyerapan ^{134}Cs dari air oleh ikan mas, dengan tujuan untuk memperoleh nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas. Dengan menggunakan model matematika, diharapkan nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas

tersebut dapat digunakan untuk memprediksi dosis internal yang diterima oleh manusia jika mengkonsumsi ikan mas yang terkontaminasi ^{134}Cs .

Penelitian penyerapan ^{134}Cs dari air dilakukan pada spesies ikan mas karena ikan mas merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dikonsumsi masyarakat di Indonesia. Berdasarkan data 'Pengeluaran dan Konsumsi Rumah Tangga Jawa Barat Tahun 1999' yang dikeluarkan oleh Biro Pusat Statistik Propinsi Jawa Barat, dikatakan bahwa rata-rata konsumsi ikan mas di Jawa Barat yaitu 28 g/minggu/orang atau 1,46 kg/tahun per kapita [1]. Ikan mas yang dipakai dalam penelitian ini adalah spesies ikan mas konsumsi.

2. TATA KERJA (BAHAN DAN METODE)

2.1. Alat dan bahan:

- Ikan mas, dengan berat antara 70-80 g
- $^{134}\text{CsNO}_3$ sebanyak 3 mL dengan aktivitas 4,8 MBq
- Air tawar untuk memelihara ikan
- Makanan ikan mas berupa pelet
- Bak 2 buah; busa penyaring air; *air pump* (penggelembung udara dalam bak)
- Pompa sirkulasi air 2 buah dengan kapasitas maksimal 35 L/menit
- Lampu neon 2 buah @ 20 watt untuk penghangat ruangan pada malam hari
- Alat pancing dan jaring ikan
- Ember tempat meletakkan sampel ikan
- Kantong plastik dengan ukuran 10 x 15 cm²
- Alat bedah ikan (*dissecting set*)
- Vial plastik dengan kapasitas 200 mL
- Neraca teknis dengan ketelitian 0,01 g
- Larutan HCl 1,5 M
- Pipet ukur 10 mL; gelas ukur; batang pengaduk
- Termometer; termohigrometer; pH meter
- Alat cacah spektrometri sinar gamma dan MCA (*Multi Channel Analyser*)
- Sarung tangan plastik; jas laboratorium; *TLD badge*

2.2. Penyiapan media pemeliharaan ikan mas

Tempat memelihara ikan mas berupa bak dengan bentuk permukaan elip (lonjong), ukuran panjang, lebar dan tinggi adalah 1,75 m; 1 m dan 0,5 m, dengan kapasitas air ± 750 L. Dalam penelitian digunakan 2 bak, bak I untuk air yang dikontaminasi dan bak II untuk yang tidak

dikontaminasi (kontrol). Masing-masing bak dilengkapi dengan busa penyaring air, pengelembung udara dan pompa air dengan kekuatan 35 liter/menit yang dihubungkan dengan pipa paralon untuk mengambil air dari salah satu sisi bak dan mengeluarkan air melewati busa penyaring air serta lewat paralon pada sisi lain bak yang sama, sehingga air mengalami sirkulasi dan penyaringan kotoran. Kedua bak diletakkan dalam *green house*.

2.3. Pengadaan air dan ikan mas

Air yang dipakai dalam penelitian diambil dari lingkungan dalam PTNBR-BATAN Bandung. Masing-masing bak diisi air sebanyak 500 L. Selama penelitian kuantitas air dikontrol dengan menjaga ketinggian air tetap konstan dengan cara menambahkan air baru apabila air terlihat berkurang. Pengukuran secara berkala juga dilakukan terhadap pH dan suhu air, serta suhu dan kelembapan ruang *green house*.

Ikan mas yang digunakan diperoleh dari kolam ikan di daerah Banjarnegara, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Berat ikan berkisar antara 70-80 g. Ikan mas diadaptasikan terlebih dulu selama ± 1 minggu dan diberi makan berupa pelet setiap pagi dan sore masing-masing sebanyak $\pm 5-10$ g.

2.4. Kondisi air sebelum ditambah larutan $^{134}\text{CsNO}_3$

Sebelum ke dalam salah satu bak ditambahkan larutan $^{134}\text{CsNO}_3$, maka diambil sampel air dalam bak tersebut untuk dianalisis. Tujuan analisis air adalah untuk mengetahui kondisi air pada awal penelitian. Sampel air dianalisis di laboratorium air jurusan Teknik Lingkungan-ITB. Dari hasil analisis diperoleh kondisi air bak sebelum ditambahkan $^{134}\text{CsNO}_3$ seperti terlihat pada Tabel 1.

2.5. Pemeliharaan ikan mas

Setelah dapat melalui proses adaptasi, ke dalam bak I ditambahkan larutan $^{134}\text{CsNO}_3$ sebanyak 3 mL, dengan aktivitas 4,8 MBq, sehingga konsentrasi ^{134}Cs dalam air menjadi 9,6 Bq/mL. Selanjutnya pompa sirkulasi air dihidupkan agar larutan ^{134}Cs bercampur rata dengan air bak. Setelah homogen, masing-masing bak diisi dengan ikan mas sebanyak 56 ekor [2] dan pengelembung udara dihidupkan. Ikan mas dipelihara, diberi makan pada pagi, siang dan sore hari, untuk selanjutnya dipanen setiap 5 hari sekali.

Ke dalam bak II tidak diberikan larutan apa-apa dan dipakai sebagai kontrol.

2.6. Pengambilan sampel dan pengamatan

Pengamatan dan pengambilan sampel ikan mas dan air bak dilakukan setiap 5 hari sekali. Setelah 5 hari dari awal pemberian ^{134}Cs , diambil 3 ekor ikan mas dan 3 sampel air masing-masing sebanyak 100 mL, dari masing-masing bak [2].

Pada proses preparasi sampel, permukaan tubuh ikan disiram dengan air terlebih dulu, kemudian ikan dimatikan dan dibedah. Bagian badan ikan dipisahkan seperti daging, tulang dan organ dalam. Masing-masing bagian dihaluskan dan ditambah larutan HCl 1,5 M hingga volumenya 100 mL, diaduk hingga rata, kemudian diukur akumulasi ^{134}Cs dengan menggunakan alat cacah spektrometri sinar gamma dengan detektor HPGe selama 15 menit. Akumulasi ^{134}Cs dalam masing-masing air bak diukur juga menggunakan alat yang sama. Pengukuran ^{134}Cs dilakukan sampai diperoleh kejenuhan akumulasi ^{134}Cs pada tubuh ikan mas.

2.7. Perhitungan Faktor Transfer (FT)

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data hasil cacahan bagian-bagian ikan mas dan air bak. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menghitung aktivitas ^{134}Cs yang diserap dan diakumulasi oleh ikan mas serta yang tersisa dalam air bak. Radionuklida ^{134}Cs yang diserap dan diakumulasi oleh ikan mas dinyatakan sebagai konsentrasi ^{134}Cs dalam tubuh ikan mas, yaitu aktivitas ^{134}Cs per satuan berat ikan mas.

Untuk mengetahui daya serap dan besarnya akumulasi ^{134}Cs dalam tubuh ikan mas dihitung nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke ikan mas. Nilai faktor transfer (FT) ^{134}Cs dari air ke ikan mas ditentukan dengan menghitung perbandingan konsentrasi ^{134}Cs dalam tubuh ikan mas (Bq/g) dengan konsentrasi ^{134}Cs dalam air (Bq/mL), yang dapat ditulis dengan menggunakan rumusan di bawah ini:

$$\text{FT} = \frac{\text{konsentrasi } ^{134}\text{Cs dalam ikan mas (Bq/g)}}{\text{konsentrasi } ^{134}\text{Cs dalam air (Bq/mL)}} \dots\dots\dots(1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Indonesia, ikan mas pada umumnya dijual dalam keadaan masih hidup. Ikan mas yang dipakai dalam penelitian tidak dipelihara mulai dari telur, tidak membedakan umur dan jenis kelamin ikan, namun diambil berdasarkan spesies dan berat yang berkisar antara 70-80 g/ekor.

Air dalam bak penelitian diukur pH-nya dan diperoleh antara 5,0-7,5. Suhu air diukur yaitu berkisar antara 23-29,5 °C. Suhu ruang *green house* diukur yaitu berkisar antara 21–42 °C dan kelembapan ruang *green house* berkisar antara 49-99 %. Untuk pemeliharaan ikan mas, keasaman air (pH) yang baik adalah antara 7-8 dan suhu air yang baik berkisar antara 20-25 °C. Pada waktu pH air bak penelitian rendah, untuk mencapai tingkat keasaman yang baik ke dalam air bak ditambahkan zat kapur, sehingga pH air menjadi 7. Untuk menghindari panas terik matahari yang berlebihan, sebagian permukaan bak ditutup dan jendela ruang *green house* dibuka.

Ikan mas dipelihara dalam bak adaptasi beberapa hari agar ikan mas terlebih dulu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, diberi makan setiap hari pada pagi, siang dan sore hari.

Dengan mengacu pada *Standar Methods For The Examination of Water and Wastewater* (SMEWW) [3] dan baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 kelas 3 untuk pembudidayaan ikan air tawar [4], maka berdasarkan hasil analisis air di laboratorium air jurusan Teknik Lingkungan – ITB terlihat bahwa konsentrasi zat padat tersuspensi, oksigen terlarut (DO) dan COD di dalam bak pada awal penelitian masih memenuhi baku mutu. Nilai BOD hasil analisis berada jauh di atas batas maksimum. Nilai BOD yang tinggi

menunjukkan tingginya kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi kandungan materi organik di dalam air. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan oksigen terlarut dalam air maka ditambahkan *air pump* (pengelembung udara) dalam bak.

Peraturan Pemerintah tersebut di atas tidak menetapkan nilai baku mutu untuk konsentrasi amonium dan kalium di dalam air kelas 3, tetapi memberi catatan bahwa bagi perikanan kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH₃. Ikan mas termasuk jenis ikan yang peka sehingga kandungan ammonia di dalam air perlu mendapat perhatian dalam penelitian ini. Ammonia terutama berasal dari buangan ikan. Buangan atau kotoran ikan dan sisa makanan dalam air bak bisa dikurangi dengan menyaring air, dengan cara melewatkan air ke busa penyaring air.

Suatu perairan yang tidak terdapat senyawa beracun memiliki kandungan oksigen terlarut (DO) minimum 2 mg/L [5,6]. Jumlah tersebut sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal.

Kandungan oksigen terlarut (DO) sebelum ditambahkan ¹³⁴CsNO₃ memenuhi kebutuhan baku mutu. Kandungan oksigen terlarut (DO) dipengaruhi antara lain oleh penyerapan oksigen oleh ikan dan tumbuhan (lumut) dalam proses respirasi., oksigen yang masuk ke dalam air berasal dari udara bebas, serta suplai udara dari pengelembung. Pada DO rendah, ikan akan mengalami stres sehingga ikan akan muncul ke permukaan untuk mengambil O₂ dari udara. Jika oksigen tidak mencukupi, maka akan dapat menyebabkan kematian pada ikan.

Hasil pengamatan dan pengukuran aktivitas rata-rata ¹³⁴Cs dalam bagian tubuh ikan mas dengan menggunakan alat cacah spektrometri sinar gamma terlihat pada Gambar 1.

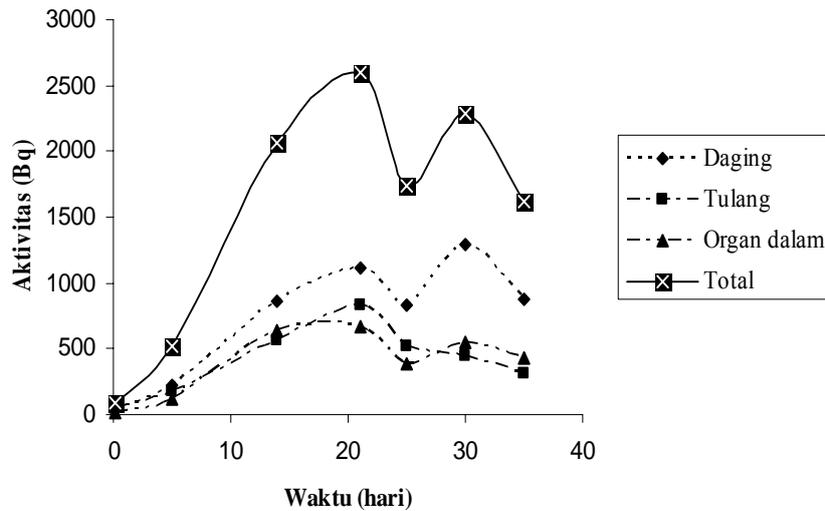
Tabel 1. Karakteristik air bak pada awal penelitian

| No | Parameter Analisis | Satuan | Kadar Maksimum | Metode Analisis | Hasil Analisis |
|----|-----------------------------|--------|----------------|----------------------------|----------------|
| 1 | Zat padat tersuspensi | mg/L | 400 | SMEWW-2540-D | 16 |
| 2 | Oksigen terlarut (DO) | mg/L | 3 (minimum) | SMEWW-4500-O | 5,5 |
| 3 | BOD | mg/L | 6 | SMEWW-5220-B | 19,6 |
| 4 | COD | mg/L | 50 | SMEWW-5210-BD | 43,06 |
| 5 | Kalium (K) | mg/L | - | SMEWW-3500-K-B | 9,68 |
| 6 | Ammonium (NH ₄) | mg/L | - | SMEWW-4500-NH ₄ | 0,044 |

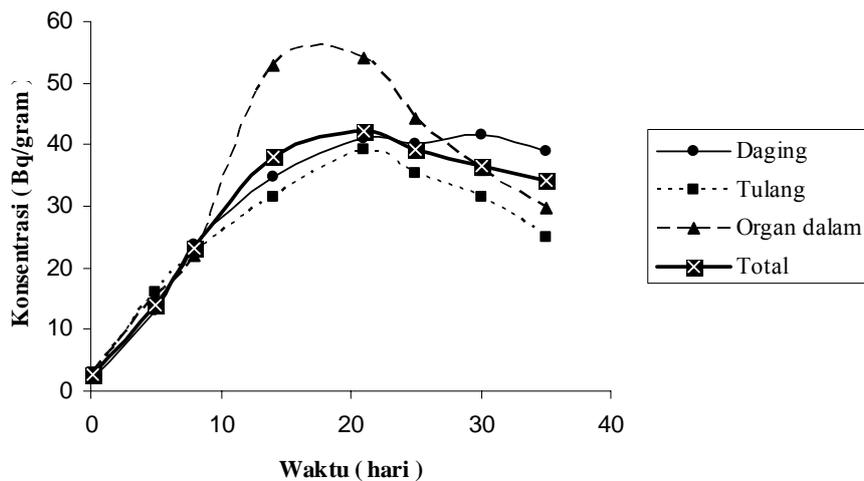
Keterangan : DO : *Dissolved Oxygen* = oksigen terlarut

BOD : *Biochemical Oxygen Demand* = kebutuhan oksigen untuk materi organik di dalam air

COD : *Chemical Oxygen Demand* = kebutuhan oksigen untuk materi anorganik di dalam air



Gambar 1. Aktivitas rata-rata ¹³⁴Cs dalam bagian tubuh ikan mas



Gambar 2. Konsentrasi ¹³⁴Cs dalam bagian tubuh ikan mas

Sebelum pengambilan sampel hari ke-5, ada ikan mas dalam bak penelitian yang mati, namun ikan mas tersebut tetap dibedah dan dicacah. Berdasarkan data yang diperoleh dan digambarkan seperti Gambar 1, terlihat bahwa pada ikan mas terdeteksi adanya aktivitas ¹³⁴Cs dalam tubuhnya. Ini berarti terjadi proses penyerapan dan akumulasi ¹³⁴Cs dari air oleh ikan mas.

Radionuklida ¹³⁴Cs yang diserap oleh ikan mas didistribusikan ke seluruh tubuh. Hal ini terbukti dengan terdeteksinya ¹³⁴Cs dalam

bagian tubuh ikan mas, yaitu dari aktivitas 0 Bq pada waktu dimasukkan ke bak penelitian menjadi 227,349 Bq, 116,625 Bq dan 175,148 Bq masing-masing pada bagian daging, organ dalam dan tulang, pada hari ke-5. Aktivitas ¹³⁴Cs dalam bagian tubuh ikan mas meningkat pada hari ke-14 dan ke-21 yaitu masing-masing pada bagian daging menjadi 864,057 Bq dan 1111,239 Bq; pada bagian organ dalam menjadi 632,933 Bq dan 665,405 Bq; serta pada bagian tulang menjadi 565,379 Bq dan 824,442 Bq. Setelah hari ke-21 terlihat aktivitas ¹³⁴Cs dalam

bagian tubuh ikan mas mulai menurun, pada hari ke-25 aktivitas ^{134}Cs menjadi 829,625 Bq, 392,518 Bq dan 517,173 Bq masing-masing untuk bagian daging, organ dalam dan tulang. Pada hari ke-30 aktivitas ^{134}Cs dalam dalam bagian tubuh ikan mas naik lagi yaitu pada bagian daging, organ dalam dan tulang masing-masing mencapai 1298,278 Bq, 554,482 Bq dan 440,723 Bq. Kemudian pada hari ke-35 turun lagi menjadi 879,083 Bq, 427,457 Bq dan 318,824 Bq masing-masing untuk bagian daging, organ dalam dan tulang. Turunnya aktivitas ^{134}Cs dalam bagian tubuh ikan mas pada hari ke-25 disebabkan berat rata-rata ikan mas yang dipanen lebih kecil dari waktu panen sebelumnya sehingga ^{134}Cs yang diserap dan diakumulasi oleh ikan mas juga lebih sedikit. Aktivitas ^{134}Cs total tertinggi dalam tubuh ikan mas diperoleh pada hari ke-21 yaitu sebesar 2601,085 Bq.

Aktivitas ^{134}Cs di dalam daging lebih tinggi daripada pada bagian tulang dan organ dalam ikan mas karena daging memiliki berat yang relatif lebih besar daripada tulang atau organ dalam.

Sementara itu, di dalam sampel ikan mas dan air yang diambil dari bak kontrol tidak terdeteksi adanya aktivitas ^{134}Cs .

Gambar 2 memperlihatkan konsentrasi ^{134}Cs dalam bagian tubuh ikan mas. Kenaikan konsentrasi ^{134}Cs terjadi mulai hari ke-5, yaitu 13,111 Bq/g, 15,486 Bq/g, 16,001 Bq/g masing-masing pada bagian daging, organ dalam dan tulang. Konsentrasi ^{134}Cs berturut-turut untuk hari ke-14, 21, 25, 30 dan 35, pada bagian daging menjadi 34,715 Bq/g, 40,945 Bq/g, 40,033 Bq/g, 41,437 Bq/g, dan 38,770 Bq/g; pada bagian organ dalam menjadi 52,735 Bq/g, 53,968 Bq/g, 44,185 Bq/g, 35,911 Bq/g, dan 29,650 Bq/g; serta pada bagian tulang menjadi 31,570 Bq/g, 39,122 Bq/g, 35,255 Bq/g, 31,419 Bq/g, dan 25,009 Bq/g.

Konsentrasi maksimum pada daging terjadi pada hari ke-30 yaitu sebesar 41,437 Bq/g, sedang konsentrasi tertinggi pada organ dalam dan tulang terjadi pada hari ke-21, yaitu masing-masing sebesar 53,968 Bq/g dan 39,122 Bq/g. Setelah itu terjadi penurunan konsentrasi ^{134}Cs . Konsentrasi ^{134}Cs yang diserap oleh ikan mas tidak bertambah lagi diduga ikan mas telah mencapai kejenuhan dalam penyerapan ^{134}Cs .

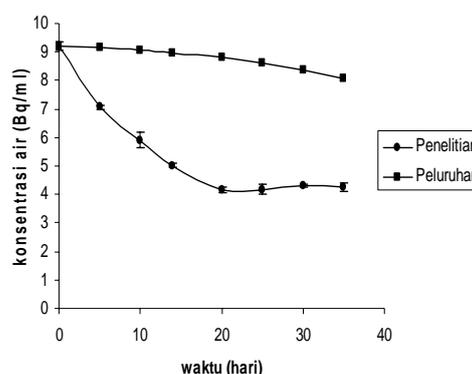
Hasil pengukuran aktivitas ^{134}Cs dalam 100 mL sampel air bak penelitian diperoleh aktivitas sebesar 920,282 Bq, 706,541 Bq, 501,420 Bq, 416,476 Bq, 417,578 Bq, 431,236 Bq dan 423,715 Bq berturut-turut pada hari ke-0, 5, 14, 21, 25, 30 dan 35. Menurut hasil perhitungan

peluruhan aktivitas ^{134}Cs , dengan memakai nilai aktivitas awal yang sama diperoleh aktivitas 920,3 Bq, 916,0 Bq, 895,9 Bq, 879,4 Bq, 859,3 Bq, 835,8 Bq dan 809,1 Bq berturut-turut pada hari ke-0, 5, 14, 21, 25, 30 dan 35.

Dari hasil pengamatan dan pengukuran terhadap konsentrasi ^{134}Cs dalam air, terlihat adanya penurunan konsentrasi ^{134}Cs (Gambar 3). Konsentrasi ^{134}Cs dalam air 9,203 Bq/mL pada awal pengukuran dan menjadi 7,065 Bq/mL, 5,014 Bq/mL, 4,165 Bq/mL, 4,176 Bq/mL, 4,312 Bq/mL, dan 4,237 Bq/mL berturut-turut untuk hari ke-5, 14, 21, 25, 30 dan 35.

Penurunan konsentrasi ^{134}Cs dalam air disebabkan oleh penyerapan radionuklida tersebut oleh ikan mas. Selain itu juga disebabkan oleh faktor peluruhan radionuklida ^{134}Cs . Konsentrasi ^{134}Cs berkurang juga disebabkan ^{134}Cs terakumulasi dalam busa penyaring air, menempel pada jaring ikan walaupun relatif kecil.

Dari Gambar 3 terlihat adanya penurunan konsentrasi ^{134}Cs pada air sampai hari ke-25, pada hari ke-30 naik sedikit. Hal ini kemungkinan setelah mengalami kejenuhan akumulasi radionuklida ^{134}Cs dalam tubuh ikan mas, ikan mas tersebut tidak menyerap radionuklida ^{134}Cs namun mengeluarkan radionuklida ^{134}Cs dari dalam tubuh ke air (eliminasi) sehingga menyebabkan konsentrasi ^{134}Cs dalam air naik lagi.



Gambar 3. Penurunan konsentrasi ^{134}Cs dalam air

Dari Tabel 2 terlihat bahwa nilai faktor transfer radionuklida ^{134}Cs dari air ke ikan mas tertinggi terdapat pada bagian organ dalam, hal ini bisa terjadi mengingat organ dalam di sini terdiri dari isi perut dan isi kepala serta darah dimana radionuklida ^{134}Cs mudah larut dalam darah, dan mengendap pada sistem pencernaan serta insang.

Tabel 2. Nilai faktor transfer ^{134}Cs dari air ke bagian tubuh ikan mas

| Hari | Nilai Faktor Transfer pada bagian Ikan Mas (mL/g.) | | |
|------|--|-------------|--------|
| | Daging | Organ dalam | Tulang |
| 0 | 0,217 | 0,319 | 0,328 |
| 5 | 1,856 | 2,192 | 2,265 |
| 14 | 6,923 | 10,517 | 6,296 |
| 21 | 9,831 | 12,958 | 9,394 |
| 25 | 9,587 | 10,581 | 8,443 |
| 30 | 9,609 | 8,327 | 7,286 |
| 35 | 9,150 | 6,998 | 5,902 |

Untuk perhitungan dosis interna pada manusia, maka hanya dipakai nilai faktor transfer radionuklida ^{134}Cs tertinggi dari air ke daging, karena pada umumnya bagian ikan mas yang sering dimakan adalah dagingnya. Jadi dalam penelitian ini diperoleh nilai faktor transfer ^{134}Cs tertinggi dari air ke ikan mas (daging) yaitu sebesar 9,831 mL/g dengan konsentrasi radionuklida ^{134}Cs terjadi pada hari ke-21, yaitu sebesar 40,945 Bq/g.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa ikan mas dapat menyerap dan mengakumulasi radionuklida ^{134}Cs dari air yang terkontaminasi ^{134}Cs . Aktivitas ^{134}Cs di dalam daging ikan mas lebih tinggi dari pada bagian tulang dan organ dalam. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai faktor transfer radionuklida ^{134}Cs tertinggi dari air ke ikan mas

6. DISKUSI

Widyastuti – PRR BATAN :

Apa bahayanya bila ^{134}Cs diserap oleh ikan mas, dan bagaimana dengan waktu paruh biologis ^{134}Cs dalam tubuh ikan mas atau manusia?

Juni Chussetijowati :

Bahaya ^{134}Cs bila diserap oleh ikan mas tentunya ikan mas menjadi terkontaminasi. Kami belum meninjau segi waktu paruh biologisnya.

Yana Sumpena – PTNBR BATAN

Untuk preparasi pencacahan sampel ikan, apakah sebelumnya ikan tersebut dicuci dulu atau tidak. Bila dicuci, apakah hasil cucuannya masih mengandung ^{134}Cs (aktivitas)?

Juni Chussetijowati :

Ikan mas tidak dicuci tapi disiram permukannya untuk mengurangi kontaminasi ^{134}Cs pada permukaan tubuh ikan. Karena di sini dihitung aktivitas ^{134}Cs dalam air yang diserap oleh ikan mas.

(daging) yaitu sebesar 9,83 mL/g dengan konsentrasi ^{134}Cs terjadi pada hari ke-21, yaitu sebesar 40,95 Bq/g.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. **BIRO PUSAT STATISTIK PROPINSI JAWA BARAT**, Pengeluaran dan konsumsi rumah tangga Jawa Barat, SUSENAS 1999, Bandung (1999).
2. **FUJIMOTO, K.**, Transfer of radionuclides from air, soil, and freshwater to the foodchain of man in tropical and subtropical environment, "General Protocol for Transfer Measurement", IAEA, Vienna, (1993).
3. **CLESCERN, L. S., GREENBERG, A. E., TRUSSEL, R. R.**, "Standar Methods For The Examination of Water and Wastewater", 20th Ed., Washington DC, (1998).
4. **PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA**, Peraturan Pemerintah No. 82, Baku mutu air untuk pembudidayaan ikan air tawar, (2001).
5. **NTAC**,. Water Quality Criteria, FWPCA, Washington DC. (1968) 324 pp.
6. **PESCOD, M.B.**, Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries, ASEAN Institute of Technology, Bangkok. (1973), 54 pp.
7. **IAEA**, Handbook of Parameter Values for The Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, (Technical Report Series No. 364). IAEA, Vienna (1994).