

## STUDI TRITIUM ALAM DI SEKITAR TPA BANTAR GEBANG - BEKASI DAN TPA LEUWIGAJAH - BANDUNG

Satrio, Syafalni dan Evarista Ristin

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta

### ABSTRAK

**STUDI TRITIUM ALAM DI SEKITAR TPA BANTAR GEBANG - BEKASI DAN TPA LEUWIGAJAH - BANDUNG.** Telah dilakukan penelitian tentang sebaran tritium alam di sekitar area tempat pembuangan akhir (TPA) Bantar Gebang - Bekasi dan TPA Leuwigajah - Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi tritium di sekitar lokasi pembuangan sampah. Secara normal konsentrasi tritium di alam antara 0-5 TU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi tritium dari sampel air tanah dangkal pada kedua lokasi masih dalam batas normal, sedangkan konsentrasi air kali yang melalui area TPA dan air rembesan sampah pada kedua TPA menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari batas normal. Konsentrasi tritium air tanah dalam di TPA Bantar Gebang menunjukkan sekitar nilai 0 TU yang berarti masih dalam kondisi normal.

### ABSTRACT

**STUDY ON THE ENVIRONMENTAL TRITIUM IN SURROUNDING OF BANTAR GEBANG - BEKASI AND LEUWIGAJAH - BANDUNG LANDFILL AREAS.** The investigation of environmental tritium distribution in surrounding of Bantar Gebang - Bekasi and Leuwigajah landfill areas has been carried out. The aim of this investigation was to know tritium concentration in surrounding of both landfill areas. Normally, tritium concentration in the nature is around 0-5 TU. The results of this investigation showed that the tritium concentration in both shallow groundwater of both landfill areas were still in the range of its normal limit, whereas tritium concentration in stream along both landfill areas and leached water showed higher value. Tritium concentration in deep groundwater of Bantar Gebang landfill showed about the zero value, it means is the normal condition.

### PENDAHULUAN

Tritium adalah radioisotop hidrogen yang mempunyai waktu paro 12,43 tahun dan meluruh dengan memancarkan partikel  $\beta$  dengan energi maksimum 18,6 keV. Konsentrasi tritium di alam biasanya ditentukan melalui rasio isotop yang disebut Tritium Unit (TU), dimana 1 TU adalah jumlah atom tritium per  $10^{18}$  atom hidrogen [3].

Tritium dihasilkan dari interaksi partikel-partikel sinar kosmis dengan inti nitrogen di atmosfer melalui reaksi:  $^{7}\text{N}^{14} + ^{0}\text{n}^1 \rightarrow ^{6}\text{C}^{12} + ^{1}\text{H}^3$ . Produksi tritium di atmosfer sekitar 0,25 atom/cm<sup>2</sup>s. Sumber tritium selain dari alam adalah yang dihasilkan dari percobaan peledakan nuklir yang dilakukan sejak tahun 1952 [4].

Tritium alam merupakan suatu peruntung yang digunakan untuk menentukan umum air tanah yang mempunyai waktu perputaran pendek. Tritium yang dihasilkan secara cepat oleh alam akan teroksidasi oleh udara menjadi  $\text{H}_2\text{O}$  bersama air hujan dan uap air atmosfer, kemudian masuk ke dalam siklus hidrologi [1].

Penelitian air tanah di area TPA dengan menggunakan radioisotop tritium merupakan sesuatu yang baru dilakukan dengan hipotesis bahwa konsentrasi tritium alam, terutama pada air tanah dangkal dan air sungai relatif stabil, yaitu antara 0 hingga 5 TU. Sedangkan untuk air tanah dalam, biasanya memiliki nilai nol karena mempunyai sirkulasi panjang sehingga mengalami proses peluruhan sepanjang perjalannya menuju akuifer air tanah dalam. Indikasi adanya rembesan akan ditunjukkan oleh penyimpangan dari nilai-nilai tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran konsentrasi tritium di daerah TPA.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sejumlah sampel dari TPA Bantar Gebang (Gambar-1) dan TPA Leuwigajah (Gambar-2), baik sampel air sumur, air rembesan (*leached water*) maupun air sungai yang berada di sekitar TPA Bantar Gebang. Untuk tiap lokasi, diambil sampel air sebanyak 1 liter. Sampel-sampel tersebut kemudian dianalisis di Laboratorium Hidrologi-SDAL P3TIR BATAN.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Untuk proses pencacahan sampel diperlukan bahan sintilator ULTIMA GOLD buatan Packard. Karena partikel  $\beta$  yang terkandung dalam sampel air itu lemah, diperlukan bahan sintilator yang berfungsi sebagai media untuk menghantarkan pancaran partikel  $\beta$  menjadi foton-foton cahaya sehingga dapat dengan mudah terdeteksi oleh pencacah sintilasi cair. Vial gelas berkapasitas 21 ml digunakan sebagai tempat sampel dan sintilator selama proses pencacahan. Alat timbang digunakan untuk menimbang sampel. Banyaknya sampel yang dibutuhkan untuk proses pencacahan minimal 10 ml. SPIKE merupakan senyawa standar yang digunakan untuk menghitung pengkayaan tritium.

### Metode

Sampel air yang akan dianalisis kandungan Tritiumnya, terlebih dahulu didistilasi dalam rangkaian alat disitilasi pada kondisi vakum. Sebanyak 600 ml air hasil distilasi dimasukkan ke dalam tabung elektrolisis. Agar kandungan Tritium yang terkandung dalam sampel air dapat dideteksi oleh alat pencacah, maka sampel air tersebut diperkaya menjadi 30 kalinya. Proses pengkayaan dilakukan dengan cara elektrolisis pada alat *enrichment*. Setelah proses pengkayaan selesai, akan didapat air hasil pengkayaan sebanyak 20 ml. Sebanyak 10 ml dipipet dan dimasukkan ke dalam vial gelas berkapasitas 21 ml. Ke dalamnya kemudian ditambahkan 11 ml ULTIMA GOLD, yaitu larutan sintilator yang berfungsi menghantarkan energi  $\beta$  Tritium dari sampel air yang akan ditentukan kandungan atau aktivitasnya. Kemudian larutan campuran tersebut dicacah menggunakan *Liquid Scintillation Counter* merk Packard 1900TR selama 60 menit 20 putaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel-1 terlihat bahwa konsentrasi tritium sampel-sampel air yang berasal dari TPA Bantar Gebang menunjukkan variasi nilai dari 0 TU hingga 58,14 TU. Konsentrasi 0 TU berasal dari sampel air tanah dalam, yaitu sumur yang mempunyai kedalaman lebih dari 40 meter. Ini berarti bahwa kondisi air tanah dalam di sekitar TPA Bantar berada dalam kondisi tidak terganggu oleh adanya aktivitas pengolahan sampah bagian atasnya, sehingga aman untuk dikonsumsi. Konsentrasi tinggi diperoleh dari sampel Instalasi Pengolahan Akhir Sampah (IPAS), yaitu IPAS-1 dan IPAS-3 yang masing-masing memberikan nilai 58,14 TU dan 41,42 TU.

Untuk air tanah dangkal (kedalaman kurang dari 40 meter), konsentrasi tritiumnya bervariasi dari 0,48 TU hingga 4,11 TU. Berdasarkan data tersebut, maka konsentrasi tritium air tanah dangkal masih dalam kondisi normal. Tidak bisa dikatakan tanah bahwa air tanah dangkalnya tidak tercemar, karena perlu didukung oleh data kimia.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan air bersih di sekitar TPA, maka Dinas Kebersihan DKI telah membuat beberapa sumur di tiga desa dengan kedalaman sekitar 150 meter untuk mensejahterakan kehidupan rakyat yang tinggal di daerah sekitar TPA.

Konsentrasi tritium yang berasal dari air kali atau sungai berkisar antara 1,08 TU hingga 12,14 TU. Konsentrasi tritium 12,14 ini berasal dari air kali yang keluar dari TPA. Penambahan konsentrasi ini diduga kuat disebabkan oleh adanya radioisotop pemancar  $\beta$  lain yang terukur pencacah sintilasi cair.

Tetapi, konsentrasi tritium air tanah dangkal di TPA Leuwigajah berkisar antara 0 TU hingga 3,52 TU dan masih dalam batas normal. Konsentrasi tritium yang berasal dari sampel air rembesan TPA Leuwigajah menunjukkan kemiripan dengan TPA Bantar Gebang, dimana konsentrasi tinggi berasal dari sekitar pusat pembuangan sampah. Namun, di TPA Leuwigajah konsentrasi tritiumnya lebih tinggi, yaitu 509,16 TU dibanding TPA Bantar Gebang, yaitu sampel air rembesan yang berasal dari Lwg-A. Demikian pula, konsentrasi tritium air sungainya sebesar 117,11 TU lebih tinggi daripada TPA Bantar Gebang.

Tingginya konsentrasi  $^3\text{H}$  di area TPA merupakan fenomena yang belum banyak diteliti, sehingga perlu adanya penelitian lanjutan. Konsentrasi tritium tinggi di lokasi TPA diduga sebagai akibat tingginya konsentrasi gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang menguap ke atmosfer. Amoniak diduga akan berinteraksi dengan partikel nitrogen dari sinar kosmis yang berasal dari atmosfer sehingga memperberbesar peluang terjadinya pembelahan inti nitrogen menjadi tritium dengan konsentrasi yang tinggi pula. Secara normal konsentrasi tritium di alam sekitar 0 - 5 TU.

Kemungkinan lain adalah indikasi adanya sumber tritium dari area penimbunan sampah. Ini dimungkinkan karena aktifitas tritium lingkungan yang terukur *biasanya rendah* dan memang alat ditujukan untuk pengukuran aktifitas lingkungan yang umumnya rendah, sehingga bila terdeteksi atau terukur aktifitas tritium tinggi maka ada dugaan adanya sumber. Bila diindikasikan adanya sumber, maka konsentrasi tertinggi 509 TU yang setara dengan kira-kira  $1,62 \times 10^{-6}$ , konsentrasinya masih

dibawah batas maksimum yang diijinkan, dimana untuk tritium  $1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$ .

Dugaan kuat lainnya adalah perlu ditinjau dari aspek pencacahan, karena sangat mungkin pemancar-pemancar  $\beta$  lain yang terkandung dalam air rembesan ikut terukur bersama-sama radioisotop tritium. Dengan demikian, adanya rembesan air sampah di suatu lokasi bisa diindikasikan dengan konsentrasi tritium yang menyimpang dari batas normalnya akibat adanya kontribusi dari radioisotop lain. Seperti diketahui bahwa radioisotop pemancar  $\beta$  lain yang dapat dideteksi oleh pencacah sintilasi cair antara lain:  $^{14}\text{C}$  (energi 156 keV),  $^{32}\text{P}$  (energi 1710 keV),  $^{33}\text{P}$  : energi 250 keV dan  $^{35}\text{P}$  : energi 167 keV),  $^{40}\text{K}$  (energi 1310 keV) dan  $^{42}\text{K}$  (energi 1970 keV),  $^{60}\text{Co}$  (energi 318 keV dan 1480 keV),  $^{131}\text{I}$  (energi 250 keV, 330 keV, 610 keV dan 810 keV).

Tingginya konsentrasi tritium di area TPA menyulitkan interpretasi data dan pemetaan pola sebaran  $^3\text{H}$ . Studi ini sifatnya masih pendahuluan dan perlu dikaji lebih lanjut untuk memastikan penyebabnya.

## KESIMPULAN

1. Konsentrasi tritium air tanah dangkal dan dalam baik di sekitar TPA Bantar Gebang maupun TPA Leuwigajah nilainya masih dalam batas normal.
2. Konsentrasi air kali yang keluar dari TPA dan air rembesan menunjukkan data yang umumnya lebih tinggi dari batas normalnya.

3. Ada tiga kemungkinan penyebab konsentrasi tritium tinggi di TPA :
  - a. dari peningkatan interaksi partikel nitrogen dan netron akibat meningkatnya konsentrasi gas amoniak yang menguap ke atmosfer.
  - b. Indikasi adanya sumber tritium. Hal ini mungkin karena LSC biasanya hanya digunakan untuk pengukuran radiasi lingkungan dengan aktifitas rendah.
  - c. Adanya kontribusi radioisotop dari  $\beta$  lain, karena spektrum energinya kontinyu sehingga sulit membedakan apakah yang terukur benar-benar dari tritium atau bukan, karena tritium alam biasanya aktifitasnya rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

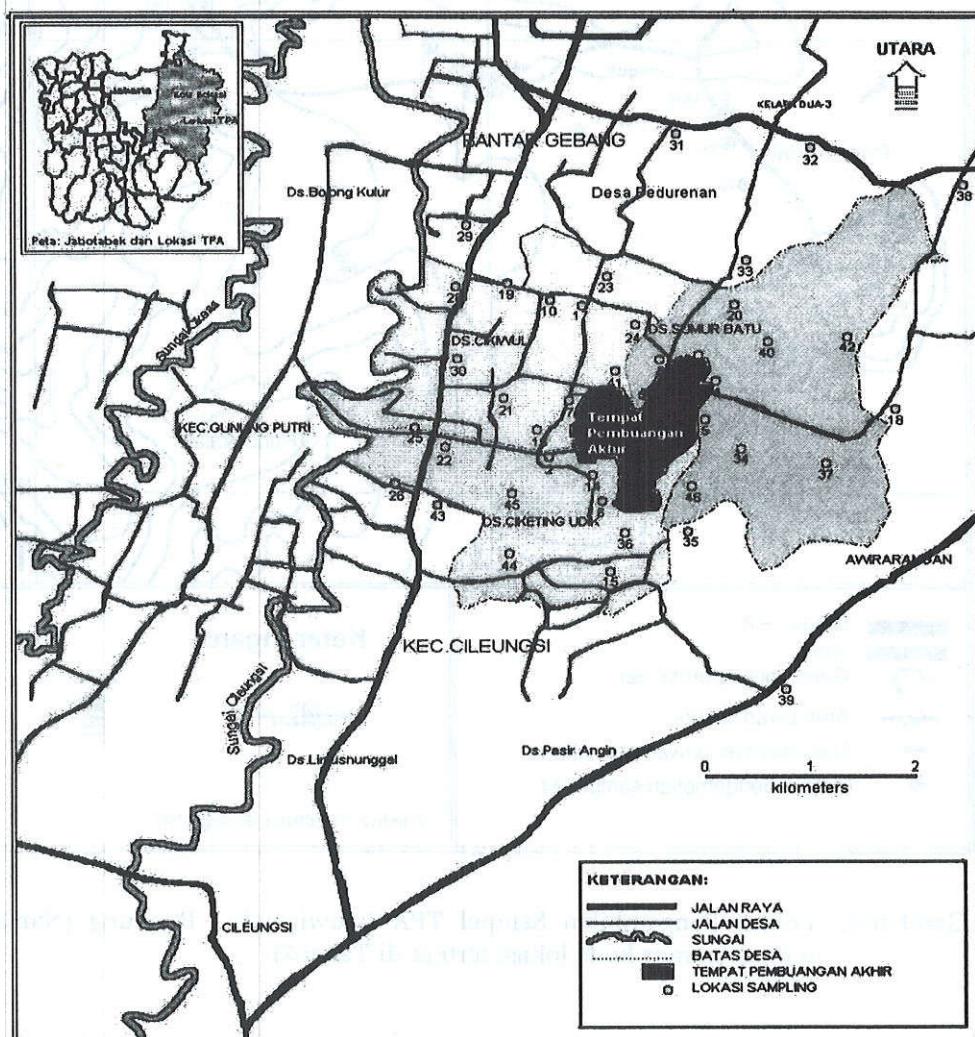
1. TODD, D.K., 1980, "groundwater Hydrology", Second edition, John wiley & Sons, New York
2. IAEA-TECDOC-713, 1993, "Nuclear techniques in the study of pollutant transport in the environment", IAEA, Vienna
3. PAYNE, B.R, Technical Report Series No. 91, 1983, "Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology", IAEA, Vienna
4. TECHNICAL REPORT SERIES No. 331, 1992, "Statistical Treatment of Data on Environmental Isotopes in Precipitation", IAEA, Vienna
5. ALLAN FREEZE R. JOHN A. CHERRY, 1979 "Groundwater", Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey

Tabel-1. Hasil analisis tritium air tanah di sekitar TPA Bantar Gebang - Bekasi

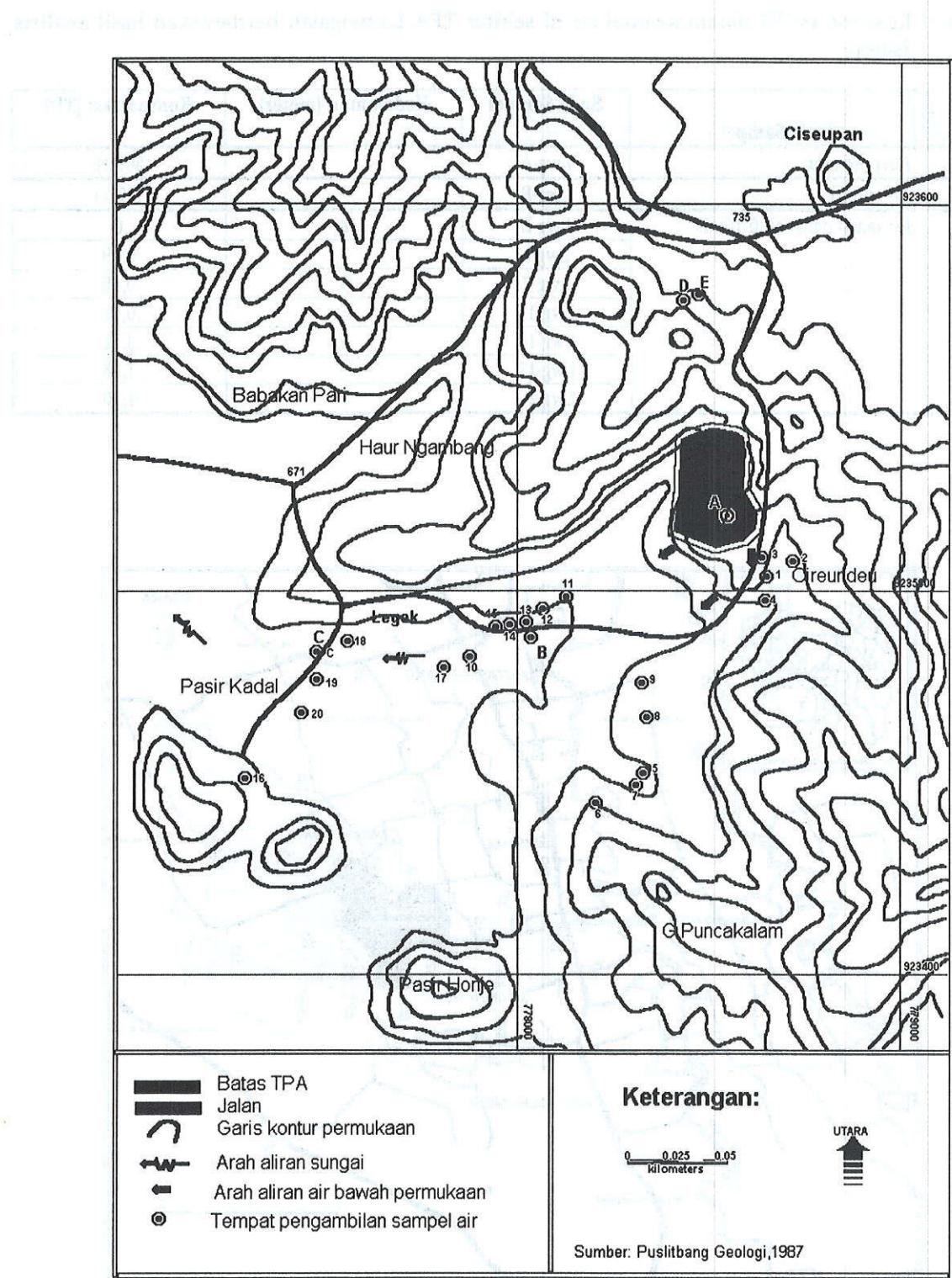
No.	Jenis Sampel	Kode Sampel	Kedalaman (meter)	Konsentrasi (TU)
1	Air rembesan	IPAS-1	-	58,14
		IPAS-3	-	41,42
2	Air sungai	AK-1	-	2,70
		AK-3	-	1,08
		AK-5	-	1,27
		AK-6	-	12,14
3	Air tanah dangkal (0-10) m	AS-2	6	1,40
		AS-3	4	0,91
		AS-4	3	4,11
		AS-6	7	2,24
		AS-11	6	1,10
		AS-13	10	1,69
4	Air tanah dangkal (11-20) m	AS-7	20	1,33
		AS-8	14	1,26
		AS-9	12	1,31
		AS-10	12	1,61
		AS-14	15	1,47
		AS-16	20	1,44
		AS-17	12	1,22
		AS-18	12	1,16
		AS-20	12	1,82
		AS-21	15	1,22
		AS-22	12	1,38
		AS-27	16	0,94
		AS-31	12	1,07
		AS-32	12	2,00
		AS-33	12	1,21
		AS-34	16	0,72
		AS-36a	12	1,57
		AS-37	13	1,15
		AS-38	16	1,28
		AS-40	12	1,48
		AS-41a	12	1,38
		AS-42	12	1,24
		AS-43	12	1,17
		AS-44	12	0,48
		AS-45	12	1,31
		AS-46	12	1,70
5	Air tanah dangkal (21-30) m	AS-1	30	2,09
		AS-19	30	1,45
		AS-23	30	1,68
		AS-24	30	0,54
		AS-29	24	2,06
		AS-35	25	1,09
6	Air tanah dangkal (31-40) m	AS-28a	35	2,85
7	Air tanah dalam	AS-25	96	0
	> 40 m	AS-26	120	0
		AS-28b	120	0
		AS-30	70	0
		AS-36b	150	0
		AS-41b	150	0

Tabel-2. Konsentrasi  $^3\text{H}$  dalam sampel air di sekitar TPA Leuwigajah berdasarkan hasil analisis isotop

No.	Jenis Sampel	Kode Sampel	Kedalaman (meter)	Konsentrasi (TU)
1	Air rembesan	Lwg-A	-	509,16
2	Air sungai	Lwg-B	-	117,11
3	Air tanah dangkal (0-10) m	Lwg-E	8	0
		Lwg-6	5	0,39
		Lwg-7	5	0,65
		Lwg-13	6	0,71
		Lwg-15	6	3,52
		Lwg-17	7	1,78
		Lwg-20	8	1,10



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel TPA Bantar Gebang - Bekasi (Nama tempat nomor kode lokasi tertera di Tabel-1)



Gambar-2. Lokasi Pengambilan Sampel TPA Leuwigajah - Bandung (Nama tempat nomor kode lokasi tertera di Tabel-2)

## DISKUSI

### ROMLI

1. Koreksi/tambahan informasi bahwa presenter menyatakan konsentrasi tritium di alam 0-5 TU. Pernyataan tersebut terlalu luas karena konsentrasi tritium di alam sangat bervariasi, seperti di Jepang di atas 10 TU apalagi di sekitar benua Eropa lebih tinggi.
2. Konsentrasi tritium air rembesan di TPA Bantar Gebang 58,14 TU, di TPA Leuwigajah 509,16 TU, berarti sangat tinggi di atas ambang batas yang sangat mengkhawatirkan kesehatan/lingkungan. Langkah apa/ rekomendasi apa yang telah dilakukan kepada Pemda Bekasi/DKI sebagai pengelola TPA.

### SATRIO

1. Berdasarkan referensi dari Statistical Treatment of Data on Environmental Isotopes in Precipitation dan juga referensi lainnya menjelaskan bahwa konsentrasi tritium di belahan bumi selatan bervariasi antara 0-5 TU. Di belahan bumi utara seperti Eropa dan negara Asia lainnya, ada kecenderungan konsentrasi dua kalinya dari nilai tersebut. Jadi, konsentrasi tritium bervariasi bergantung kepada letak geografis.
2. Memang konsentrasi sangat tinggi, tetapi dalam makalah ini tidak meninjau tritium dari aspek kesehatan ataupun keselamatan, penelitian ini baru sebatas ingin mengetahui angka-angka konsentrasi tritium yang muncul di lokasi sekitar TPA. Belum ada rekomendasi, karena penelitian ini masih dikaji kebenarannya lebih lanjut.

### KRISNA LUMBANRAJA

1. Apa artinya/significantly-nya mengetahui konsentrasi tritium?
2. Bagaimana mengambil sampel air tanah dalam dan air rembesan sampah?

### SATRIO

1. Arti penting dari mengetahui konsentrasi tritium adalah untuk melihat perbedaan nyata antara konsentrasi tritium di area TPA dengan air tanah dangkal milik penduduk di sekitarnya, apakah masih dalam kondisi normal atau tidak. Karena sifatnya masih pendahuluan dan kurangnya referensi masalah tritium di TPA, maka bila terjadi perbedaan konsentrasi, interpretasinya masih bersifat estimasi atau perkiraan.

2. Pengambilan sampel air tanah dalam dilakukan dengan menampung air tanah tersebut secara langsung ke dalam botol 1 liter dengan cara pemompaan. Sedang pengambilan air rembesan dilakukan dengan mengambil langsung ke lokasi rembesan di sekitar tempat penimbunan sampah.

### SOFYAN YATIM

1. Apa alasan utama dan tujuan penelitian ini jika dikaitkan dengan keselamatan TPA.
2. Dari hasil penelitian anda, kelihatannya TPA merupakan sumber  $^3\text{H}$ , dari mana asalnya?
3. Bagaimana mekanisme "leaching process" sehingga menghasilkan  $^3\text{H}$  tinggi?
4. Apa hubungan hasil penelitian ini dengan keselamatan lingkungan TPA?

### SATRIO

1. Tujuan penelitian ini adalah ingin melihat sebaran konsentrasi tritium di sekitar TPA dan dari aspek keselamatan bisa dilihat konsentrasi maksimum yang diijinkan (mpc). Bila diindikasikan bahwa konsentrasi tritium tinggi di area TPA berasal dari suatu sumber yang belum diketahui secara pasti dari mana asalnya, maka berdasarkan konsentrasi 509 TU bila dikonversikan ke satuan  $\mu\text{Ci}$  setara dengan kira-kira  $1,62 \times 10^{-6}$  atau masih jauh di bawah batas maksimum yang diijinkan ( $1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$ ).
2. Ada tiga kemungkinan:
  - a. Karena area TPA merupakan lapangan terbuka dan gas amoniak banyak menguap ke atmosfer, ini meningkatkan peluang terjadinya interaksi antara partikel-partikel nitrogen dengan neutron dan terbentuk tritium dengan konsentrasi tinggi.
  - b. Indikasi adanya sumber tritium dari area penimbunan sampah. Ini dimungkinkan karena aktifitas tritium lingkungan yang terukur biasanya rendah dan memang alat ditujukan untuk pengukuran aktifitas lingkungan yang umumnya rendah.
  - c. Karena area TPA merupakan lahan pembuangan sampah yang berasal dari berbagai lokasi, sehingga berbagai bahan bisa masuk. Karena begitu banyak bahan yang masuk, maka besar kemungkinan pula terdeteksi isotop pemancar  $\beta$  lain seperti  $^{32}\text{P}$  (banyak terdapat dalam pupuk),  $^{131}\text{I}$  atau  $^{60}\text{Co}$ . Hal ini bisa dimungkinkan karena seperti diketahui bahwa karakteristik  $\beta$  spektrum energinya

- kontinyu dan untuk sampel dari lingkungan (biasanya aktifitasnya rendah) dan bila terjadi konsentrasi tinggi dari sampel lingkungan, maka pencacahan sintilasi cair sulit membedakan apakah yang tercacah itu benar-benar berasal dari  $^3\text{H}$  atau ada kontribusi isotop lain. Pengukuran dengan LSC sangat berbeda dengan MCA, karena dengan MCA spektrum energi berasal dari  $\gamma$  bersifat diskrit.
3. Bila konsentrasi tritium melebihi batas maksimum yang diijinkan, harus dilakukan tindakan proteksi.

#### WANDOWO

Sebagai peneliti yang sudah lama menggeluti bidang isotop hidrologi, saudara tentunya harus terkejut mendapatkan suatu fenomena data air tanah yang mengandung tritium sampai mencapai konsentrasi 117 TU dan bahkan lebih dari 509 TU karena ini suatu fenomena yang sangat luar biasa. Tolong kemukakan pendapat anda faktor-faktor kemungkinan apa saja yang kira-kira dapat menyebabkan adanya fenomena tersebut di atas?

#### SATRIO

Telah disebutkan di atas.

#### MADE SUMATERA

Apa makna kadar tritium tersebut terhadap masalah TPA?

#### SATRIO

Arti penting dari mengetahui konsentrasi tritium adalah untuk melihat perbedaan nyata antara konsentrasi tritium di area TPA dengan air tanah dangkal milik penduduk di sekitarnya, apakah masih dalam kondisi normal atau tidak. Karena sifatnya masih pendahuluan dan kurangnya referensi masalah tritium di TPA, maka bila terjadi perbedaan konsentrasi, interpretasinya masih bersifat estimasi atau perkiraan.

## DAFTAR PANITIA

### I. Pengarah

1. Dr. Singgih Sutrisno, APU (P3TIR - BATAN)
2. Dr. Sofyan Yatim, APU (P3TIR - BATAN)
3. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS, APU (P3TIR - BATAN)
4. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU (P3TIR - BATAN)
5. Dr. Ir. Mugiono, APU (P3TIR - BATAN)
6. Marga Utama, B.Sc., APU (P3TIR - BATAN)
7. Ir. Wandowo (P3TIR - BATAN)
8. Drs. Edih Suwadji, APU (P3TIR - BATAN)
9. Dr. Made Sumatra, MS, APU (P3TIR - BATAN)
10. Ir. Achmad Nasroh K., M.Sc. APU (P3TIR - BATAN)
11. Dr. Ishak, M.Sc., M.ID, APU (P3TIR - BATAN)
12. Ir. Sugiarto (P3TIR - BATAN)
13. Dr. Zaenal Abidin (P3TIR - BATAN)
14. Dr. Nelly Dhevita Leswara (Universitas Indonesia)
15. Drs. Umar Mansur, M.Sc (Universitas Indonesia)
16. Prof. Dr. Syamsul Arifin Achmad (Institut Teknologi Bandung)
17. Dr. Ir. Komaruddin Idris (Institut Pertanian Bogor)

### II. Penyelenggara

- Ketua : Dr. Nada Marnada, M.Eng  
Wakil Ketua I : Dr. Syafalni, Dipl. H., M.Sc.  
Wakil Ketua II : Achmad Djaelani, S.Sos  
Sekretaris : M. Ilmi, SE, M.Ec.  
Wakil Sekretaris : Ir. Budi Santoso  
Bendahara : Sutarti, B.Sc  
Wakil Bendahara : Siti Faridah, B.Sc.

#### Seksi-seksi

- Publikasi : 1. Saroji  
2. Moch. Nasih Maman  
3. Drs. Rachmanto
- Persidangan : 1. Lestari Soemartono, Bc.An  
2. Drs. Sri Tumulyo  
3. Herman Lukman, S.Sos  
4. Asih Nariastuti, B.Sc  
5. Sri Handayani  
6. Dewa Ketut Rai
- Protokol : 1. Nimas Ayu Sukaningrum  
2. Dede Sri Widianingsih  
3. Linda Purnamarani, B.Sc  
4. Ania Citra Resmini, SP
- Perlengkapan/  
Peralatan/  
Transportasi : 1. Ir. Surip  
2. Bambang Suhartono, SE  
3. Siskaya AK, BBA  
4. Slamet Sutikno
- Dokumentasi : Madrois



## DAFTAR KETUA SIDANG

SIDANG PLENO I	Dr. Pramudita Anggraita	BATAN
SIDANG PLENO II	Dr. Singgih Sutrisno, APU	P3TIR - BATAN

### KELOMPOK PERTANIAN DAN PETERNAKAN

SESI I	Ir. Elsje L. Sisworo, MS, APU	P3TIR - BATAN
SESI II	Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU.	P3TIR - BATAN
SESI III	Dr. Ir. Komaruddin Idris, MS	IPB - Bogor
SESI IV	Drs. Edih Suwadji, APU	P3TIR - BATAN
SESI V	Dr. Ir. Mugiono, APU	P3TIR - BATAN
SESI VI	Ir. A. Nasroh Kuswadi, M.Sc., APU	P3TIR - BATAN
SESI VII	Ir. Wandowo	P3TIR - BATAN

### KELOMPOK INDUSTRI, HIDROLOGI DAN LINGKUNGAN

SESI I	Dr. Zainal Abidin	P3TIR - BATAN
SESI II	Dr. Nely D. Leswara	UI - Jakarta
SESI III	Dr. Sofjan Yatim, APU	P3TIR - BATAN
SESI IV	Dr. Made Sumatra, M.Si	P3TIR - BATAN

