

PENYERAPAN LIMBAH URANIUM PADA BEBERAPA  
FASE PERTUMBUHAN PADI VARITAS IR-36

H. Muryono

Pusat Penelitian Bahan Murni dan Instrumentasi  
Badan Tenaga Atom Nasional  
Yogyakarta

INTISARI

PENYERAPAN LIMBAH URANIUM PADA BEBERAPA FASE PERTUMBUHAN PADI VARITAS IR-36. Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui adanya penyerapan limbah uranium pada beberapa fase pertumbuhan padi varitas IR-36.

Biji padi varitas IR-36 ditanam di dalam pot yang berisi tanah. Pada umur 21 hari tanahnya dituangi dengan limbah uranium. Variasi volume limbah K ( 0 ppm U ), 100 ml (970 ppm U) dan 200 ml (1940 ppm U ). Pada saat tanaman berumur 35 hari (pembentukan anakan), 65 hari ( primordia bunga ), 90 hari (pembungaan) dan 120 hari (pemasakan buah), cuplikan tanaman dipanen dan dianalisa kandungan uraniumnya dengan menggunakan metoda polarografi.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi uranium didalam tanaman pada fase pembentukan anakan, primordia bunga, pembungaan dan pemasakan buah masing-masing sebesar 0,50 ppm, 1,10 ppm, 2,80 ppm dan 2,90 ppm pada perlakuan limbah 100 ml (970 ppm U ). Sedangkan pada perlakuan lim-

bah 200 ml (1940 ppm U ) masing-masing 2,95 ppm, 4,10 ppm, 6,00 ppm dan 6,10 ppm.

#### ABSTRACT

##### UPTAKE OF U-WASTE ON GROWING PERIODS OF IR-36 VARIETY.

The uptake of U-waste on growing periods of IR-36 variety were carried out.

Seeds of IR-36 rice variety were grown in pot container which filled with soils. After the age of plant was 21 days, U-waste was added to the soils with volume variation as follows K ( 0 ppm U ), 100 ml (970 ppm U ), 200 ml ( 1940 ppm U ) / pot. Samples of plant were collected on some growing periods of plant ie, tillering (35 days old), pre-flowering (65 days old), flowering ( 90 days old ) and fructification(120 days old ). Concentration of uranium in some growing periods of plants were analyzed with polarography methods.

The experimental results showed that the absorption of U-waste on tillering, pre-flowering, flowering and fructification were 0,50 ppm, 1,10 ppm, 2,80 ppm and 2,90 ppm on 100 ml (970 ppm U ) U-waste treatment. And 2,95 ppm, 4,10 ppm, 6,00 ppm and 6,10 ppm on 200 ml (1940 ppm U ) U-waste treatment.

#### I. PENDAHULUAN

Di Indonesia yang beriklim tropis, tumbuhan anggota familia Gramineae mempunyai daerah penyebaran yang luas dan

hampir terdapat di mana-mana. Di sekitar instalasi nuklir tumbuhan rumput-rumputan tetap dapat ditemukan dan bahkan beraneka ragam jenisnya. Akibatnya, tumbuhan golongan rumput pulalah yang paling banyak memberikan tanggapan apabila terjadi kecelakaan instalasi nuklir, khususnya terhadap radionuklida yang lepas ke lingkungan. Selain itu, golongan rumput-rumputan juga menunjukkan tanggapan yang tinggi terhadap debu radioaktif jatuhan. Pada gandum (wheat) terdapat aktivitas debu radioaktif jatuhan Sr-90 dan Cs-137 masing-masing 22,4 pCi/kg dan 47,2 pCi/kg<sup>(1)</sup>. Sedangkan pada padi, aktifitas Sr-90 dan Cs-137 masing-masing 10,35 pCi/kg dan 84,5 pCi/kg<sup>(1)</sup>. Kedua jenis rumput tersebut terdapat di India<sup>(1)</sup>. Rumput laut *Porphyra* yang tumbuh di sekitar instalasi proses -ulang bahan bakar nuklir di UKAEA, Windscale, Inggris, mengakumulasi Zr-95, Ru-106 dan Ce-144 masing-masing sebesar 203, 249 dan 66 pCi/g berat basah, pada jarak 1,2 mil dari pusat instalasi<sup>(2)</sup>. Rumput-rumput liar yang tumbuh di sekitar pantai Bombay, India, mengakumulasi radionuklida Pu-239, Ce-144, Cs-137, Sr-90, Ru-106 dan Zr-95<sup>(3)</sup>. Radionuklida tersebut berasal dari instalasi proses-ulang bahan bakar nuklir di BARC, Trombay, yang limbahnya dibuang ke pantai tersebut<sup>(3)</sup>. Pada percobaan kultur air dengan menggunakan tanaman gandum (wheat) dan gandum (oats) ternyata bahwa kedua tanaman tersebut mengabsorpsi radionuklida Sr-90, Zr-95, Cs-137 dan Ru-106. Di dalam tubuh tanaman, radionuklida akan terangkut ke batang, daun, malai dan ke bijinya<sup>(4)</sup>. Pada kultur tanah, gandum (wheat) dan gandum (oats) juga menyerap nuklida hasil belah dari dalam tanah. Pengamatan pada masa panen, radionuklida



Sr-89, Cs-137, Zr-95 dan Ru-89 di distribusikan ke seluruh organ tanaman<sup>(5)</sup>. Akumulasi radionuklida Pu-239, Pu-240 dan Am-241 pada gandum (wheat) terjadi akibat kontaminasi pada tanah tempat tumbuhnya<sup>(6)</sup>. Padi sebagai anggota familia Gramineae akan dapat menyerap radionuklida hasil belah maupun radionuklida yang berasal dari debu radioaktif jatuhan. Meskipun demikian, pada fase bibit tidak tampak adanya absorpsi uranium oleh akar tanaman<sup>(7)</sup>.

Dalam penelitian ini akan dipelajari adanya perbedaan penyerapan uranium pada beberapa fase pertumbuhan tanaman.

## II. TATA KERJA

### A. Bahan yang digunakan

1. Benih padi IR-36, diperoleh dari balai banih Wonocatur, Yogyakarta.
2. Pot-pot tanah yang dinding dan dasarnya disemen.
3. Limbah uranium yang telah dilewatkan arang, diperoleh dari Subid limbah radioaktif, PPBMI, BATAN, Yogyakarta.
4. Asam nitrat, perklorat, akuades
5. Gelas ukur, erlenmeyer, bekerglas, pipet, cawan krus
6. Timbangan analitik, tanur, kompor listrik, polarograf.

### B. Metode penelitian

1. Biji padi ditanam di dalam pot yang berisi tanah.
2. Pada umur 21 hari, tanahnya dituangi dengan limbah uranium dengan variasi volume K (0 ppm U), 100 ml (970 ppm U), dan 200 ml (1940 ppm U).
3. Pada umur 35, 65, 90 dan 120 hari, tanaman dipanen dan dianalisa kandungan uraniumnya.

4. Pada saat buah masak, dipisahkan bagian maki dan vegetatifnya, kemudian dianalisa kandungan uraniumnya.
5. Analisa uranium dilakukan dengan alat polarograf.

### III. PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang berupa polarogram uranium larutan standar dengan  $E_{1/2} = -0,145$  V. dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar 2 dan gambar 3, ternyata dapat dilihat bahwa tumbuhan padi menyerap unsur uranium. Penyerapan tersebut dimulai pada saat tumbuhan memasuki fase pembentukan anakan. Adanya penyerapan uranium oleh tumbuhan tingkat tinggi telah dibuktikan oleh Chakarvarti et al. 1981, misalnya pada tumbuhan tembakau, teh dan cardamom<sup>(8)</sup>. Sedangkan Sharma et al. 1981 juga memperkuat pendapat tersebut dengan diserapnya unsur uranium oleh tumbuhan cengkeh, jahe, cabe, lada, kobis dan bawang<sup>(9)</sup>. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini ternyata sesuai dengan hasil penelitian kedua ahli tersebut di atas.

Penyerapan uranium oleh akar tumbuhan padi akan meningkat sesuai dengan peningkatan unsur hara makanan yang diperlukan oleh tumbuhan padi (gambar 4). Sebagian besar ion uranium yang ada di dalam tanah akan teradsorpsi oleh tanah dan tersedia untuk diserap oleh akar padi. Dalam mekanisme penyerapan ion uranium yang berbentuk  $UO_2^{++}$ , sebenarnya terjadi kompetisi dengan ion-ion esensial yang diperlukan oleh tumbuhan seperti  $Ca^{++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Fe^{++}$  dan  $K^+$  (10). Akan tetapi karena jumlahnya yang cukup besar di dalam tanah, maka daya selektivitas akar akan menurun dan ion-ion uranium dapat

terserap masuk kedalam tubuh tanaman.

Hasil penelitian penulis terdahulu membuktikan bahwa fase pertumbuhan bibit tidak menyerap uranium (7). Hal ini disebabkan karena pada pertumbuhan bibit masih tersedia sisa cadangan makanan yang cukup untuk pertumbuhan dan belum banyak memerlukan unsur hara makanan dari luar. Akibatnya penyerapan uranium juga rendah sekali dan tidak terdeteksi. Pada fase pembentukan anakan, kebutuhan hara makanan akan meningkat. Bersamaan dengan penyerapan hara makanan akan terikut pula ion uranium. Penyerapan ion uranium oleh akar juga akan terus meningkat pada fase primordia bunga dan fase pembungaan tanaman (gambar 4). Justru pada kedua fase inilah terjadi penyerapan unsur-unsur makanan yang optimal, sebab pada kedua fase tersebut diperlukan bahan-bahan penyusun bunga dan buah. Dalam hal ini, penyerapan uranium juga menunjukkan angka yang optimal pada fase-fase tersebut. Setelah selesai penyerbukan dan memasuki fase pembentukan buah, pertumbuhan vegetatif tanaman relatif terhenti. Adanya penyerapan hara makanan hanya diperlukan untuk pembentukan dan pengisian buah padi. Bersamaan dengan itu pula maka uranium yang diserap oleh tumbuhan padi akan diangkut ke bagian buah. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4, dimana terjadi sedikit kenaikan kandungan uranium di dalam organ generatif.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapatlah disimpulkan sebagai berikut :



Tanaman padi varitas IR-36 yang tumbuh pada tanah yang terkontaminasi dengan limbah uranium akan menyerap uranium. Penyerapan dimulai pada fase pembentukan anakan dan terus meningkat pada fase-fase pertumbuhan selanjutnya.

Besarnya uranium yang diserap pada fase pembentukan anakan, primordia bunga, pembungaan dan pemasakan buah adalah :

- 0,50 ppm, 1,10 ppm, 2,80 ppm dan 2,90 ppm, atau 0,05 %, 0,11 %, 0,29 %, dan 0,30 % pada perlakuan 100 ml (970 ppm U ) limbah uranium.

- 2,95 ppm, 4,10 ppm, 6,00 ppm dan 6,10 ppm atau 0,15 %, 0,25 %, 0,31 % dan 0,32 % pada perlakuan 200 ml (1940 ppm U ) limbah uranium.

3. Dari jumlah uranium yang diserap oleh tanaman padi pada fase pemasakan buah, maka 0,32 % dan 0,35 % atau 3,12 ppm dan 6,78 ppm terakumulasi di dalam buah padi. Masing-masing untuk perlakuan 100 ml (970 ppm U) dan 200 ml (1940 ppm U ) limbah uranium.

4. Penelitian ini masih dilanjutkan dan diperluas untuk varitas-varitas lain disertai dengan penyempurnaan metode penelitian dan analisa.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Trimohadi, Rosidi, Zainul kamal yang telah banyak membantu sehingga makalah ini dapat terwujud.

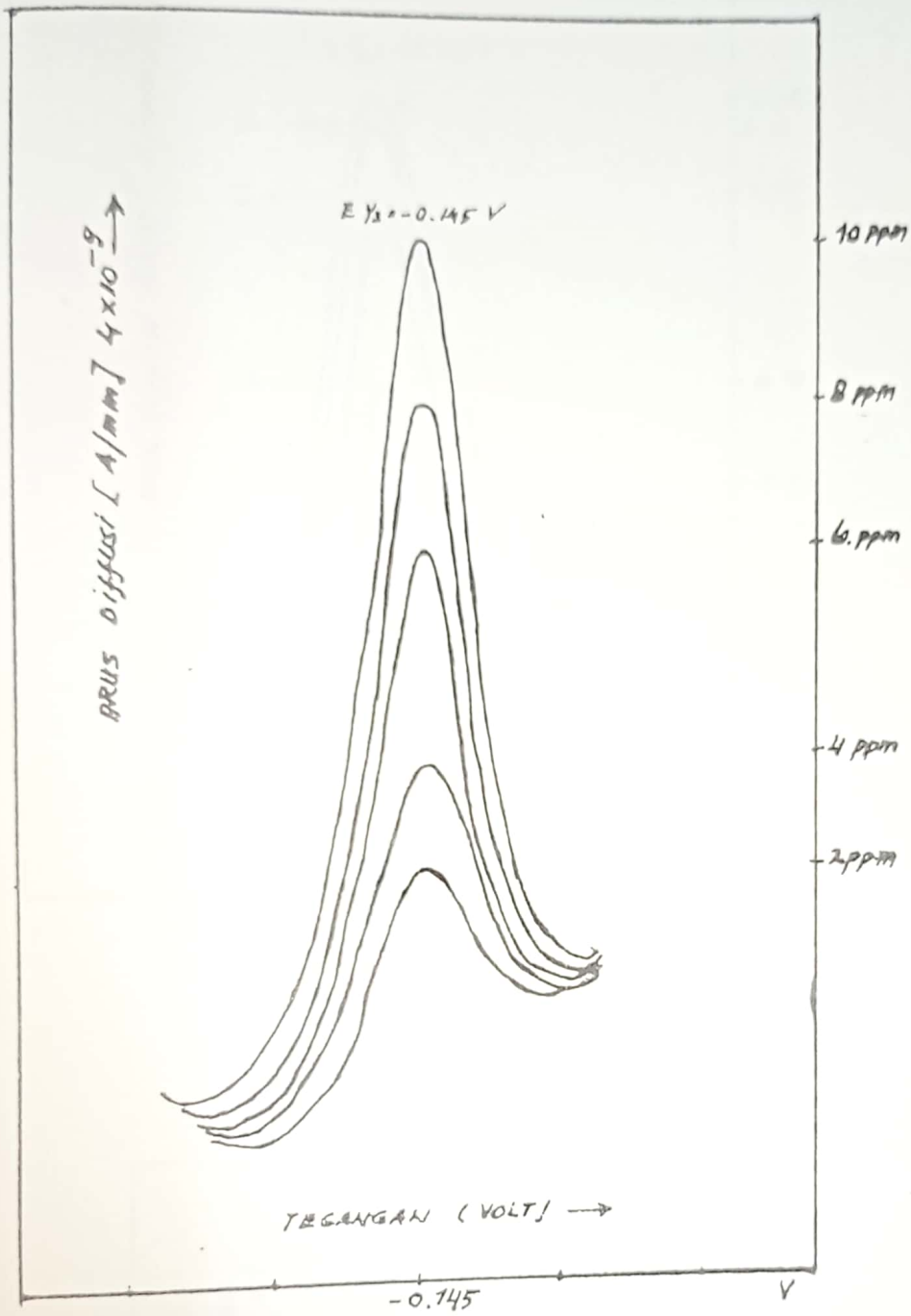
## Daftar gambar

- Gambar 1. Kurva standar larutan uranium pada variasi konsentrasi uranium 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm pada  $E 1/2 = -0,145 V$ .
- Gambar 2. Kurva pengamatan konsentrasi uranium dalam tumbuhan padi pada perlakuan 200 ml (1940 ppm U) limbah uranium.  
I = uranium pada padi umur 35 hari. II = uranium pada padi umur 65 hari. III = uranium pada padi umur 90 hari. IV = uranium pada padi umur 120 hari (bagian vegetatif). V = uranium pada padi umur 120 hari (bagian generatif).
- Gambar 3. Kurva pengamatan konsentrasi uranium dalam tumbuhan padi pada perlakuan 100 ml (970 ppm U) limbah uranium.  
I = uranium pada padi umur 35 hari. II = uranium pada padi umur 65 hari. III = uranium pada padi umur 90 hari. IV = uranium pada padi umur 120 hari (bagian vegetatif). V = uranium pada padi umur 120 hari (bagian generatif).
- Gambar 4. Kurva umur tanaman padi versus konsentrasi uranium.  
A = rata-rata tinggi tanaman padi selama pertumbuhannya.  
B. = Konsentrasi uranium di dalam tanaman padi pada perlakuan 200 ml (1940 ppm U) limbah uranium.  
C. = Konsentrasi uranium di dalam tanaman padi pada perlakuan 100 ml (970 ppm U) limbah uranium.

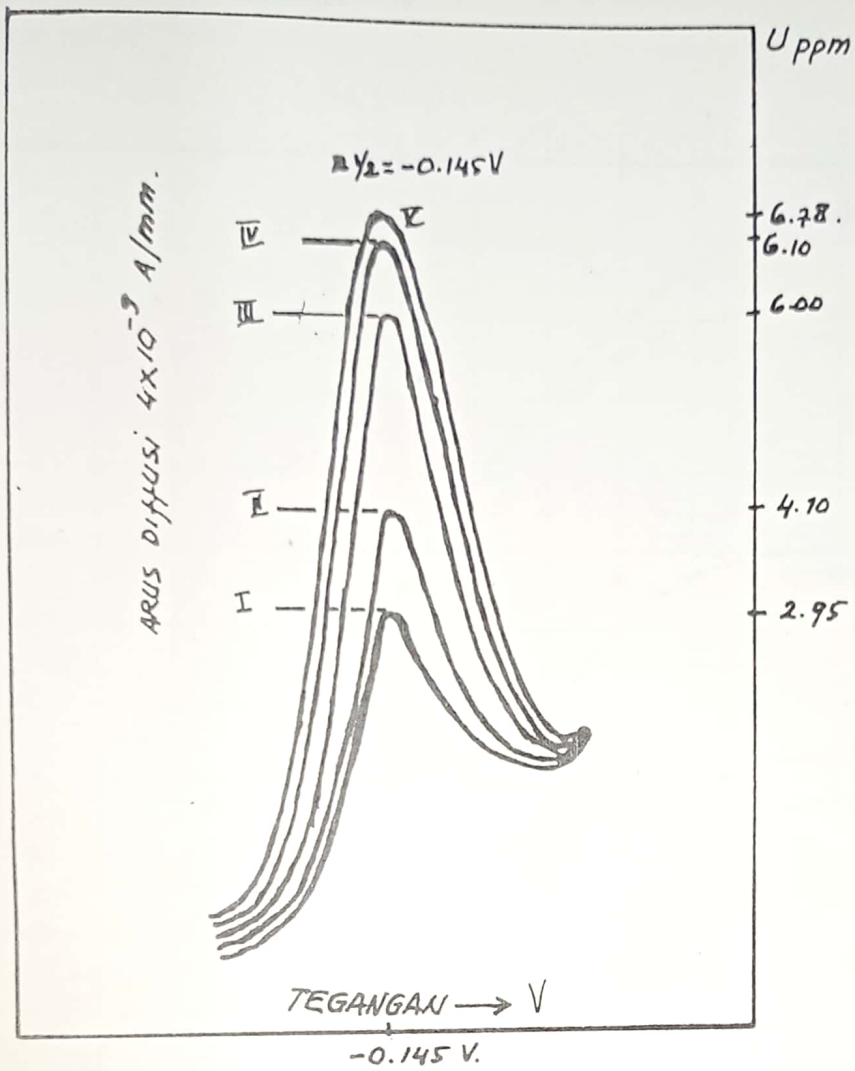


1. Kamath, F.R.; Bhat, I.S.; Field monitoring and investigations for the evaluation of public health hazards through contamination of water sources. Dalam Environmental contamination by radioactive materials. IAEA, Vienna. (1969). p.435-445.
2. Mitchell, N.T.; Monitoring of the aquatic environment of the United Kingdom and its application to hazard Assessment. Dalam environmental contamination by radioactive materials. IAEA Vienna (1969). p.449-461
3. Pillai, K.C.; Elizabeth Mathew. Plutonium in the aquatic environment. It behaviour, distribution and significance. Dalam Transuranium nuclides in the environment. IAEA Vienna. (1976). p.25-43.
4. Guliakin, I.V. Yudintseva, E.V. Plant uptake of fission products from an aqueous solution. Dalam on the behaviour of fission products in soil. USAED. (1957). p.103-127.
5. Guliakin, I.V. ; Yudintseva, E.V.; Plant uptake of Fission product from the soil. USAED. (1957). p.142-155.
6. Schütz, R.K.; Tomkins, G.A.; Babcock, K.L.; Uptake of Pu and Am by plant from soil. Uptake by wheat from various soils and effect of oxidation state of Pu added to soil. Dalam Transuranium Nuclides in Environment. IAEA Vienna. (1976). p.300-302.
7. H. Muryono. Penyerapan limbah uranium oleh bibit padi. Lokakarya komia dan teknologi pemurnian bahan nuklir dan pertemuan ilmiah bahan murni, fisika, reaktor dan instrumentasi. Yk. 24-27 Maret 1982.
8. Chakarvarti, S.K.; Dhiman, J.; Nagpaul, K.K.; Uranium trace analysis of a chewable betel leaf preparation and tea leaves. HP. V.40-1. (1981). p.78-81.
9. Sharma, Y.P.; Nand Lal.; Nagpaul, K.K.; Chakarvarti, S.K.; Trace content of uranium in spices and condiments. HP. V.41-4. (1981). p.680-682.
10. Soegiman. Ilmu tanah. Terjemahan. Bhratara, (1982).

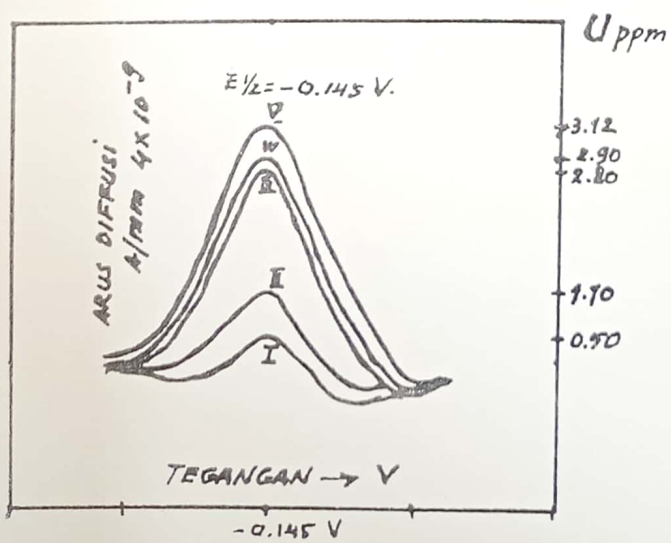
Gambar 1.



Gambar 2



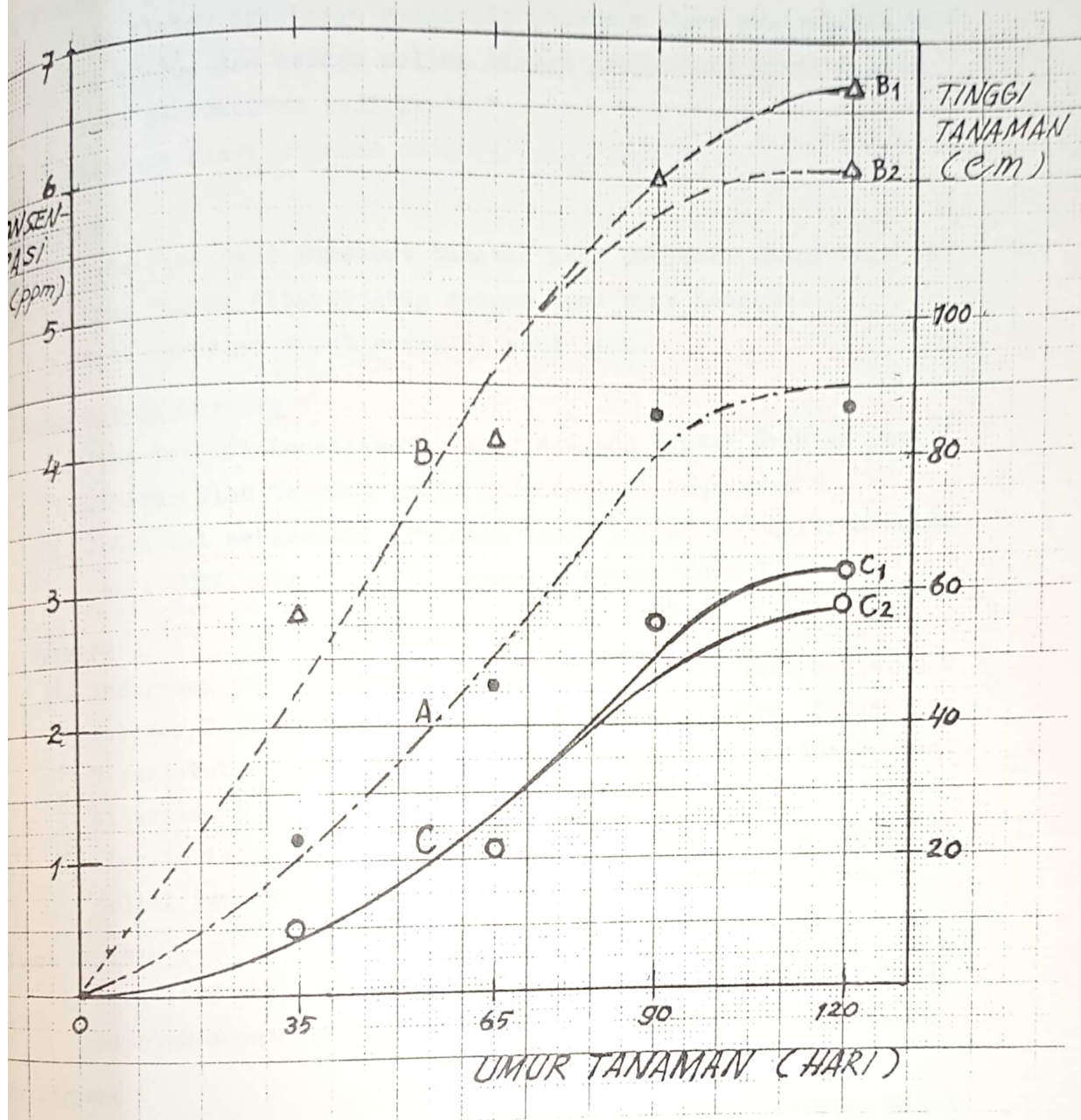
Gambar 3



D9-11



Gambar 4



NYA JAWAB, SARAN dan RALAT

L Ningsih :

1. Apa alasan pembicara mengambil beberapa fase pertumbuhan padi Ir-36, dan berapa paling tinggi penyerapan uranium pada fase pertumbuhan padi Ir-36 ?
2. Mengapa hanya dipakai satu varietas padi ?

Muryono :

1. Pada fase-fase tersebut tanaman padi menyerap unsur hara paling banyak dibandingkan dengan fase umur lainnya.
2. Satu varietas sudah mewakili yang lain.

ambang Galung Susanto :

1. Jika terjadi kecelakaan nuklir dan ada limbah Uranium yang diserap oleh tanaman padi, informasinya bagaimana ?
2. Judul ini mengambang. Mungkin nanti terjadi penelitian untuk jenis VUTW yang lain. Bagaimana pendapat anda ?

. Muryono :

1. Informasi yang diperoleh ialah bahwa tanaman padi menyerap U sebesar 0,30 % sampai dengan U 32 % pada buahnya. Penyerapan U tersebut sangat kecil bila dibandingkan dengan dosis yang diberikan.
2. Tiap varietas tanaman mempunyai sifat yang berbeda. Perlu diteliti juga jenis VUTW untuk menyempurnakan kesimpulan.

Gogot Suyitno :

1. Kira-kira jenis kecelakaan apa yang dapat melepaskan limbah uranium dengan konsentrasi tinggi (970 ppm) ?

H. Muryono :

1. Jenis kecelakaan yang di luar batas kemampuan manusia. Misalnya gempa bumi hebat yang dapat menghancurkan pabrik pemurnian uranium.

Suwardi :

1. Apakah mungkin limbah yang mengandung kadar 900 ppm dibuang begitu saja mengingat Uranium alam yang diperbolehkan dalam air.

Muryono :

1. Tidak mungkin, limbah uranium tersebut diperoleh dari Sub. Bid Limbah PPBMT BATAN dan tidak dibuang begitu saja. Dengan konsentrasi uranium kecil sangat sulit untuk mendeteksi absorpsi oleh tanaman.

Rwanto :

1. Mengapa dipilih uranium alam dalam penelitian ini ? Mungkin-kah suatu fasilitas nuklir melepaskan Uranium alam ke lingkungan ? Mohon penjelasan.

Muryono :

1. Dalam laboratorium limbah yang ada hanya limbah yang mengandung Uranium alam. Kemungkinan ada, tetapi kecil sekali. Misalnya dari laboratorium yang menggunakan Uranium alam untuk analisa dan lain-lain.

Ch. Ridwan :

1. Sebaiknya namanya diganti "Penyerapan uranium ..... dan seterusnya" Jangan dipakai istilah "Limbah" karena kadarnya masih sangat tinggi.
2. Kecelakaan yang menyebabkan uranium tersebar kecelakaan apa?

Muryono :

1. Terima kasih atas saran Dr. Ridwan.
2. Kecelakaan yang di luar batas kemampuan manusia. Misalnya gempa bumi hebat yang dapat merusakkan tangki pabrik uranium/bahan bakar nuklir, dan lain-lain.

Musron :

1. Mohon diberi definisi limbah uranium.
2. Apakah mungkin limbah uranium diserap padi, mengingat biasanya diolah, diisolasi, kemudian dibuang ke dasar laut, ke bumi, atau (rencana negara maju) ke angkasa luar.

Muryono :

1. Limbah Uranium adalah limbah yang kandungan uraniumnya dominan.
2. Mungkin dan memang diserap. Terbukti dari hasil penelitian -



ini. Walaupun demikian kemungkinan tersebarnya limbah uranium memang hanya hipotesa pada keadaan yang sangat istimewa.