

**FISIKA INTI DI BIDANG
KEDOKTERAN, KESEHATAN, DAN
BIOLOGI**

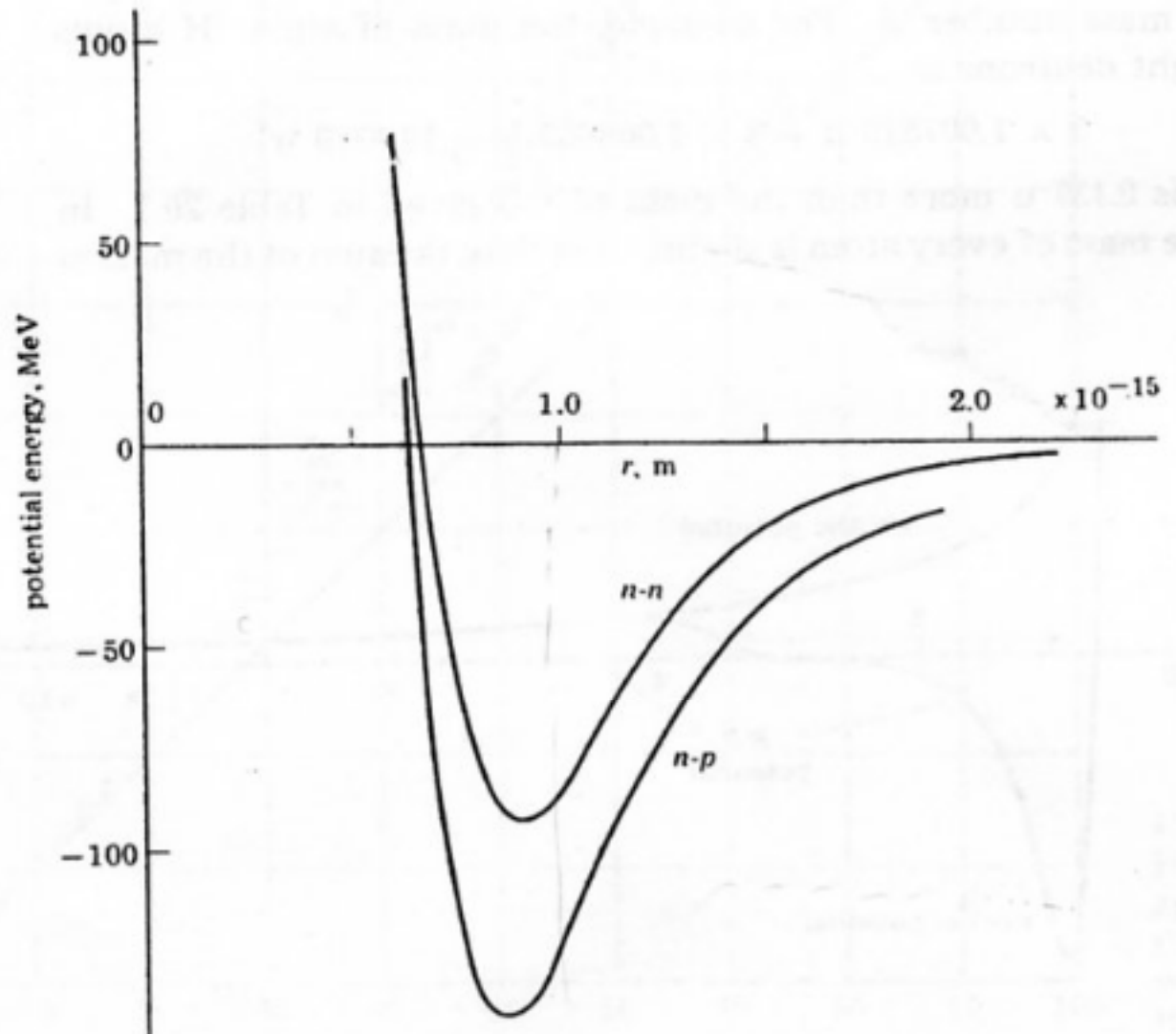
[Struktur Inti]

- Sebuah inti disusun oleh dua macam partikel yaitu proton dan neutron terikat bersama oleh sebuah gaya inti.
- Proton adalah sebuah partikel elementer dengan muatan $+e$, nomor atom (Z) sama dengan jumlah proton dalam inti.
- Neutron adalah sebuah partikel elementer yang tidak mempunyai muatan dan massa sedikit lebih besar dari pada sebuah proton. Nomor neutron (N) sama dengan jumlah neutron dalam inti
- Nomor massa A pada sebuah nukleus adalah jumlah total proton dan neutron :

$$A = Z + N$$

- Istilah nukleon mengacu pada proton dan neutron, sehingga nomor massa (A) ialah banyaknya nukleon dalam inti

- Kenyataan bahwa inti terdiri dari proton dan neutron segera menerangkan keberadaan isotop.
- Isotop sebuah unsur semuanya mengandung jumlah proton yang sama tetapi jumlah neutronnya yg berbeda.
- Semua inti dengan nilai Z yang sama menunjukkan simbol kimia dengan elemen yang saling berhubungan.
- Nukleon yang terikat bersama didalam inti oleh sebuah gaya inti yang fundamental yang berbeda dengan gaya listrik maupun gaya gravitasi.
- Pada jarak yang sangat kecil sekali gaya inti jauh lebih besar dibanding gaya listrik, tapi mengecil dengan cepat ketika jarak antara kedua nukleon bertambah



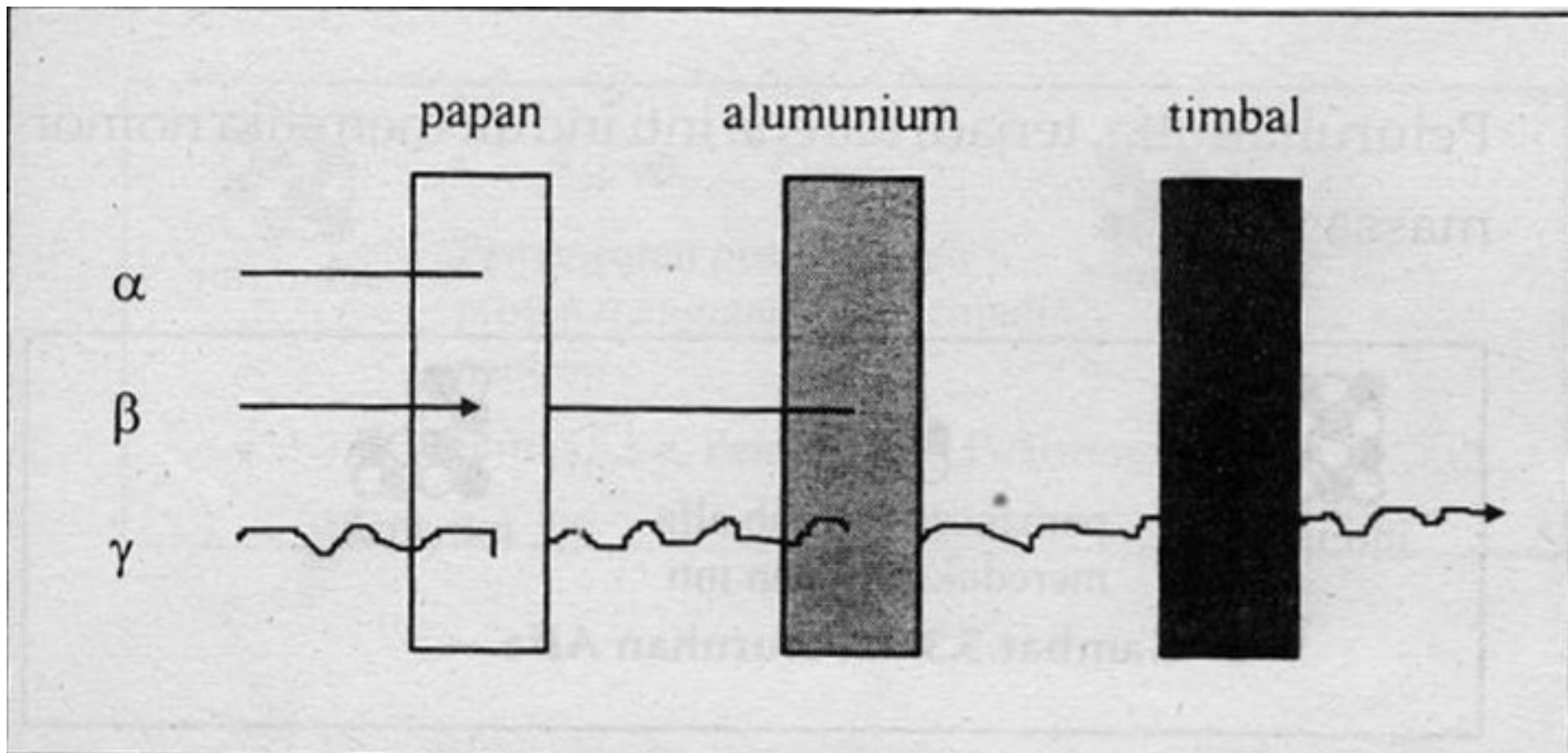
energi potensial antara dua buah neutron (*n-n*) dan diantara sebuah neutron dan sebuah proton (*n-p*) terhadap jarak (*r*) antara mereka

[Radioaktivitas]

- Reaksi yang menyangkut perubahan pada inti disebut reaksi inti atau reaksi nuklir (nukleus=inti).
- Reaksi nuklir ada yang terjadi secara spontan ataupun buatan.
- Reaksi nuklir spontan terjadi pada inti-inti atom yang tidak stabil.
- Zat yang mengandung inti tidak stabil ini disebut zat radioaktif. Adapun reaksi nuklir tidak spontan dapat terjadi pada inti yang stabil maupun, inti yang tidak stabil. Reaksi nuklir disertai perubahan energi berupa radiasi dan kalor. Berbagai jenis reaksi nuklir disertai pembebasan kalor yang sangat dasyat, lebih besar dan reaksi kimia biasa.

- Reaksi nuklir ada yang terjadi secara spontan ataupun buatan. Reaksi nuklir spontan terjadi pada inti-inti atom yang tidak stabil.
- Zat yang mengandung inti tidak stabil ini disebut zat radioaktif. Adapun reaksi nuklir tidak spontan dapat terjadi pada inti yang stabil maupun, inti yang tidak stabil. Reaksi nuklir disertai perubahan energi berupa radiasi dan kalor. Berbagai jenis reaksi nuklir disertai pembebasan kalor yang sangat dasyat, lebih besar dan reaksi kimia biasa.
- Gejala pemancaran radiasi secara spontan, disebut keradioaktifan, dan zat yang bersifat radioaktif disebut zat radioaktif.

- Isotop yang bersifat radioaktif disebut isotop radioaktif atau radioisotop, sedangkan isotop yang tidak radioaktif disebut isotop stabil. Dewasa ini, radioisotop dapat juga dibuat dari isotop stabil. Jadi disamping radioisotop alami juga ada radioisotop buatan.
- Pada tahun 1903, Ernest Rutherford mengemukakan bahwa radiasi yang dipancarkan zat radioaktif dapat dibedakan atas dua jenis berdasarkan muatannya. Radiasi yang bermuatan positif dinamai sinar alfa, dan yang bermuatan negatif diberi nama sinar beta. Selanjutnya Paul U. Villard menemukan jenis sinar yang ketiga yang tidak bermuatan dan diberi nama sinar gamma.



Ilustrasi daya tembus partikel alfa, beta, gamma.

Radioisotop sebagai sumber radiasi dibidang kedokteran

penggunaan efek radiasi untuk tujuan penyembuhan telah diawali oleh beberapa keberhasilan seperti :

Pada tahun 1897, L Freund telah berhasil menghilangkan semacam kelainan (terdapat penumbuhan bulu) pada kulit seseorang dengan cara meradiasi.

pada tahun 1899, J.T steinbek dan T.A.V. Sjogrein telah berhasil menyembuhkan tumor kulit pada hidung seseorang pasien dengan cara meradiasi.

Dari sekian banyak laporan keberhasilan, ada juga laporan adanya efek samping setelah diradiasi. Diantara efek samping yang ditimbulkan adalah:

telah terjadi eritema kulit (skin reyhema), yaitu semacam gejala kemerah-merahan pada kulit pasien setelah menjalani terapi dengan sinar X.

telah terjadi gejala kerontokan rambut pada kepala seseorang yang telah diradiasi seperti yang dilaporkan oleh J. Danielz (th 1896)

Radioisotop sebagai sumber radiasi dibidang kedokteran

1. Sterilisasi radiasi.

Radiasi dalam dosis tertentu dapat mematikan mikroorganisme sehingga dapat digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran.

Steritisasi dengan cara radiasi mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan sterilisasi konvensional (menggunakan bahan kimia), yaitu:

Sterilisasi radiasi lebih sempurna dalam mematikan mikroorganisme. Sterilisasi radiasi tidak meninggalkan residu bahan kimia. Karena dikemas dulu baru disterilkan maka alat tersebut tidak mungkin tercemar bakteri lagi sampai kemasan terbuka. Berbeda dengan cara konvensional, yaitu disterilkan dulu baru dikemas, maka dalam proses pengemasan masih ada kemungkinan terkena bibit penyakit.

2. Terapi tumor atau kanker.

- Berbagai jenis tumor atau kanker dapat diterapi dengan radiasi. Sebenarnya, baik sel normal maupun sel kanker dapat dirusak oleh radiasi tetapi sel kanker atau tumor ternyata lebih sensitif (lebih mudah rusak). Oleh karena itu, sel kanker atau tumor dapat dimatikan dengan mengarahkan radiasi secara tepat pada sel-sel kanker tersebut.
- Radiasi dapat menghambat proses pembelahan sel yang dapat menimbulkan kematian pada sel dan jaringan itu bila penghambatan berlangsung secara terus-menerus. Seperti diketahui jaringan atau sel-sel kanker memiliki daya pembelahan diri yang jauh lebih tinggi dari pada sel-sel normal dan sehat. Maka menurut hukum bergonnie_tribondau, golongan sel-sel kanker ini bersifat lebih radiosensitif dari pada sel-sel normal. Jadi dengan jalan merasiasi maka penyakit kanker (tumor) pada jaringan atau organ tertentu dapat disembuhkan

3. Radiasi dan Pembuatan Radiovaksin

- Radiasi dapat melemahkan mikroorganisme ataupun penyakit yang selanjutnya dapat digunakan untuk pembuatan vaksin dari penyakit tertentu.
- Vaksin yang diperoleh secara demikian dikenal sebagai "radiovaksin" . contoh : radiovaksin untuk penyakit tidur di afrika dan radiovaksin untuk penyakit cacing pada ternak dan lain-lain.

4. Radiasi dan Usaha setrilisasi Hama

Radiasi dapat digunakan untuk mensterilkan beberapa alat atau bahan keperluan dokter, karena mikroba atau bibit penyakit akan mati akibat radiasi pada dosis lethal.

Contoh: alat-alat kedokteran (pisau , gunting, jarum, pinset) atau bahan-bahan kedokteran lainnya (kapas, pembalut dan lainnya) telah berhasil disterilkan dengan radiasi.

[Radioisotop sebagai perunut dibidang kedokteran]

Berbagai jenis radio isotop digunakan sebagai perunut untuk mendeteksi (diagnosa) berbagai jenis penyakit teknesium (Tc-99), talium-201 (Ti-201), iodin 131(1-131), natrium-24 (Na-24), ksenon-133 (xe-133) dan besi (Fe-59).

Tc-99 yang disuntikkan ke dalam pembuluh darah akan diserap terutama oleh jaringan yang rusak pada organ tertentu, seperti jantung, hati dan paru-paru

Ti-201 terutama akan diserap oleh jaringan yang sehat pada organ jantung. Oleh karena itu, kedua isotop itu digunakan secara bersama-sama untuk mendeteksi kerusakan jantung

I-131 akan diserap oleh kelenjar gondok, hati dan bagian-bagian tertentu dari otak. Oleh karena itu, 1-131 dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada kelenjar gondok, hati dan untuk mendeteksi tumor otak. Larutan garam yang mengandung Na-24 disuntikkan ke dalam pembuluh darah untuk mendeteksi adanya gangguan peredaran darah misalnya apakah ada penyumbatan dengan mendeteksi sinar gamma yang dipancarkan isotop Natrium tsb

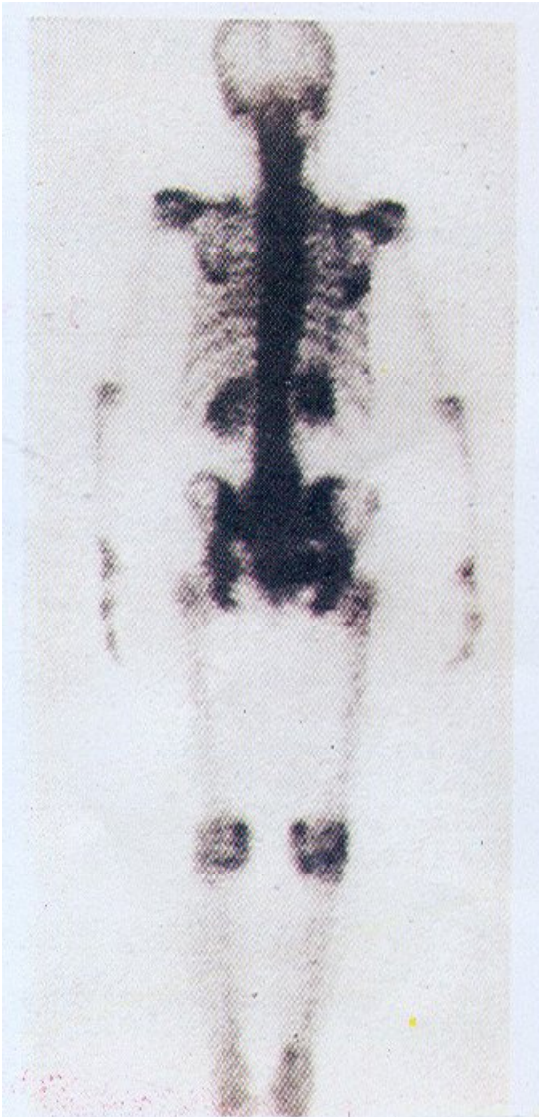
Radioisotop sebagai perunut dibidang kedokteran

- 1. Mempelajari Perilaku Biologi dan Kimia Suatu Unsur Dalam Tubuh**
- 2. Mempelajari Fungsi Organ dan Kelenjar Tubuh**
 - a. Fungsi Kelenjar Tiroid (Gondok)
 - b. Fungsi Ginjal
 - c. Mempelajari Sirkulasi Darah
- 3. Menentukan Lokasi Jaringan Kanker**
 - a. Lokasi Kanker Pada Jaringan Otak
 - b. Lokasi Kanker Pada Jaringan Kanker.
 - c. Lokasi Kanker Pada Jaringan Tulang
 - d. Lokasi Tumor Pada Ginjal.
- 4. Mempelajari Umur Sel Darah Merah**
- 5. Diagnosis dengan Radioisotop**
- 6. Terapi Dengan Radioisotop**

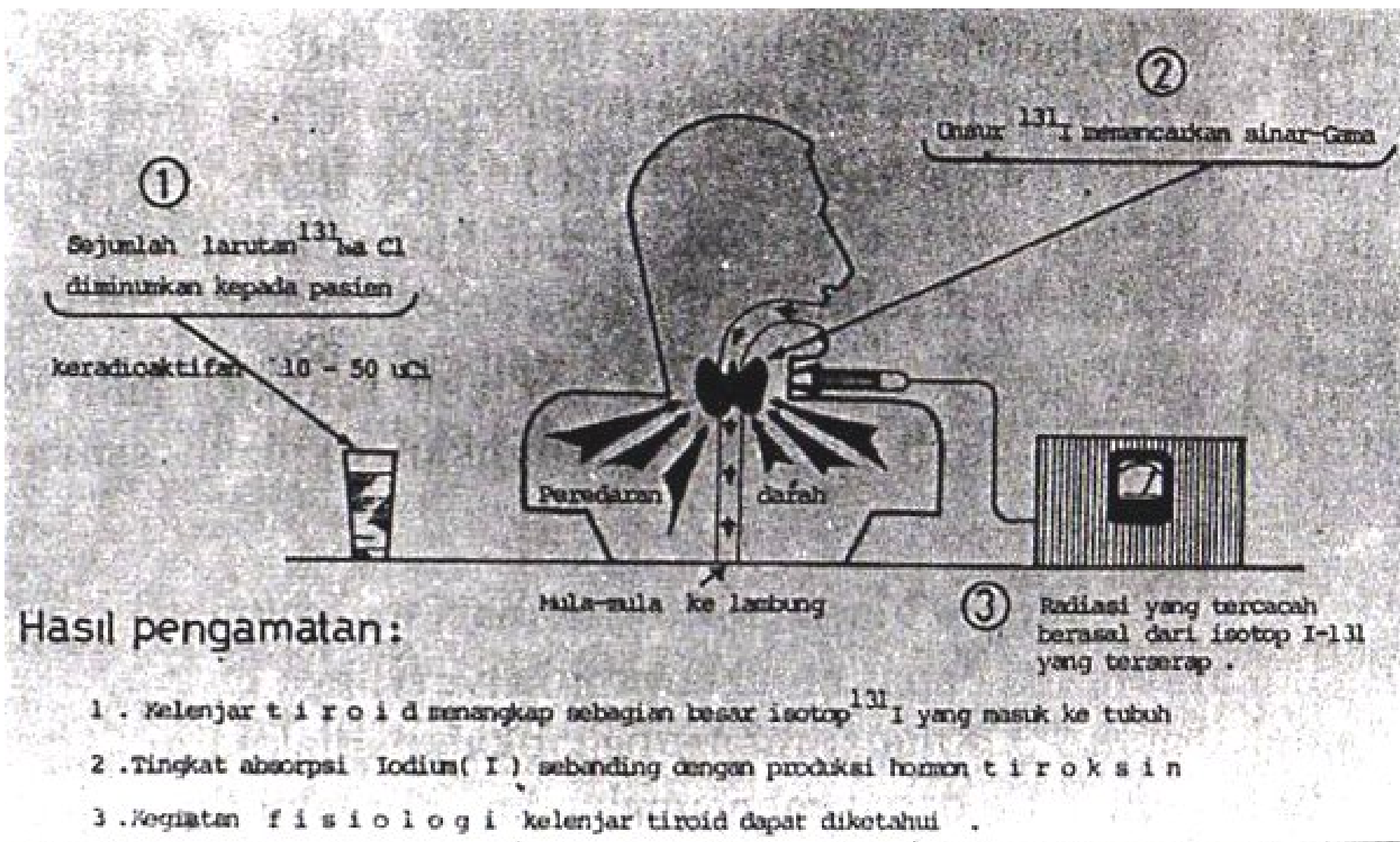
Mempelajari Fungsi Fungsi Kelenjar Tiroid (Gondok)

Seperti halnya unsur Yodium I, sesaat setelah radioyodium ^{131}I memasuki tubuh secara oral akan diperoleh informasi :

- bahwa sebagian besar ^{131}I diakumulasikan pada kelenjar tiroid
- fungsi fisiologi kelenjar tiroid dapat diketahui dengan segera, apakah bekerja secara normal atau kurang normal.

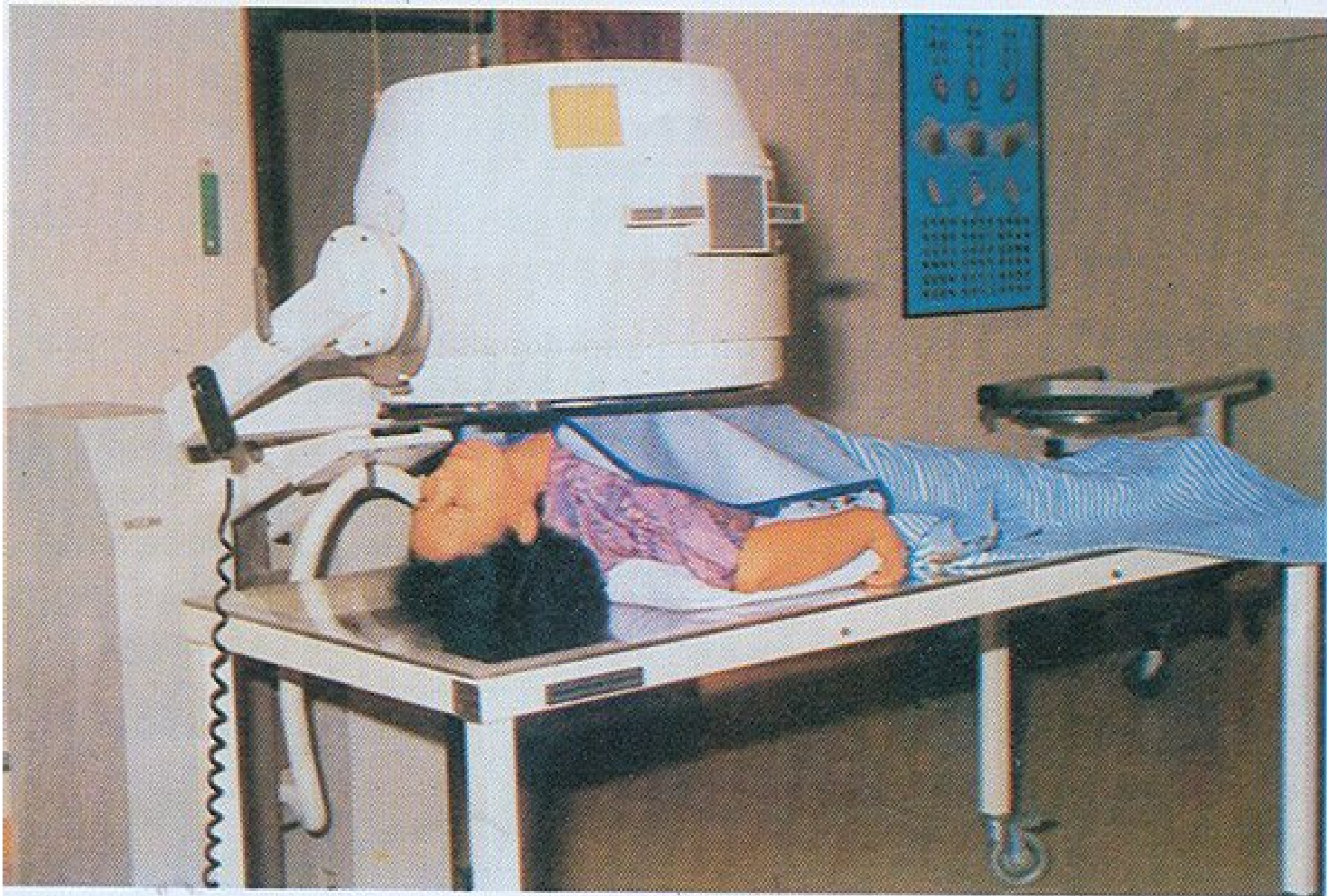


Pasien kanker usus besar. Sidik tulang dengan Tc-99m memperlihatkan akumulasi isotop pada daerah setinggi vertebra thoracal ke 12, menunjukkan adanya anak sebar tumor ganas ke tulang di daerah tersebut.

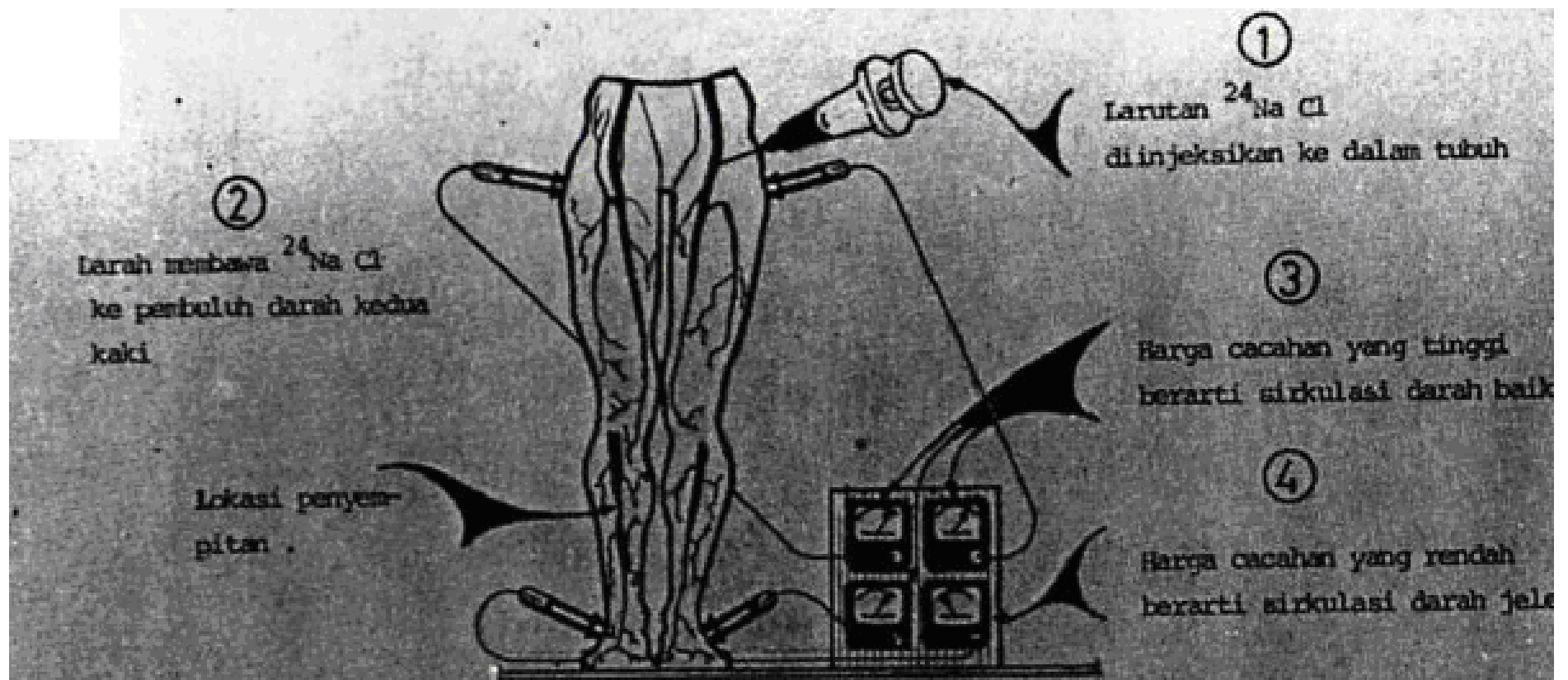


Gambar IV (9)

Mempelajari kerja fisiologi kelenjar gondok (tiroid) dengan radioisotop Yodium (I - 131)



Diagnosa Kelenjar Gondok dengan Gamma Kamera di RS. Fatmawati, Jakarta.

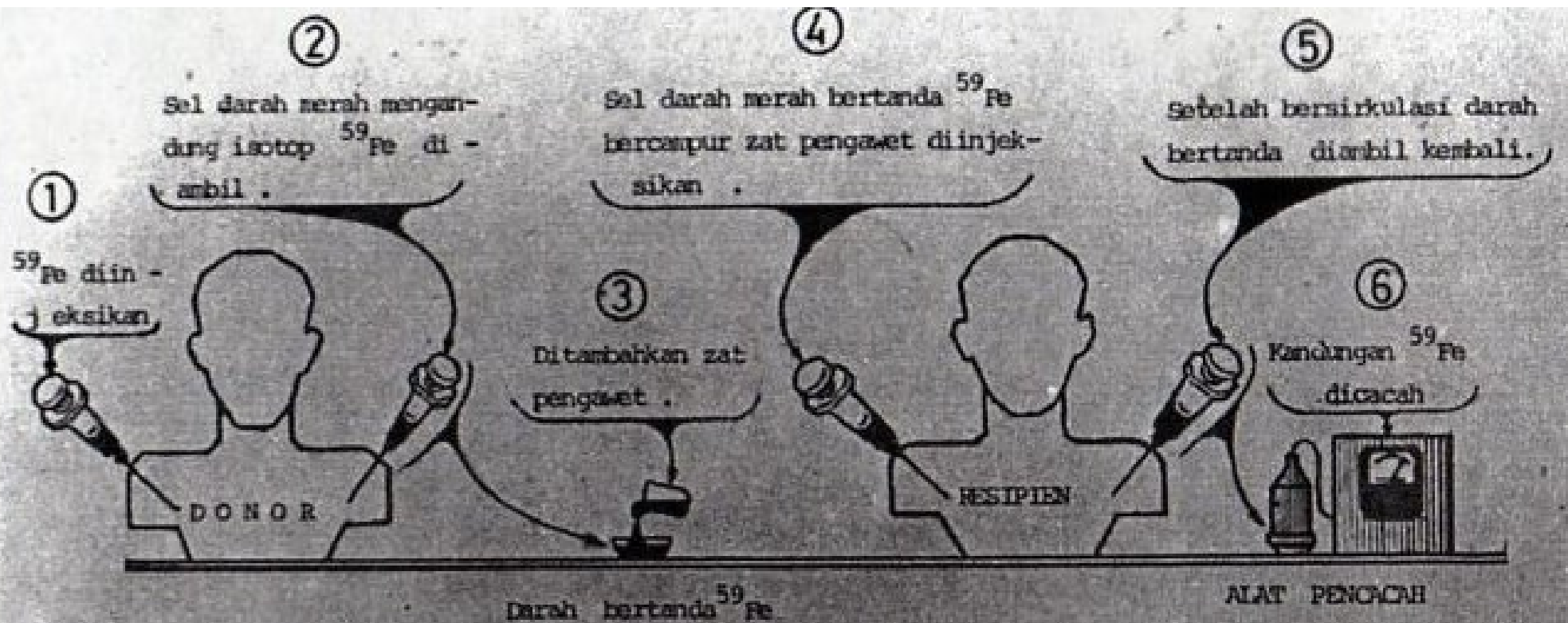


Hasil pengamatan :

1. Diperoleh gambaran aliran darah
2. Lokasi penyempitan pembuluh darah ditemukan dengan segera
3. Metoda diagnosa cepat dan aman

Gambar IV (10)

Mempelajari sirkulasi darah dengan radioisotop Natrium (Na-24)



Hasil pengamatan :

1. Isotop ^{59}Fe dalam darah merupakan fungsi dari waktu sirkulasi
2. Umur sel darah yang ditransfusikan dapat ditentukan
3. Keefektifan zat pengawet darah dapat diketahui

Gambar IV (12)

Mempelajari umur sel darah merah (eritrosit) dengan radioisotop unsur besi Fe (Fe-59)

Pemantauan radioisotop [sebagai perunut dalam sistem biologi.]

- Berkat radiasi yang dipancarkan maka setiap unsur radioisotop yang memasuki tubuh hewan, manusia ataupun tanaman dapat diikuti jejak dan prilakunya. Keberadaan suatu unsur dalam tubuh hewan, manusia ataupun tanaman dinyatakan oleh kandungan radioaktifnya pada jaringan atau organ baik kuantitatif maupun kualitatif

Beberapa macam proses fisiologi pada tanaman dan hewan yang dipelajari dengan bantuan teknik radiasi antara lain ialah:

Mempelajari proses fotositesa

Mempelajari penyerapan, penyebaran biologi unsur (senyawa) tertentu pada tanaman.

mempelajari penyerapan suatu unsur melalui akar atau daun

Radioisotop dalam proses fisiologi pada hewan

1. penyebaran biologi dan metabolisme unsur atau senyawa tertentu
2. jalur metabolisme suatu unsur atau senyawa tertentu
3. pengikatan suatu unsur tertentu pada jaringan tubuh
4. pelaluan plasenta suatu unsur tertentu.
5. mempelajari perilaku ekologi serangga atau hewan kecil

PEMANFAAAN TEKNIK [NUKLIR DI LUAR KEDOKTERAN NUKLIR]

- *a. TEKNIK PENGAKTIVAN NEUTRON*
- *PENENTUAN KERAPATAN TULANG DENGAN BONE DENSITOMETER*
- *THREE DIMENSIOAL CONFORMAL RADIOTHERAPY (3D-CRT)*