

ZAT RADIO AKTIF DAN PENGGUNAAN RADIO ISOTOP BAGI KESEHATAN

ABDUL JALIL AMRI ARMA

**Bagian Kependudukan dan Biostatistik
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sumatera Utara**

BAB I PENDAHULUAN

Jika kita membaca berita-berita di media massa, kita dapat mengatakan betapa sering orang membicarakan nuklir. Namun sayang, kebanyakan berita nuklir tersebut berkaitan dengan senjata nuklir atau pencemaran radioaktif akibat kebocoran instalasi suatu reaktor atom, sementara yang menyangkut manfaat lain dari energi nuklir sangat jarang ditampilkan. Oleh karena itu, di lingkungan masyarakat awam ikatan nuklir mempunyai konotasi yang mengerikan. Pemahaman yang kurang tepat itu bila terbelakangi oleh tragedi yang menimpa Hiroshima dan Nagasaki di Jepang, tempat pertama kalinya energi nuklir diperkenalkan sebagai bom atom, suatu senjata pemusnah massal yang mengerikan.

BAB II PERMASALAHAN

Apakah sebenarnya Nuklir itu?

Kita telah mengetahui bahwa atom terdiri atas inti atom dan elektron-elektron yang beredar mengitarinya. Reaksi kimia biasa (seperti reaksi pembakaran dan penggaraman), hanya menyangkut perubahan pada kulit atom, terutama elektron pada kulit terluar, sedangkan inti atom tidak berubah. 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.

Dewasa ini, reaksi nuklir telah banyak digunakan untuk tujuan damai (bukan tujuan militer) baik sebagai sumber radiasi maupun sebagai sumber tenaga dan pemanfaatannya dalam bidang kesehatan.

BAB III PEMBAHASAN

3.1 Penemuan keradioaktifan

Pada tahun 1895, W.C. Rontgen menemukan bahwa tabung sinar katode menghasilkan suatu radiasi berdaya tembus tinggi yang dapat menghitamkan film potret, walupun film tersebut terbungkus kertas hitam. Karena belum mengenal hakekatnya, sinar ini dinamai sinar X. Ternyata sinar X adalah suatu radiasi elektromagnetik yang timbul karena benturan berkecepatan tinggi (yaitu sinar katode dengan suatu materi (anode)). Sekarang sinar X disebut juga sinar rontgen dan digunakan untuk rongent yaitu untuk mengetahui keadaan organ tubuh bagian dalam.

Penemuan sinar X membuat *Henry Becquerel* tertarik untuk meneliti zat yang bersifat fluorensensi, yaitu zat yang dapat bercahaya setelah terlebih dahulu

mendapat radiasi (disinari), Becquerel menduga bahwa sinar yang dipancarkan oleh zat seperti itu seperti sinar X. Secara kebetulan, Becquerel meneliti batuan uranium. Ternyata dugaan itu benar bahwa sinar yang dipancarkan uranium dapat menghitamkan film potret yang masih terbungkus kertas hitam. Akan tetapi, Becquerel menemukan bahwa batuan uranium memancarkan sinar berdaya tembus tinggi dengan sendirinya tanpa harus disinari terlebih dahulu. Penemuan ini terjadi pada awal bulan Maret 1896. Gejala semacam itu, yaitu pemancaran radiasi secara spontan, disebut keradioaktifan, dan zat yang bersifat radioaktif disebut zat radioaktif.

Zat radioaktif yang pertama ditemukan adalah uranium. Pada tahun 1898, Marie Curie bersama-sama dengan suaminya Pierre Curie menemukan dua unsur lain dari batuan uranium yang jauh lebih aktif dari uranium. Kedua unsur itu mereka namakan masing-masing polonium (berdasarkan nama Polonia, negara asal dari Marie Curie), dan radium (berasal dari kata Latin radiare yang berarti bersinar).

Ternyata, banyak unsur yang secara alami bersifat radioaktif. Semua isotop yang bernomor atom di atas 83 bersifat radioaktif. Unsur yang bernomor atom 83 atau kurang mempunyai isotop yang stabil kecuali teknesium dan promesium. 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.

3.2. Sinar-sinar Radioaktif

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.

a. Sinar alfa (α)

Sinar alfa merupakan radiasi partikel yang bermuatan positif. Partikel sinar alfa sama dengan inti helium ^4_2He , bermuatan $+2e$ dan bermassa 4 sma. Partikel alfa adalah partikel terberat yang dihasilkan oleh zat radioaktif. Sinar alfa dipancarkan dari inti dengan kecepatan sekitar $1/10$ kecepatan cahaya. Karena memiliki massa yang besar, daya tembus sinar alfa paling lemah diantara sinar-sinar radioaktif. Udara hanya dapat menembus beberapa cm saja dan tidak dapat menembus kulit. Sinar alfa dapat dihentikan oleh selembar kertas biasa. Sinar alfa segera kehilangan energinya ketika bertabrakan dengan molekul media yang dilaluinya. Tabrakan itu mengakibatkan media yang dilaluinya mengalami ionisasi. Akhirnya partikel alfa akan menangkap 2 elektron dan berubah menjadi atom helium ^4_2He .

2

b. Sinar beta (β)

Sinar beta merupakan radiasi partikel bermuatan negatif. Sinar beta merupakan berkas elektron yang berasal dari inti atom. Partikel beta yang bermuatan $-1e$ dan bermassa $1/1836$ sma. Karena sangat kecil, partikel beta dianggap tidak bermassa sehingga dinyatakan dengan notasi $^0_{-1}e$. Energi sinar beta sangat bervariasi, mempunyai daya tembus lebih besar dari sinar alfa tetapi daya pengionnya lebih lemah. Sinar beta paling energetik dapat menembus sampai 300 cm dalam udara kering dan dapat menembus kulit.

c. Sinar gamma (γ)

Sinar gamma adalah radiasi elektromagnetik berenergi tinggi, tidak bermuatan dan tidak bermassa. Sinar gamma dinyatakan dengan notasi $^0_0\gamma$. Sinar gamma mempunyai daya tembus. Selain sinar alfa, beta, gamma, zat radioaktif buatan juga ada yang memancarkan sinar X dan sinar Positron. Sinar X adalah radiasi sinar elektromagnetik.

BAB IV PENGUNAAN RADIOISOTOP

Radioisotop digunakan sebagai perunut dan sumber radiasi

Dewasa ini, penggunaan radioisotop untuk maksud-maksud damai (untuk kesejahteraan umat manusia) berkembang dengan pesat. Pusat listrik tenaga nuklir (PLTN) adalah salah satu contoh yang sangat populer. PLTN ini memanfaatkan efek panas yang dihasilkan reaksi inti suatu radioisotop, misalnya U-235. Selain untuk PLTN, radioisotop juga telah digunakan dalam berbagai bidang misalnya industri, teknik, pertanian, kedokteran, ilmu pengetahuan, hidrologi, dan lain-lain.

Pada bab ini kita akan membahas dua penggunaan radioisotop, yaitu sebagai perunut (tracer) dan sumber radiasi. Penggunaan radioisotop sebagai perunut didasarkan pada ikataan bahwa isotop radioaktif mempunyai sifat kimia yang sama dengan isotop stabil. Jadi suatu isotop radioaktif melangsungkan reaksi kimia, yang sama seperti isotop stabilnya. Sedangkan penggunaan radioisotop sebagai sumber radiasi didasarkan pada kenyataan bahwa radiasi yang dihasilkan zat radioaktif dapat mempengaruhi materi maupun mahluk. Radiasi dapat digunakan untuk memberi efek fisis: efek kimia, maupun efek biologi. Oleh karena itu, sebelum membahas penggunaan radioisotop kita akan mengupas terlebih dahulu tentang satuan radiasi dan pengaruh radiasi terhadap materi dan mahluk hidup.

4.1 Satuan Radiasi

Berbagai satuan digunakan untuk menyatakan intensitas atau jumlah radiasi bergantung pada jenis yang diukur.

1. Curie(Ci) dan Becquerrel (Bq)

Curie dan Becquerrel adalah satuan yang dinyatakan untuk menyatakan keaktifan yakni jumlah disintegrasi (peluruhan) dalam satuan waktu. Dalam sistem satuan SI, keaktifan dinyatakan dalam Bq. Satu Bq sama dengan satu disintegrasi per sekon.

$$1\text{Bq} = 1 \text{ dps}$$

dps = disintegrasi per sekon

Satuan lain yang juga biasa digunakan ialah Curie. Satu Ci ialah keaktifan yang setara dari 1 gram garam radium, yaitu $3,7 \cdot 10^{10}$ dps.

$$1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ dps} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

2. Gray (gy) dan Rad (Rd)

Gray dan Rad adalah satuan yang digunakan untuk menyatakan keaktifan yakni jumlah (dosis) radiasi yang diserap oleh suatu materi. Rad adalah singkatan dari 11 radiation absorbed dose. Dalam sistem satuan SI, dosis dinyatakan dengan Gray (Gy). Satu Gray adalah absorpsi 1 joule per kilogram materi.

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$$

Satu rad adalah absorpsi 10^{-3} joule energi/gram jaringan.

$$1 \text{ Rd} = 10^{-3} \text{ J/g}$$

Hubungan grey dengan rad

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rd}$$

3. Rem

Daya perusak dari sinar-sinar radioaktif tidak saja bergantung pada dosis tetapi juga pada jenis radiasi itu sendiri. Neutron, sebagai contoh, lebih berbahaya daripada sinar beta dengan dosis dan intensitas yang sama. Rem adalah satuan dosis setelah memperhitungkan pengaruh radiasi pada mahluk hidup (rem adalah singkatan dari radiation equivalent for man)

4.2. Pengaruh Radiasi pada Materi

Radiasi menyebabkan penumpukan energi pada materi yang dilalui. Dampak yang ditimbulkan radiasi dapat berupa ionisasi, eksitasi, atau pemutusan ikatan kimia. Ionisasi: dalam hal ini partikel radiasi menabrak elektron orbital dari atom atau molekul zat yang dilalui sehingga terbentuk ion positif dan elektron terion.

Eksitasi: dalam hal ini radiasi tidak menyebabkan elektron terlepas dari atom atau molekul zat tetapi hanya berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Pemutusan Ikatan Kimia: radiasi yang dihasilkan oleh zat radioaktif mempunyai energi yang dapat memutuskan ikatan-ikatan kimia.

4.3. Pengaruh Radiasi pada mahluk hidup

Walaupun energi yang ditumpuk sinar radioaktif pada mahluk hidup relatif kecil tetapi dapat menimbulkan pengaruh yang serius. Hal ini karena sinar radioaktif dapat mengakibatkan ionisasi, pemutusan ikatan kimia penting atau membentuk radikal bebas yang reaktif. Ikatan kimia penting misalnya ikatan pada struktur DNA dalam kromosom. Perubahan yang terjadi pada struktur DNA akan diteruskan pada sel berikutnya yang dapat mengakibatkan kelainan genetik, kanker dll.

Pengaruh radiasi pada manusia atau mahluk hidup juga bergantung pada waktu paparan. Suatu dosis yang diterima pada sekali paparan akan lebih berbahaya daripada bila dosis yang sama diterima pada waktu yang lebih lama.

Secara alami kita mendapat radiasi dari lingkungan, misalnya radiasi sinar kosmis atau radiasi dari radioaktif alam. Disamping itu, dari berbagai kegiatan seperti diagnosa atau terapi dengan sinar X atau radioisotop. Orang yang tinggal disekitar instalasi nuklir juga mendapat radiasi lebih banyak, tetapi masih dalam batas aman.

4.4. Radioaktif Sebagai Perunut.

Sebagai perunut, radioisotop ditambahkan ke dalam suatu sistem untuk mempelajari sistem itu, baik sistem fisika, kimia maupun sistem biologi. Oleh karena radioisotop mempunyai sifat kimia yang sama seperti isotop stabilnya, maka radioisotop dapat digunakan untuk menandai suatu senyawa sehingga perpindahan perubahan senyawa itu dapat dipantau

A. Bidang kedokteran

Berbagai jenis radio isotop digunakan sebagai perunut untuk mendeteksi (diagnosa) berbagai jenis penyakit al: teknesium (Tc-99), talium-201 (Tl-201), iodin 131 (I-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. Sebaliknya $Ti-201$ 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, $I-131$ 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.

$Xe-133$ digunakan untuk mendeteksi penyakit paru-paru. $P-32$ untuk penyakit mata, tumor dan hati. $Fe-59$ untuk mempelajari pembentukan sel darah merah. Kadang-kadang, radioisotop yang digunakan untuk diagnosa, juga digunakan untuk terapi yaitu dengan dosis yang lebih kuat misalnya, $I-131$ juga digunakan untuk terapi kanker kelenjar tiroid.

B. Bidang Industri

Untuk mempelajari pengaruh oli dan aditif pada mesin selama mesin bekerja digunakan suatu isotop sebagai perunut, Dalam hal ini, piston, ring dan komponen lain dari mesin ditandai dengan isotop radioaktif dari bahan yang sama.

C. Bidang Hidrologi.

1. Mempelajari kecepatan aliran sungai.
2. Menyelidiki kebocoran pipa air bawah tanah.

D. Bidang Biologis

1. Mempelajari kesetimbangan dinamis.
2. Mempelajari reaksi pengesteran.
3. Mempelajari mekanisme reaksi fotosintesis.

4. 5. Radioisotop sebagai sumber radiasi.

A. Bidang Kedokteran

1) Sterilisasi radiasi.

Radiasi dalam dosis tertentu dapat mematikan mikroorganisme sehingga dapat digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran. Sterilisasi dengan cara radiasi mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan sterilisasi konvensional (menggunakan bahan kimia), yaitu:

- a) Sterilisasi radiasi lebih sempurna dalam mematikan mikroorganisme.
- b) Sterilisasi radiasi tidak meninggalkan residu bahan kimia.
- c) 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.

B. Bidang pertanian.

1) Pemberantasan hama dengan teknik jantan mandul

Radiasi dapat mengakibatkan efek biologis, misalnya hama kubis. Di laboratorium dibiakkan hama kubis dalam bentuk jumlah yang cukup banyak. Hama tersebut lalu diradiasi sehingga serangga jantan menjadi mandul. Setelah itu hama dilepas di daerah yang terserang hama. Diharapkan akan terjadi perkawinan antara hama setempat dengan jantan mandul dilepas. Telur hasil perkawinan seperti itu tidak akan menetas. Dengan demikian reproduksi hama tersebut terganggu dan akan mengurangi populasi.

2) Pemuliaan tanaman

Pemuliaan tanaman atau pembentukan bibit unggul dapat dilakukan dengan menggunakan radiasi. Misalnya pemuliaan padi, bibit padi diberi radiasi dengan dosis yang bervariasi, dari dosis terkecil yang tidak membawa pengaruh hingga dosis rendah yang mematikan. Biji yang sudah diradiasi itu kemudian disemaikan dan ditanam berkelompok menurut ukuran dosis radiasinya.

3) Penyimpanan makanan

Kita mengetahui bahwa bahan makanan seperti kentang dan bawang jika disimpan lama akan bertunas. Radiasi dapat menghambat pertumbuhan bahan-bahan seperti itu. Jadi sebelum bahan tersebut di simpan diberi radiasi dengan dosis tertentu sehingga tidak akan bertunas, dengan demikian dapat disimpan lebih lama.

C. Bidang Industri

1) Pemeriksaan tanpa merusak.

Radiasi sinar gamma dapat digunakan untuk memeriksa cacat pada logam atau sambungan las, yaitu dengan meronsen bahan tersebut. Teknik ini berdasarkan sifat bahwa semakin tebal bahan yang dilalui radiasi, maka intensitas radiasi yang diteruskan makin berkurang, jadi dari gambar yang dibuat dapat terlihat apakah logam merata atau ada bagian-bagian yang berongga didalamnya. Pada bagian yang berongga itu film akan lebih hitam,

2) Mengontrol ketebalan bahan

Ketebalan produk yang berupa lembaran, seperti kertas film atau lempeng logam dapat dikontrol dengan radiasi. Prinsipnya sama seperti diatas, bahwa intensitas radiasi yang diteruskan bergantung pada ketebalan bahan yang dilalui. Detektor radiasi dihubungkan dengan alat penekan. Jika lembaran menjadi lebih tebal, maka intensitas radiasi yang diterima detektor akan berkurang dan mekanisme alat akan mengatur penekanan lebih kuat sehingga ketebalan dapat dipertahankan.

3) Pengawetan bahan

Radiasi juga telah banyak digunakan untuk mengawetkan bahan seperti kayu, barang-barang seni dan lain-lain. Radiasi juga dapat meningkatkan mutu tekstil karena mengubah struktur serat sehingga lebih kuat atau lebih baik mutu penyerapan warnanya. Berbagai jenis makanan juga dapat diawetkan dengan dosis yang aman sehingga dapat disimpan lebih lama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Penggunaan zat radioaktif yang sangat luas dewasa ini dapat menimbulkan berbagai sensasi dalam kehidupan.
2. Zat radioaktif dan radioisotop berperan besar dalam ilmu kedokteran yaitu untuk mendeteksi berbagai penyakit, diagnosa penyakit yang penting antara lain tumor ganas.
3. Kemajuan teknologi dengan ditemukannya zat radioaktif dan radioisotop memudahkan aktifitas manusia dalam berbagai bidang kehidupan.

5.2 SARAN

1. Masalah zat radioaktif dan radioisotop hendaknya tidak ditafsirkan sebagai satu fenomena yang menakutkan.
2. Penggunaan radioaktif dan radioisotop hendaknya dibarengi pengetahuan dan teknologi yang tinggi.
3. Penerapan dalam diagnosa berbagai penyakit hendaknya memikirkan efek-efek yang akan ditimbulkan.
4. Diharapkan penggunaan zat radioaktif dan radioisotop ini untuk kemakmuran dan kesejahteraan umat manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Purba, Michael, Ilmu Kimia, Erlangga 1994
Gabriel, J.F, Fisika Kedokteran, Udayana
Allinger, Norman, Organic Chemistry