

MODIFIKASI KAMERA OBSCURA SEBAGAI DETEKTOR RADIASI PENGION UNTUK ALAT PEMBELAJARAN FISIKA DI SMA

P. Dwijananti^{1*}, D. Yulianti¹, A. Mashudi²

¹SMP N 4 JUWANA, Kab. Pati, Indonesia

²Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang (Unnes), Semarang, Indonesia

Diterima: 6 Februari 2009, Disetujui: 5 Maret 2009, Dipublikasikan: Juli 2009

ABSTRAK

Detektor yang dibuat pada penelitian ini berupa kamera kotak hitam. Detektor ini terbuat dari lempeng aluminium tebal 2 mm, berdimensi kotak ukuran (20x15x30) cm, memiliki komponen : panel detektor, kertas film/fotografi, dan sumber radiasi. Interaksi radiasi pengion dengan kertas film menghasilkan jejak bayangan penghitaman pada kertas film setelah dicuci. Tingkat penghitaman hasil pemotretan menunjukkan pelemahan intensitas radiasi, absorpsi dengan bahan menghasilkan bayangan tembus tidaknya pada kertas film. Dengan variasi waktu exposure, bahan absorber dan pengaturan jarak, detektor ini dapat digunakan uji kualitatif suatu sumber radiasi pengion. Kamera ini dapat digunakan sebagai alat pembelajaran pada materi inti dan radioaktivitas di SMA.

ABSTRACT

Detector made in this study is a black box camera made of aluminum. This detector is made of aluminum plate 2-mm thick, a box of (20x15x30) cm, with the following components: the detector panels, paper, film / photography, and sources of ionizing radiation with radiation. Interaction between ionizing radiation and film paper produces a shadow on the paper trail showing blackened after being washed. The blackening of radiation attenuation, absorption with at least translucent material produces a shadow on the paper film, with variation of exposure time, the absorbent material and distance, the detector can be using ionizing radiation submer qualitative tests. Camera conclusively prove can be used as a learning tool in the core content and radioactivity in high school.

© 2009 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: detector, ionizing radiation, learning tool.

PENDAHULUAN

Dalam rangka memasyarakatkan manfaat energi nuklir melalui jalur pendidikan, sekolah perlu memiliki detektor radiasi. Disamping itu siswa atau peserta didik perlu mengenal detektor radiasi untuk percobaan di laboratorium. Hasil survei melalui angket, dari SMA di Kota Semarang hanya kurang dari 5 % yang memiliki fasilitas detektor (Pratiwi & Yulianti, 2009). Sedangkan dari survei terhadap 105 guru SMA se-Jawa Tengah bahwa pembelajaran Fisika Materi Inti dan Radioaktivitas 96 % dilakukan dengan ceramah karena tidak ada fasilitas radioaktif (Yulianti, 2006).

Melalui pendidikan, merupakan langkah yang strategis sehingga peningkatan kualitas perlu dilakukan sebagai upaya mengantisipasi berbagai perubahan dan tuntutan masa depan yang bakal dihadapi generasi muda, sehingga mereka mampu berfikir global dan bertindak sesuai dengan karakteristik dan potensi lokal.

Dengan KTSP, guru dituntut lebih kreatif dalam menjalankan proses pendidikan, sehingga mampu menciptakan kegiatan mengajar yang berbasis kompetensi dan kontekstual. Artinya, selain memberikan kemampuan yang bisa dipergunakan untuk mengantisipasi tantangan kehidupan di masa depan,

pendidikan juga memberikan kemampuan yang bisa dimanfaatkan dalam kehidupan nyata. Ini berarti pendidikan tidak hanya mentransformasikan sesuatu yang abstrak, tetapi memberikan hal-hal yang nyata menyentuh kebutuhan praktis masyarakat.

Contoh untuk mempelajari proses radioaktivitas di laboratorium, tentu pembelajaran tidak cukup diberikan di ruang kelas dengan ceramah. Para siswa harus diajak mengikuti secara langsung peristiwa peluruhan, sehingga mereka mampu menyerap konsep radioaktivitas secara utuh. Dalam pembelajaran ini siswalah yang harus aktif. Barangkali, kendala yang sering dihadapi guru maupun sekolah adalah menyangkut sarana dan prasarana termasuk dana.

Dalam rangka pembelajaran Fisika materi Inti dan Radioaktivitas di SMA, siswa perlu mengenal detektor nuklir, alat ini dapat memberikan informasi tentang karakteristik sinar-sinar radioaktif dengan melihat gejala fisis secara nyata seperti: penghitaman plat foto dan absorpsi sinar radiasi terhadap bahan. Detektor berfungsi sebagai transduser yang mengubah besaran energi radiasi menjadi besaran yang dapat diindera oleh pancaindera.

Detektor ini bekerja melalui emulsi film, dalam hal ini detektor yang dimaksud adalah kamera black box sebut sebagai BBC (Black Box Camera). Kamera ini berupa kotak kedap cahaya, ini diadaptasi pada kamera Abscura (Anwir B.S, 1997) yang dilengkapi dengan kertas film dan exposure dari sinar-sinar radioaktif α , β

*Alamat korespondensi:

Telp/Fax. -
Email: P_DWIJANANTI@yahoo.com

dan γ . Sinar tersebut dapat menghitamkan plat foto (Supono, 1985). Sinar-sinar radioaktif α , β dan γ yang digunakan pada BBC berasal dari bahan kaos lampu petromaks (Pratiwi & Yulianti, 2005). Kaos lampu petromaks mengandung unsur-unsur anak turun Thorium Seperti : Pb, Ra, Ac, Tl, Bi, dan K yang aktivitasnya kecil (Pratiwi & Sayono, 2007). Bahan ini mudah ditemukan di Pasaran dan harganya terjangkau dan cukup murah.

Upaya agar peningkatan kualitas pembelajaran fisika materi inti dan radioaktivitas dapat tercapai tujuannya adalah dengan membuat detektor untuk mendeteksi radiasi pengion.

Inti atom yang tidak stabil akan meluruh (bertransformasi) secara spontan menuju ke konfigurasi baru yang mantap (stabil), dengan memancarkan partikel-partikel α , β^- , β^+ atau sinar γ . Peristiwa peluruhan menuju yang stabil ini disebut sebagai proses radioaktivitas. Menurut Susetyo (1988), radioaktivitas adalah proses perubahan keadaan inti atom secara spontan yang disertai radiasi berupa zarah dan atau gelombang elektromagnetik. Perubahan dalam inti atom akan membawa perubahan dari suatu nuklida menjadi nuklida yang lain atau dari satu unsur menjadi unsur yang lain. Gejala radioaktivitas semata-mata ditentukan oleh inti atom yang bersangkutan dan tidak dipengaruhi, dipercepat atau diperlambat dengan mengubah kondisi di luar inti atom seperti suhu, tekanan, bentuk senyawa kimia dan sebagainya (Susetyo, 1988:19).

Peluruhan zat radioaktif merupakan kejadian yang bersifat acak (random). Walaupun demikian apabila jumlah atom radioaktif sangat besar, maka peristiwanya dapat diterangkan secara statistik. Misalkan N adalah jumlah inti yang terdapat pada suatu saat tertentu t. Perubahan N persatuan waktu dN/dt sebanding dengan jumlah inti yang ada pada saat itu. Persamaannya dapat dituliskan sebagai

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t} \tag{1}$$

Dengan λ adalah tetapan peluruhan, N_t adalah jumlah inti zat radioaktif setelah waktu t, N_0 adalah jumlah inti zat radioaktif mula-mula, A adalah aktivitas laju peluruhan, A_t adalah aktivitas zat radioaktif setelah waktu t dan A_0 adalah aktivitas zat radioaktif mula-mula.

Subyek pada penelitian ini adalah siswa kelas VIII H SMP Negeri 3 Ungaran tahun pelajaran 2008/2009. Jumlah siswa kelas VIII H adalah 32 siswa yang terdiri dari 16 laki-laki dan 16 perempuan. Kelas VIII H dipilih sebagai subyek penelitian karena merupakan kelas imersi yang perlu digali potensi kreativitasnya.

Prosedur penelitian dilakukan dengan memberikan tindakan pada setiap siklus kegiatan dengan urutan perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi.

Intensitas radiasi akan mengalami pelemahan setelah melewati perisai bahan, sesuai persamaan:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \tag{2}$$

I, I_0 , dan μ berturut-turut adalah: intensitas setelah melewati bahan, intensitas awal dan koefisien absorpsi bahan.

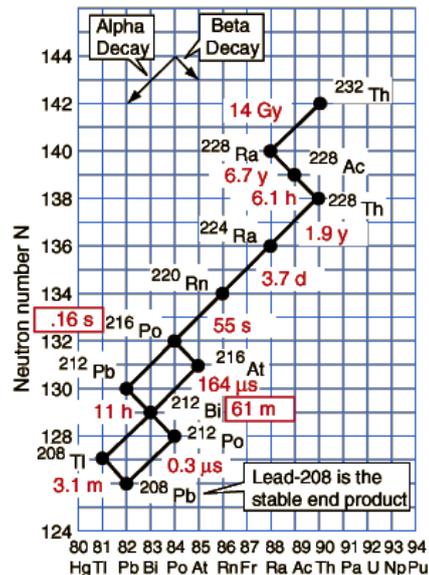
Kaos lampu petromaks ditemukan oleh Auer Van Welsbach. Kaos lampu petromaks merupakan kaos kecil

yang terbuat dari jaring jala/tenunan kain halus (nilon) atau asbes yang digunakan sebagai alat yang menghasilkan cahaya ketika dipanaskan. Asbes dapat bertahan pada temperatur tinggi tetapi juga beracun. Bahan dasar kaos lampu petromaks mudah terbakar pada pembakaran pertama kali dan harus diganti secara teratur (www.wikipedia.org, 2007).

Kaos lampu petromaks diproduksi dengan pencelupan tenunan jala (misal jaring nilon, asbes) ke dalam larutan thorium nitrat dan cerium nitrat yang ditambah logam lain. Aktivitas thorium yang dipakai untuk pencelup adalah $\pm 2,35$ mCi (Suratman, 1996:60). Cerium berfungsi untuk memberikan cahaya warna putih dan beryllium meningkatkan kekuatan kaos lampu. Tenunan dikeluarkan dari larutan dan dikeringkan, kemudian dilapisi oleh pernis.

Ketika kaos lampu dipanaskan untuk pertama kali, thorium diubah menjadi thorium oksida (ThO_2), pernis terbakar dan bermacam-macam bahan dilepaskan ke udara. Bahan-bahan yang menguap termasuk kira-kira 50 % beryllium dan produk-produk peluruhan radioaktif dari unsur thorium.

Deret thorium (Th), mulai dari ${}_{90}\text{Th}^{232}$ dan berakhir pada ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ yang stabil. Deret thorium disebut juga deret 4n karena nomor massa unsur-unsur radioaktif yang terdapat dalam deret ini selalu habis dibagi 4. Dalam deret thorium, radionuklida induknya ${}_{90}\text{Th}^{232}$ dengan $T_{1/2}=1.389 \times 10^{10}$. Proses disintegrasi deret thorium ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Peluruhan dari Thorium

Kamera adalah alat, dengan bantuan sebuah lubang dalam suatu ruang tertutup (kedap cahaya), disinari sebuah bayangan nyata dari objek yang akan dipotret pada suatu lapisan peka cahaya (kertas film) yang dipasang berhadapan dengan lubang itu. Untuk memperoleh bayangan nyata (sesuai bentuk dan ukuran) benda pada lapisan yang peka cahaya (mengandung perak bromida) hanya dikerjakan sebagian kecil dari cahaya yang dipancarkan oleh tiap benda., ini dapat dibuat dengan lubang yang cukup kecil. Jenis kamera yang paling sederhana adalah kamera obscura. Kamera ini terdiri dari : ruang kotak tertutup

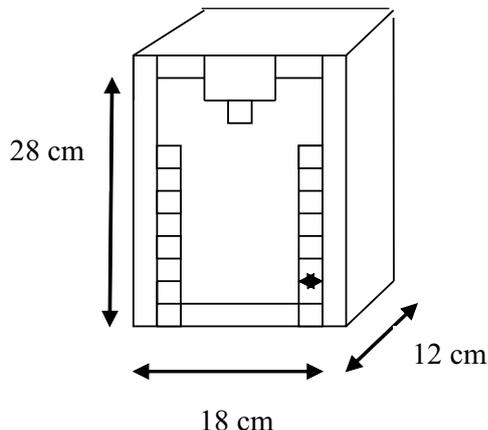
(kedap cahaya), lubang jarum (sebagai pengatur diafragma) dan kertas film.

Bayangan fotografi terjadi karena sinar cahaya (radiasi pengion) yang datang pada objek, jatuh kelapisan film yang peka cahaya (perak bromida). Jika sinar cahaya bertumbukan dengan kristal perak bromida di kertas film, akan menjadi aktif. Pada proses perendaman dan pencucian, dapat dihasilkan gambar negatif, bayangan benda yang terkena cahaya akan berwarna putih dan bagian yang tidak terkena berwarna hitam. Sedang gambar positif (citra hasil setelah dicetak) pada bagian yang tidak terkena cahaya berwarna putih dan bagian yang terkena cahaya akan hitam.

METODE

Pada pembuatan detektor kamera radiasi meliputi beberapa tahap: Pertama, pembuatan sumber exposure dari kaos lampu petromaks: bahan kaos lampu petromaks difurnace pada suhu 900°C dengan oven listrik. Pada proses ini diperoleh serbuk halus berwarna putih, serbuk ini kemudian dicetak dengan alat pres mekanik sehingga terbentuk tablet. Kedua, pembuatan kotak kedap cahaya: kotak tersebut dari logam aluminium yang sudah dilapisi dengan kain beludru hitam, dilengkapi rak untuk menempatkan kertas film serta panel untuk meletakkan sumber eksposur dari tablet kaos lampu petromaks. Ukuran dan desainnya seperti Gambar 2.

Ketiga, hasil Pemotretan: Kertas film yang telah digunakan untuk proses eksposur, melalui uji coba penghitam plat foto dan absorpsi sinar radiasi pada berbagai jenis bahan, dicuci dan dicetak pada studio foto.



Gambar 2. Skema Kamera black box

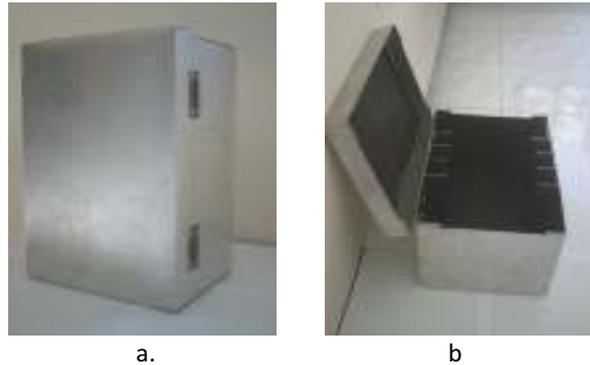
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Melalui penelitian ini telah dihasilkan sebuah alat berupa detektor kamera black box (BBC) yang dapat digunakan memperkenalkan sifat absorpsi radiasi sinar radioaktif terhadap bahan. Dengan karakteristik alat sebagai berikut:

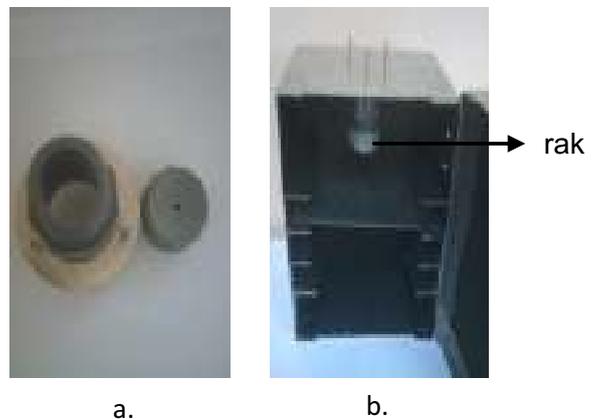
Badan detektor Kamera Black Box

Terbuat dari aluminium setebal 2 mm, panjang badan 20 cm, lebar badan 15 cm, tinggi badan 30 cm dan terdapat sekat untuk tempat kertas fotografi. Kamera Black Box, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Badan Detektor BBC

- a. detektor dalam keadaan tertutup dan
b. detektor dalam keadaan terbuka



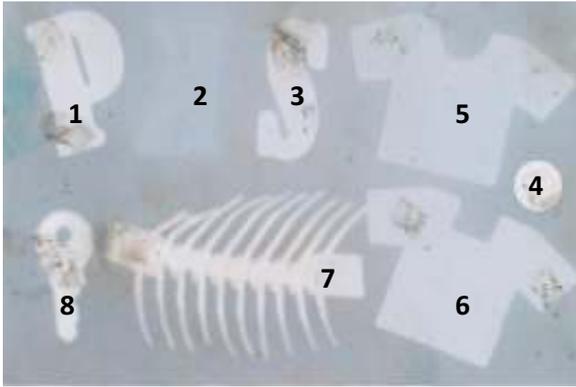
Gambar 4. Panel detektor BBC

- a. panel tampak atas dan
b. panel yang telah ditempelkan

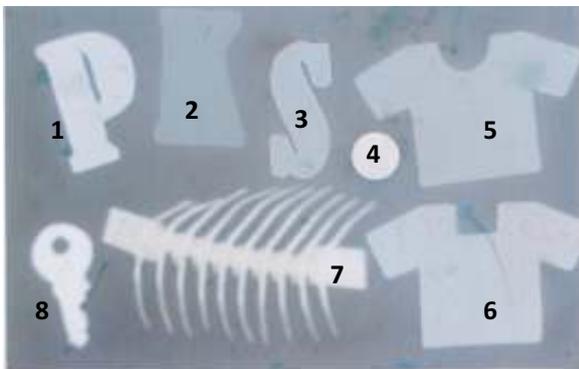
Panel dalam detektor BBC ini digunakan sebagai tempat sumber radiasi, mempunyai lubang sebagai diafragma dalam penyinaran. Panel detektor BBC mempunyai karakteristik: terbuat dari pipa PVC dengan diameter 2,5 cm, tutup panel dengan lubang berdiameter 0,5 cm (bisa diubah ubah diameternya), kayu dan skrup untuk menempelkan panel dengan badan detektor. Panel detektor dapat dilihat pada Gambar 3.

Bagian dalam panel detektor berisi sumber radiasi dari kaos lampu petromaks, menggunakan prototipe dari abu kaos lampu petromaks dengan proses pembuatan sebagai berikut: 1). Memanasi kaos lampu petromaks pada suhu 900 OC hingga menjadi abu menggunakan furnace, 2) dibuat menjadi tablet dengan mengepres menggunakan alat pres hidrolik, diameter tablet 2,5 cm, tebal tablet 0,8 cm dan massa tiap tablet 25,8 gram.

Gambar 5 berikut adalah hasil kertas fotografi yang telah dicuci:



Gambar 5. Hasil pencucian kertas fotografi setelah 7 hari penyinaran



Gambar 6. Hasil pencucian kertas fotografi setelah 10 hari penyinaran

Gambar 6 menunjukkan pola/gambar yang dikembangkan dari film yang dipapari radiasi menggunakan perisai bahan berturut-turut: plastik, kertas, stereoform, kayu, kain nylon, kain katun, duri ikan, dan logam kunci.

Pembahasan Hasil Pemotretan

Sinar radioaktif yang dikeluarkan oleh sumber radioaktif dari bahan kaos lampu petromaks, dapat diketahui dari efek gelap atau penghitaman kertas fotografi setelah dicuci (Anwir,B.S 1997). Dalam penelitian ini menggunakan variabel bahan dan waktu penyinaran untuk mengetahui pelemahan intensitas sinar radioaktif secara kualitatif.

Hasil Pemotretan dengan variable bahan :

Pola gambar hasil film yang telah dipapari radiasi menunjukkan bahwa gelap terang, hal ini terjadi pelemahan intensitas pada daerah tertentu yaitu pada daerah dibawah bahan. Dari kedua gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa tiap bahan mempunyai pola terang yang berbeda. Dapat dilihat bahwa daerah 8 lebih terang daripada daerah 2 hal ini menunjukkan intensitas pelemahan pada daerah 8 (pada bahan besi) lebih besar daripada daerah 2 (pada bahan kertas). Hal ini sesuai menurut pendapat Susetyo (1988), yang menyatakan bahwa intensitas radiasi mengalami pelemahan setelah melewati perisai bahan . Dari analisis ini,konsep $I=I_0 e^{-\mu x}$ dapat dapat dijelaskan. Dengan μ = koefisien serapan bahan (m^{-1}). μ merupakan karakteristik bahan yang nilainya tergantung atau fungsi dari kerapatan bahan dan

energi radiasi (γ).

Hasil Pemotretan Variabel waktu penyinaran:

Gambar 5 dan Gambar 6 pada kertas film yang dipapari radiasi pengion memiliki dasarnya intensitas yang berbeda (tingkat kehitaman berbeda). Dari keadaan tersebut dapat menerangkan bahwa lama penyinaran mempengaruhi gelap terang film fotografi. Hasil ini sesuai pendapat Supono (1985), yang menerangkan bahwa sinar-sinar radiasi pengion (α , β , dan γ) dapat menghitamkan kertas fim. Gambar 6 lebih gelap daripada gambar 5, hal ini memberikan pernyataan bahwa semakin lama penyinaran energi radiasi yang dipancarkan semakin besar. Sehingga konsep $A_t = A_0 e^{-\lambda t}$ dapat dijelaskan. Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa aktivitas radioaktif menurun secara eksponensial terhadap waktu. Secara eksplisit dapat dijelaskan bahwa energi yang dipancarkan dari sumber radioaktif karena peluruhan sebanding dengan waktu penyinaran terukur (eksposure).

Penggunaan detektor ini sebagai alat peraga untuk pembelajaran di SMA, telah berhasil meningkatkan hasil belajar yang signifikan. Menurut Sudono (2000), dengan mempersiapkan alat pembelajaran yang memadai dan lingkungan belajar yang kaya, pertumbuhan kecerdasan anak/siswa akan cepat berkembang. Alat pembelajaran dapat diambil dari lingkungan sekitar, hal ini sesuai pendapat Udin (1994) bahwa fisika seorang guru dituntut untuk dapat mengajak peserta didiknya untuk memanfaatkan alam atau lingkungan sekitar sebagai sumber belajar.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dibuat sebuah Kamera Black Box (BBC) yang dapat digunakan untuk deteksi radiasi pengion dengan mengamati sifat absorpsi sinar radioaktif terhadap bahan . BBC berdimensi kotak dengan ukuran (20x15x30) cm, memiliki komponen : panel detektor, kertas fotografi, dan sumber radiasi. Detektor ini dapat digunakan sebagai alat pembelajaran materi inti dan radioaktivitas di SMA.

Untuk penelitian lebih lanjut detektor ini dapat digunakan untuk. uji kualitatif jenis sinar α , β , dan γ dengan pengaturan jarak dan variasi bahan absorber. BBC dapat digunakan dalam pembelajaran fisika materi Inti dan Radioaktivitas dengan kegiatan laboratorium.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih disampaikan kepada Penyandang Dana Penelitian PNBPN Sesuai kontrak no. 0161.0/023-04.0/XIII/2008

DAFTAR PUSTAKA

Anwir, B.S. 1997. *Teknik Sekitar Kita 2*. Jakarta . P.T. Gramedia
 Pratiwi, D. & Yuliyanti, D. 2003. Aktivitas Radoradionuklida Kaos Lampu Petromaks. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia Vol. 1 No. 2*: 20–22.
 Pratiwi, D & Yulianti, D. 2005. *Peningkatan Intensitas Radiasi Nuklir Prototipe Sumber (Source) Kaos lampu petromak dengan Teknik Comilling*.

- Semarang. SEMNAS FMIPA UNNES
- Pratiwi, D. & Sayono. 2007. *Eksplorasi dan Penentuan Aktivitas Radionuklida Kaos Lampu Petromaks*. Semarang. SEMNAS SRKP Undip
- Pratiwi, D. & Yulianti, D. 2009. *Rancang Bangun Prototip Sumber Radioaktif Untuk Alat Pembelajaran Fisika Materi Inti dan Radioaktivitas Di sekolah Menengah Atas*. Semarang. Lemlit Unnes
- Suratman, 1996. *Introduksi Proteksi Radiasi Bagi Siswa/mahasiswa Praktek*. Yogyakarta: Puslitbang Teknologi Maju BATAN
- Supono, 1985. *Zat Dan Energi 3*. Jakarta. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Susetyo, W. 1988. *Spektometri Gamma*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Sudono, A. 2000. *Sumber Belajar dan alat Permaian*. Jakarta: Penerbit Grasindo
- Udin Swinataputra. 1994. *Strategi Belajar IPA*. Jakarta: Dekdikbud Dirjen Dikdasmen