

# **MEMPERTAUTKAN RADIASI DAN LINGKUNGAN**



**SRI SURYANI**

Disampaikan pada upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar dalam  
bidang Ilmu Fisika Radiasi dan Lingkungan pada  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Hasanuddin di depan Rapat Senat Akademik Terbuka Luar Biasa  
Universitas Hasanuddin  
pada hari Senin, 22 Maret 2021 di Makassar

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yang saya hormati,

Ketua, Sekretaris dan Anggota Majelis Wali Amanah  
Universitas Hasanuddin

Ketua, Sekretaris beserta anggota Senat Akademik  
Universitas Hasanuddin

Rektor dan segenap Wakil Rektor Universitas  
Hasanuddin

Sekretaris Universitas Hasanuddin

Ketua, Sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar Universitas  
Hasanuddin

Para Ketua Lembaga Universitas Hasanuddin

Para Dekan dan segenap Wakil Dekan dalam lingkup  
Universitas Hasanuddin

Para Ketua dan segenap Sekretaris Departemen dalam  
lingkup FMIPA – UNHAS

Para Ketua Program Studi dalam lingkup FMIPA – UNHAS  
dan hadirin para undangan yang saya muliakan.

Pertama-tama marilah kita memanjatkan puji dan syukur ke khadirat Allah SWT, Tuhan yang maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, masih tetap menganugerahkan perkenan, petunjuk, kesehatan, dan perlindungan kepada kita semua, sehingga acara pidato pengukuhan ini dapat berlangsung dengan dihadiri oleh yang saya muliakan para undangan walau dalam kesibukan, untuk itu saya memohon ma'af dan dengan penuh kebahagiaan saya ucapkan terima kasih. Salam dan shalawat tercurah kepada junjungan kita Nabiulah, Nabi terakhir Rasulullah Muhammad SAW. Nabi yang amanah sebagai pembawa berkah bagi alam semesta, begitupula kepada keluarganya, sahabatnya, dan umatnya hingga akhir zaman.

Selanjutnya, perkenalkan saya menyampaikan pidato ilmiah saya sebagai guru besar pada sidang yang mulia ini dalam bidang **Ilmu Fisika Radiasi dan Lingkungan** dengan judul **MempertautkanRadiasi dan lingkungan** sebagai salah satu bentuk pertanggung jawaban saya secara ilmiah kepada masyarakat akademik dan khalayak.

*Radiasi*, satu kata yang sering menimbulkan perasaan takut pada beberapa orang, karena kata radiasi selalu dihubungkan dengan bom nuklir yang merupakan bagian dari alat pemusnah manusia. Walaupun untuk sebagian kecil orang termasuk saya, radiasi merupakan kata yang sangat menarik, karena banyak misteri yang terkandung di dalamnya. Sebaliknya *lingkungan*, selalu ditampilkan sebagai suatu gambar dan suasana yang sejuk, tenang, dan penuh kedamaian. Dua hal yang sangat berbeda, apakah keduanya dapat dipertautkan ? Sebagai pengantar untuk

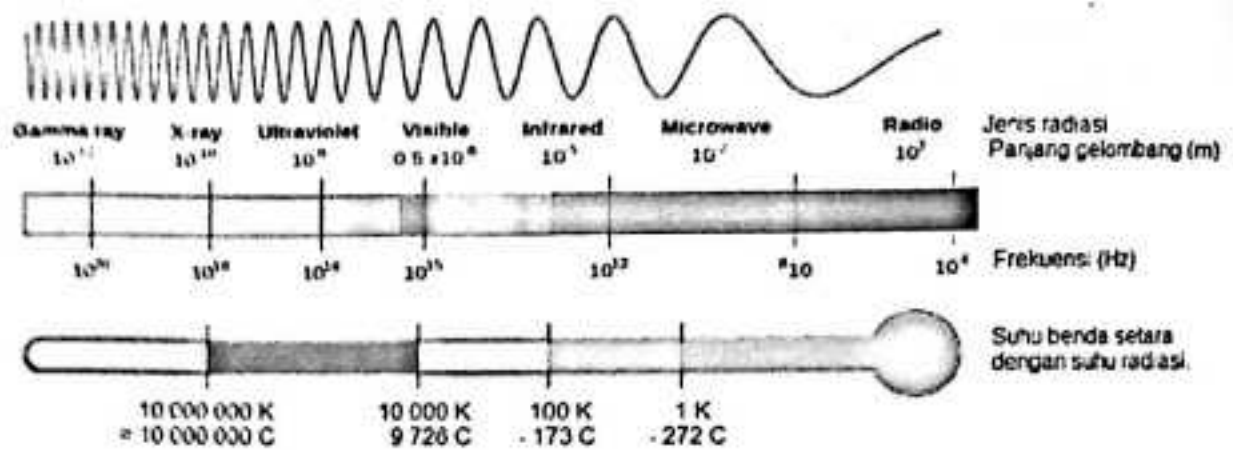
⇒ Dengan memahami tentang radiasi, saya akan awali pidato  
⇒ ini dengan sedikit teori tentang radiasi, pemanfaatan, dan diakhiri  
⇒ dengan dampak penggunaan radiasi di bidang kesehatan, dan  
⇒ pengungkapan.

## **2. Pendahuluan**

⇒ Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan

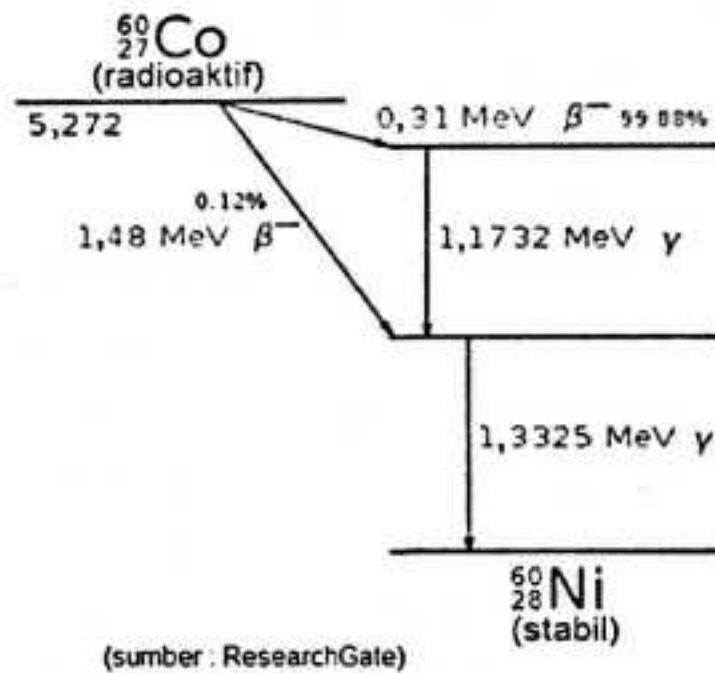
Radiasi dalam pengertian ilmu fisika adalah energi yang dipindahkan dari sumber ke bahan, dan menurut hukum kekekalan energi, energi tersebut dapat berwujud gelombang yang menjalar atau dikenal sebagai gelombang elektromagnetik, atau energi kinetik suatu partikel (seperti partikel alpha, beta, neutron, dan proton). Misalnya energi yang dihasilkan dari reaksi inti, seperti reaksi fusi antara dua inti deuterium menjadi inti helium yang terjadi di matahari (Castelvecchi D, 2020), sebagian diubah menjadi gelombang elektromagnetik yang jatuh ke bumi. Gelombang elektromagnetik tersebut dikenal sebagai radiasi matahari.

Radiasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik mempunyai daerah frekuensi yang lebar yaitu dari 1 Hz hingga  $10^{22}$  Hz. (lihat gambar 1). Meningkatnya frekuensi radiasi elektromagnetik, energi radiasi akan semakin besar, seperti yang ditunjukkan pada suhu di gambar 1, tetapi sebaliknya panjang gelombang akan semakin kecil.



**Gambar 1 : Spektrum radiasi elektromagnetik**  
(sumber : Clipartkey)

Radiasi juga dapat terbentuk dari peluruhan inti yang tidak stabil, karena kelebihan partikel, energi, maupun keduanya, yang dikenal sebagai peluruhan radioaktif (gambar 2). Partikel yang lebih tersebut dikeluarkan dengan laju tinggi bahkan mencapai laju cahaya pada ruang hampa. Misalkan partikel beta yang mempunyai laju sama dengan laju cahaya dalam ruang hampa. Bahan yang memancarkan radiasi yang berbentuk partikel umumnya masih mempunyai kelebihan energi, tetapi energi tersebut terlalu kecil untuk mengeluarkan partikel lain, sehingga energi tersebut dikeluarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik, yang dikenal sebagai radiasi gamma ( $\gamma$ ).



**Gambar 2** : Peluruhan radioaktif dari isotop Co-60.

Cara lain untuk mendapatkan radiasi gelombang elektromagnetik selain yang telah disebutkan di atas adalah melalui pemanasan material pada suhu tinggi, yang mengakibatkan lepasnya elektron. Selanjutnya elektron dipercepat dengan menggunakan beda tegangan, dan kemudian dihentikan tiba-tiba. Proses ini akan menghasilkan sinar X yang disebut sebagai sinar X karakteristik. Sinar X juga dapat dihasilkan melalui eksitasi elektron yang dikenal sebagai sinar X bremsstrahlung [Waters H,2011].

**Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Bila bahan terpapar radiasi, akan terjadi dua macam proses yaitu interaksi langsung dan tidak langsung. Proses interaksi langsung antara radiasi dengan bahan adalah proses perpindahan



energi, yang dalam hal ini radiasi merupakan energi yang dipindahkan ke atom bahan. Interaksi antara radiasi khususnya radiasi elektromagnetik dengan elektron bahan menyebabkan elektron bervibrasi, bahkan terlempar keluar bila energi radiasi cukup tinggi yang dikenal sebagai proses ionisasi.

Interaksi yang sama dapat terjadi antara radiasi yang berwujud partikel (elektron, foton, alpha) dengan bahan umumnya melalui proses tumbukan. Akibat tumbukan ini, radiasi ionik akan kehilangan energinya. Informasi tentang cara radiasi ionik kehilangan energinya di dalam bahan sangat penting diketahui, agar mudah dipahami bagaimana interaksi radiasi ionik pada tubuh manusia. Untuk hal tersebut telah dilakukan penelitian tentang jejak berkas elektron pada bahan Ti, Fe, Ni, dan Pd [Sri Suryani *et.al*, 2019].

Di sisi lain, radiasi dengan frekuensi besar mempunyai energi yang cukup tinggi untuk dapat memutuskan ikatan kimia. Ini merupakan proses selanjutnya yang terjadi pada bahan akibat paparan radiasi ionik. Pemutusan ikatan kimia akibat proses ionisasi ini akan mengakibatkan perubahan komponen pada atom. Pada medium cair, teramati bahwa radiasi dengan energi 32 keV akan menghasilkan 1000 ion, dan 3000 eksitasi [Galle P dan R. Paulin, 1992]. Molekul yang mengalami ionisasi atau eksitasi umumnya masih dalam keadaan tidak stabil, maka selanjutnya molekul ini akan melakukan :

- emisi foton (fenomena fluoresensi), akibat kembalinya elektron ke posisi semula pada proses transisi elektronik,

- pemindahan energi pada ikatan kimia terdekat, yang mengakibatkan putusnya ikatan tersebut. Keadaan ini, sering terjadi pada ikatan kovalen.
- akibat adanya elektron yang keluar, molekul yang terionisasi dapat berikatan dengan molekul lain di dekatnya, atau terjadi ikatan baru.

Pada paparan atau interaksi tidak langsung antara radiasi dengan bahan, terjadi melalui reaksi antara radikal bebas dengan bahan. Radikal bebas tersebut merupakan hasil dari proses hidrolisa uap air di udara, ataupun air di dalam tubuh akibat paparan radiasi ionik. Hidrolisa sendiri adalah ionisasi dari molekul air bersama dengan pembentukan molekul dan atom radikal bebas [Galle P dan R. Paulin, 1992].

Dalam bidang sains dan teknologi, radiasi khususnya radiasi elektromagnetik banyak dimanfaatkan. Misalnya dalam bidang komunikasi, digunakan radiasi gelombang panjang, seperti AM, FM, gelombang radio, dan sebagainya; dalam bidang pertanian, radiasi digunakan adalah radiasi gamma untuk mendapatkan bibit unggul melalui rekayasa genetika. Dalam bidang medik, radiasi elektromagnetik yang digunakan harus mempunyai daya tembus besar seperti sinar X dalam diagnostik (sinar X konvensional dan CT scan) [Musdalifah I *et.al*, 2019 dan Latif A *et.al*, 2019] maupun radiasi gamma yang digunakan dalam terapi.



## **2. Radiasi di bidang kesehatan.**

### **Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Pemanfaatan radiasi dalam bidang kesehatan menimbulkan dampak positif dan negatif, akibat terjadinya interaksi antara radiasi dengan bahan pada tingkat mikroskopik. Dampak positifnya adalah radiasi, khususnya sinar X dapat digunakan untuk mendeteksi adanya massa, gangguan, atau kelainan organ pada tubuh bagian dalam tanpa melakukan pembedahan dan mendapatkan hasil dalam waktu yang singkat dan akurat. Itulah sebabnya sinar X sering digunakan sebagai pendukung menegakkan diagnosa.

Sebaliknya bila sel terkena radiasi dan menjadikan sel normal menjadi tidak normal (kanker), inilah yang disebut sebagai dampak negatif. Bila sel terpapar radiasi ionik, maka akan terlibat beberapa macam interaksi, yaitu ionisasi dan eksitasi plasma sel yang menghasilkan molekul radikal bebas. Radikal bebas yang berinteraksi dengan inti sel dapat memutuskan ikatan pada DNA dan memindahkan sifat radikal pada basa DNA, sehingga akan menyebabkan kerusakan pada DNA lainnya. Kerusakan melalui perubahan struktur isomer dan pemindahan ikatan rangkap dapat menyebabkan gangguan pada informasi gen, sehingga menyebabkan kelainan pada inti sel, bahkan terdapat lebih dari satu inti sel. Dengan kata lain dampak yang terjadi pada sel tidak hanya akibat dari ionisasi saja, tetapi merupakan dampak kumulatif. Oleh sebab itu, akumulasi dampak inilah yang digunakan sebagai dasar pemanfaatan radiasi ionik

pada terapi kanker. Pada proses radioterapi maupun radiodiagnostik, pembentukan radikal di tubuh akibat paparan radiasi ionik melalui proses hidrolisa juga akan terjadi, karena tubuh didominasi oleh air, dan pada sel, proses radiolisa air terjadi pada plasma sel [Galle P dan R. Paulin, 1992].

### **Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Dampak pada tubuh akibat paparan radiasi ionik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu efek deterministik dan stokastik. Efek deterministik adalah efek yang pasti terjadi akibat paparan radiasi pada sel ataupun organ secara langsung. Efek pasti yang terjadi adalah kematian sel dan perubahan sifat kimia bahan pada tingkat molekul. Perubahan sifat kimia ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan (lelah, pusing, demam, rambut rontok) akibat adanya gangguan metabolisme, walaupun hal tersebut bergantung pada dosis [Choudhary S, 2018]. Oleh sebab itu, besar dosis radiasi yang diterima pasien merupakan hal yang sangat penting diketahui, khususnya untuk beberapa organ penting tubuh, seperti jantung, paru-paru, hati, dan lain sebagainya. Letak organ juga mempengaruhi besar dosis radiasi yang digunakan, organ yang berada di bagian lebih dalam menyebabkan radiasi melalui materi yang lebih tebal. Menurut hukum Lambert-Beer, semakin tebal bahan, maka energi radiasi yang ditransmisikan akan semakin kecil, karena adanya penyerapan dan pemantulan radiasi oleh bahan. Hal itulah yang menyebabkan posisi pasien pada saat dilakukan pemeriksaan radiologi mempengaruhi nilai dosis yang diterima pasien [Musdalifah I *et.al*, 2019]. Besar dosis yang

diterima pasien juga dapat diketahui dengan menggunakan fantom. Beberapa perusahaan sudah membuat berbagai jenis fantom standar dengan berbagai jenis bahan. Salah satu bahan yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai fantom adalah komposit gelatin / *Rhizopora Spp* / PVA. Komposit ini sudah diuji dengan iradiasi sinar-X pada tegangan 120 kV dan 50 mA, dan hasil yang diperoleh menunjukkan fantom dari bahan komposit ini dapat digunakan sebagai fantom yang merepresentasikan hati [Muhammad Angga Anugerah *et.al*, 2020].

Selain efek deterministik, juga dapat terjadi efek stokastik. Efek stokastik adalah efek yang dapat terjadi pada populasi yang terpapar radiasi, tetapi tidak harus terjadi. Efek ini merupakan efek tertunda yang disebabkan tidak terjadinya perbaikan pada kerusakan yang terjadi di sel. Efek stokastik ini tidak bergantung pada besar dosis, walaupun umumnya akibat kecelakaan nuklir atau dikenal sebagai sindroma paparan radiasi akut [Choudhary S, 2018]. Misalnya kasus bom hidrogen yang dijatuhkan di kota Nagasaki dan Hiroshima. Beberapa tahun kemudian, teramati pada penduduk sekitar kota Nagasaki dan Hiroshima adanya peningkatan penderita kanker darah atau leukimia [Folley J.H. *et.al*, 1952]. Selanjutnya kecelakaan reaktor nuklir yang cukup besar adalah Tchernobyl pada tahun 1978. Akibat kecelakaan ini, diperlukan langkah pembersihan hingga tahun 2045 [Fesenko *et.al*, 2007].

## **Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Kanker adalah dampak paparan radiasi yang sangat merugikan, baik dari segi kesehatan dan juga ekonomi. Seseorang yang telah diprediksi mengidap salah satu jenis kanker akan sangat mempengaruhi kualitas hidupnya, dan juga lingkungan sekitarnya. Turunnya semangat untuk hidup atau malas berusaha untuk sehat, perawatan yang memerlukan perhatian dan waktu khusus, serta biaya pengobatan yang tidak murah akan mempengaruhi kehidupan penderita, keluarga, dan lingkungan sekitarnya. Berpijak pada uraian di atas, maka dilakukan minimalisasi efek yang ditimbulkan, dengan menggunakan proteksi radiasi.

Proteksi radiasi yang digunakan diawali dari struktur bangunan atau dinding ruang radiologi. Dinding ruang radiologi bila terbuat dari batu bata merah harus mempunyai tebal 25 cm atau beton dengan rapat massa  $2,2 \text{ g/cm}^3$  dan tebal 20 cm. Kedua jenis bahan dinding tersebut di atas setara dengan timah hitam (Pb) dengan tebal 2 mm [BAPETEN, 2011]. Dinding beton harus diberi lapisan karena beton masih mempunyai pori yang memungkinkan radiasi keluar dinding. Oleh sebab itu, dinding beton diberi lapisan sebagai penutup pori, seperti campuran semen /  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  [X.Luoet.al., 2016], atau lapisan barium dengan tebal 6 mm [Atomic Energy Council, 2017]. Penggunaan bahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maupun barium secara tunggal menjadi terbatas kemampuannya menyerap energi radiasi, sehingga banyak penelitian mencampurkan bahan tersebut dengan bahan lain, seperti polivinil alkohol, atau  $\text{PbO}$ . Pada penelitian yang saya



Hasil pengujian dengan cara  $\chi^2$  adalah sebagai berikut:  $\chi^2 = 10,48$  dan  $\chi^2_{table} = 10,39$ . Karena  $\chi^2 > \chi^2_{table}$ , maka  $H_0$  ditolak. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti.

## 2. Pembahasan dan Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah:

1. Terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian  $\chi^2$  yang menunjukkan bahwa  $\chi^2 > \chi^2_{table}$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti.

Kesimpulan terhadap masalah lingkungan rumah yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah:  $\chi^2 = 10,48$  dan  $\chi^2_{table} = 10,39$ . Karena  $\chi^2 > \chi^2_{table}$ , maka  $H_0$  ditolak. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diteliti.

promotor saya Olivier Thomas sedang melakukan penelitian pembuatan program aplikasi penentuan nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air yang dipertautkan dalam spektrofotometer UV-Vis bersama dengan industri, dan saya diberi kesempatan untuk berkontribusi di dalamnya. Tujuan dari penelitian tersebut adalah membuat seperangkat alat yang dapat langsung mendeteksi kualitas air (BOD, COD, TOC, nitrat, dan senyawa tersuspensi), sehingga bila terjadi perubahan kualitas air dapat langsung diatasi. Ini merupakan bukti pertama mempertautkan radiasi dengan lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipublikasikan oleh Olivier Thomas dkk [Thomas O. *et.al*, 1991] tentang cara baru untuk mengetahui kualitas air, maka dilakukan penelitian lanjutan dan pengujian dengan menggunakan beberapa sumber air alamiah, industri, dan stasiun pengolahan limbah cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan beberapa spektrum referensi yang diperoleh dari spektrum senyawa murni dan sampel yang telah diberi perlakuan, dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi BOD, COD, TOC, nitrat, dan senyawa tersuspensi (Thomas O. dan Suryani S, 1993, (a)Suryani S, 1995, Thomas O. *et al*, 1995), khususnya pada limbah industri [Suryani S, 1993, Suryani S *et.al*, 1994].

Hasil lain dari penelitian ini adalah teramati adanya keistimewaan pada daerah panjang gelombang 250 nm hingga 260 nm, yang mencerminkan keberadaan senyawa organik yang mempunyai ikatan rangkap dan tertutup seperti fenol, humus, asam urat, benzokinon, dan lain sebagainya [El



Kleumestrom *et.al*, 1995] Di lain pihak, senyawa yang mempunyai bentuk tertutup tetapi terbuka tidak tampak adanya puncak pada daerah panjang gelombang 250 nm – 260 nm, tetapi puncak terlihat pada panjang gelombang 200 nm hingga 230 nm pada spektrum UV [(b) Sri Suryani, 1995, Thomas O *et.al*, 1996], seperti yang tampak pada spektrum senyawa asam fumarat, asam maleat, dan lain-lain.

**Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Penelitian lanjutan tentang spektrum UV adalah degradasi senyawa organik, yang dalam hal ini digunakan senyawa fenol yang merepresentasikan senyawa organik aromatik dan senyawa kreatinin yang merepresentasikan senyawa nitrogen organik. Kedua senyawa merupakan struktur organik dasar yang ditemukan di air limbah, dan air alamiah. Penyinaran sampel (senyawa fenol dan senyawa kreatinin) dengan menggunakan lampu UV yang memancarkan 90 % radiasi dengan panjang gelombang 254 nm dan 10 % radiasi dengan panjang gelombang 185 nm terdeteksi adanya penurunan puncak absorbansi spektrum UV sampel yang terletak pada panjang gelombang 254 nm. Setelah 30 menit untuk senyawa fenol dan 120 menit untuk senyawa kreatinin diperoleh spektrum UV yang sama untuk senyawa alifatik. Hal ini menunjukkan bahwa radiasi UV dapat digunakan untuk pengelolaan lingkungan [(c) Suryani S *et.al*, 1995, Suryani S, 1999, Suryani S, 2001]

Persoalan pencemaran lingkungan selanjutnya adalah pencemaran udara. Pemahaman tentang pencemaran udara dapat

➤ dilakukan dengan menggunakan pemahaman tentang pencemara  
➤ air, karena udara dan air termasuk dalam kelompok fluida. Untuk  
➤ mengetahui penyebaran polutan udara maupun air di lingkungan  
➤ dapat digunakan model, misalnya untuk melihat daerah yang  
➤ mengalami dampak pencemaran udara yang ditimbulkan oleh  
➤ cerobong umumnya digunakan persamaan *Gaussian Plume* [Sri  
Suryani dan Arsyad Sumah, 2008, Putra R.A *et.al*, 2019, S.A.  
Asiset.al, 2020], atau untuk prediksi perubahan suatu daerah  
➤ akibat pencemaran air dapat digunakan persamaan kekekalan  
massa dan momentum pada hidrodinamika, yang selanjutnya  
➤ diselesaikan dengan menggunakan elemen hingga [Sri Suryani  
➤ dan Maharani, 2014, Suryani S *et.al*, 2017].

#### **Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Raduasi ionik yang dalam bentuk gelombang elektromagnetik alamiah berasal dari matahari, yaitu radiasi UV. Menurut beberapa tulisan di berbagai sumber, radiasi UV yang sampai di permukaan bumi, hampir 99% adalah UV-A yang menyebabkan kulit kemerahan, kering dan mudah menjadi keriput, dan pada beberapa kasus dapat terjadi berkurangnya pigmen kulit [Young A.R. *et.al*, 2016, Wilson B.D. *et.al*, 2012]. UV-B dan UV-C seluruhnya diserap oleh oksigen di lapisan stratosfer membentuk lapisan ozon [Wilson B.D. *et al*, 2012]. Walaupun molekul ozon juga terdeteksi di lapisan bawah atmosfer atau troposfer yang disebut dengan ozon troposfer. Ozon troposfer dapat terbentuk di daerah tercemar udara melalui oksidasi fotokimia UV-A dengan emisi gas buang kendaraan

bermotor dengan katalisator asam nitrit dan nitrogen dioksida walaupun di daerah tidak tercemar dapat pula terjadi melalui fotooksidasi karbon monoksida (CO) [Crutzen P.J., 1979]. Ozon adalah molekul oksigen yang mempunyai daya oksidasi yang kuat. Ozon sering dimanfaatkan sebagai desinfektan untuk membunuh bakteri dan protozoa patogen di air, karena kemampuannya untuk melakukan proses desinfeksi lebih baik dari klor dan lebih jauh lagi tidak menghasilkan residu [Gray N.F, 2014]. Selain itu ozon juga dapat digunakan sebagai desinfeksi bakteri dan virus yang ada di udara [Dubuis M.E *et.al*, 2020]. Oleh sebab itu, kehadiran ozon troposfer dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran. Ini adalah bukti kedua pertautan radiasi dengan lingkungan. Walaupun efek negatif dari ozon troposfer adalah bila terhirup oleh manusia, ozon dapat menurunkan fungsi paru, memperparah penyakit asma, bahkan dapat menyebabkan kematian [Lippmann M., 1993], dan bila tumbuhan terpapar ozon, maka akan terjadi *foliar injury* yang mengganggu proses fotosintesis [Kyoungwon Cho, *et al*, 2011]. Oleh sebab itu, parameter ozon dimasukkan pada penentuan kualitas udara ambien, yang menurut Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan no. 69 tahun 2010 lampiran III-A nilai baku mutu ozon adalah  $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Seperti telah dijelaskan pada awal pidato ini, radiasi ionik tidak hanya berasal dari matahari tetapi juga berasal dari material radioaktif, seperti Uranium (U), Radium (Ra), Cobalt (Co), Cesium (Cs), dan lain sebagainya. Pemanfaatan material radioaktif yang sudah diketahui umum adalah sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik atau dikenal sebagai bahan bakar

nuklir. Sebenarnya bahan bakar ini dapat disebut sebagai energi bersih, karena proses pembangkitan energinya tidak menghasilkan polutan udara seperti CO, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, yang dihasilkan dari proses pembakaran fosil, sehingga dapat menurunkan lajunya perubahan iklim. Dengan kata lain energi nuklir dapat digunakan untuk menurunkan pencemaran udara. Bahkan menurut Javidkia F. dkk., dalam artikelnya menyebutkan bahwa biaya pemakaian listrik dari pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) dapat ditekan hingga 5\$ per MWh dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) atau pembangkit listrik tenaga gas (PLTG). Ini adalah bukti ketiga pertautan radiasi dengan lingkungan (Javidkia F. *et.al*, 2011).

Pemanfaatan radioisotop di bidang medis dan industri, yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat menimbulkan masalah di lingkungan, yaitu masalah limbah yang termasuk dalam golongan limbah petaka (B3). Limbah radioaktif memerlukan perlakuan dan penyimpanan yang khusus agar radiasi yang dipancarkan mempunyai intensitas seminimal mungkin. Oleh sebab itu, limbah radioaktif khususnya yang merupakan limbah pembangkit listrik tenaga nuklir harus dibungkus dengan bahan berlapis timbal dan disimpan pada tempat yang harus memenuhi syarat tertentu (seperti tidak ada gempa, jauh dari aliran air tanah, dsb). Demikian pula untuk pengangkutan material radioaktif, harus menggunakan wadah tertentu. Akibatnya, diperlukan teknologi dan juga aturan-aturan. Semua persyaratan baik pemakaian, penyimpanan, hingga pengangkutan material



radioaktif telah diatur oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) [Suryani S, 2003].

#### **4. Penutup.**

##### **Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Sebagai penutup dari yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Radiasi adalah suatu proses pemindahan energi yang tidak memerlukan medium. Energi yang dipindahkan dari sumber ke target dapat menyebabkan perubahan struktur kimia target, baik secara langsung ataupun tertunda. Perubahan struktur kimia target akan menimbulkan efek positif dan negatif. Misalnya kematian sel kanker akibat paparan radiasi merupakan efek positif bagi manusia, sebaliknya munculnya sel kanker akibat paparan radiasi yang berulang pada diagnostik, dan kecelakaan nuklir, merupakan efek negatif yang harus dihindari.
- b. Lingkungan adalah apa yang ada di sekitar diri kita. Kita, manusia memerlukan lingkungan baik yang berwujud benda hidup (biotik), benda tidak hidup (abiotik), dan interaksi dengan keduanya maupun dengan manusia sendiri (kultur) untuk hidup. Walaupun untuk menopang dan memenuhi kehidupannya, manusia sering melampaui batas dan mengakibatkan kerusakan lingkungan melalui pencemaran.
- c. Bila radiasi dan lingkungan dipertautkan, maka efek positif dan negatif akan kita hadapi. Efek positif, yaitu pemanfaatan



daya tembus radiasi yang besar, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi kelainan atau gangguan pada organ tubuh bagian dalam (pada bidang kesehatan), dan energinya yang besar yang dimanfaatkan di industri seperti PLTN sudah banyak diketahui, demikian pula pada bidang pengelolaan limbah cair dan desinfeksi udara. Di sisi lain, efek negatif paparan radiasi, seperti timbulnya sel kanker pada tubuh akibat paparan yang berulang kali, kecelakaan nuklir, serta limbah bahan radioaktif dari rumah sakit maupun industri, perlu diminimalisasi melalui pengelolaan, misalkan melalui penggunaan teknologi, dan aturan-aturan pemerintah,

## **5. Ucapan Terima Kasih.**

**Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan**

Di akhir pidato pengukuhan ini, saya menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang mewarnai perjalanan hidup saya.

Pertama-tama saya sampaikan terima kasih kepada Kementrian RISTEKDIKTI RI yang telah menyetujui pengangkatan saya sebagai profesor pada bidang Ilmu Fisika Radiasi dan Lingkungan di program studi Fisika – FMIPA – UNHAS. Selanjutnya ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Basri Hasanuddin yang menyetujui saya untuk melanjutkan pendidikan S2 dan S3 di Universite de Provence – Perancis dan sekaligus menerima saya kembali untuk melanjutkan pengabdian di UNHAS. Terkhusus ucapan

terima kasih saya sampaikan kepada ibu Prof. Dr. Dwi Aries Tina Pulubuhu, Rektor UNHAS sekarang, dan para wakil rektor serta SekUn yang senantiasa menyemangati dan memberikan arahan dalam melaksanakan tugas demi almamater tercinta Universitas Hasanuddin. In syaa Allah UNHAS menjadi lebih baik untuk masa yang akan datang.

Berturut-turut saya sampaikan terima kasih kepada Bapak Prof, Dr. Sumali Wiryowidagdo yang telah menerima saya pertama kali sebagai calon dosen, Bapak Dr. Zainuddin Hafsah (alm), Bapak Prof. Dr. A. Rauf Patong (alm) yang memberi semangat untuk belajar di Perancis, Bapak Prof. Dr. Noor Jalaluddin (alm), Bapak Prof. Dr. Alfian Noor dan Bapak Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab yang terus memberi semangat untuk meneliti, Bapak Prof. Dr. Hanapi Usman (alm) adalah dekan-dekan FMIPA – UNHAS pada masanya, dan khusus kepada Bapak Dr. Eng. Amiruddin (dekan FMIPA – UNHAS sekarang) yang terus memberi semangat untuk mencapai profesor, dan segenap wakil dekan dan jajarannya.

Terima kasih saya sampaikan kepada teman sejawat di FMIPA atas kerjasamanya selama ini, khususnya di Departemen Fisika untuk kemajuan Fisika, Bapak Dr. H. Abdullah Renreng (alm), bapak Prof. Dr. Ir. A. Mappadjantji Amin (alm), Bapak Prof. Dr. Dadang Ahmad Suriamihardja yang banyak memberi pemahaman tentang Filosofi Sains, Bapak Drs. N. Ritha (alm), Bapak Drs. Syarif Hamid, MSc., Bapak Dr. Suarga, Bapak Ir. Wiji, MT. (alm), teman seperjuangan di Perancis ibu Dr. Nurlaela Rauf, MSc., ibu Dr. Bidayatul Armynah, MT, Ibu Dr. Sri Dewi

Astuti Ssi, Msi., Bapak Prof. Dr. Rer.nat Wira Bahari Nurdin, Prof. Dr. Tasrief Surungan MSc., Prof. Dr. Paulus Lobo, Drs Bansawang BJ MS, Drs. Bannu MSc., Eko Juarlin Ssi, Msi, Nurhasanah Ssi, Msi, Azwar Ssi, Msi, dan Heryanto Ssi, Msi.

Ucapan terima kasih saya ucapkan untuk Kadep sekarang bapak Prof. Dr. Arifin, MT, yang banyak melakukan perubahan di Departemen Fisika. Terkhusus kepada Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc., Prof. Dr. Dahlang Tahir, MSc. dan tim dari Lab. Material & Energi (Sultan, Tanto, Angga, Fahri), yang tiada henti memotivasi dan memberikan solusi, memberi masukan dan koreksi dari setiap artikel yang saya sodorkan padanya.

Tidak lupa ucapan terima kasih kepada teman sejawat di Departemen Geofisika atas kerjasamanya selama ini, walaupun sudah beda departemen, tetapi tetap satu di hati. Pak Altin, pak Ali Hamzah, pak Sakka, pak Erfan, pak Syam, pak Syamsu, pak Pardin (alm), pak Hamzah, pak Sabri, pak Bambang, dik Fauzi, bu Maria yang selau siap dengan kue dan masakannya yang lezat, dan bu Rani.

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada teman-teman di PPLH – UNHAS, khusus untuk tim Kualitas Udara dan debu jatuh (pak Syarifuddin Liong, pak Maming, pak Bannu, dik Bahful, dan pak Arifin), yang penuh semangat dan ceria, walaupun bermandi debu tetap melakukan pemanenan debu. Tidak lupa, ucapan terima kasih saya kepada fasilitator P3AI (Drs. J.G. Nelwan (alm), dr, Chairuddin Lakare (alm), Prof. dr. J.W. Luhulima (alm), Drs. Frans Rumate Apt. (alm), Prof. Dr. Ambo

Tuwo, D.E.A., Prof.dr. Budu, Ph.D.,Sp. M(K), M.Med.Ed, P<sup>r</sup> Dr. Ir. Lellah Rahim, Ir. Machmud Syam, D.E.A, & Elizabeth Mailoa Sp.Prost, Dr. Rahmad Muhammad Msc., L Munira Hasyim, M.Hum, Dr. Ir. Esther Sonda Manappa, Dr. i Ganding Sitepu, Prof.Dr. Ir. Achmad Munir M.Eng., dan L Muhammad Hasbi MSc.) serta pak Achmad, Basri, Kama, AC Wiwi, dan Ani, yang bersama-sama bekerja sebagai satu tim ya kompak memberi pelatihan PEKERTI dan AA. Hormat penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada guru-guru sa di SD Blok B 1 pagi, SMP N XIII, dan SMA N XI - Jaka Selatan, khusus pada ibu guru mata pelajaran Fisika di SMA N A yang memberi inspirasi bahwa Fisika itu indah. Teman-tema alumni Fisika ITB77, Bapak Drs. M. Hamron yang penu kesabaran membimbing saya saat menyelesaikan tugas akhir jenjang S1. Terima kasih kepada Prof. Dr. Jacques Ray ata penerimaannya dan keramahan pada mahasiswa-mahasiswa asing di laboratorium Environnement, terkhusus pada Prof. Dr. Olivier Thomas yang penuh kesabaran membimbing dalam melakukan penelitian dan bahasa Perancis. Teman-teman di laboratorium dan di lapangan (Fred, Christelle, Christine, Laila, Jean-Luc, Marco Houdah, dan Joel).

Sembah sujud saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda ~~K. S. S. S.~~ (alm, 2001) dan ibunda ~~P. S. S. S.~~ (alm, 1996) yang dengan sabar dan penuh kasih sayang membesarkan dan mendidik saya. Demikian pula, untuk yang terkasih Ibu mertua ~~M. S. S. S.~~ yang dengan ikhlas dan penuh kasih sayang membantu membesarkan dan mendidik kedua putra



Ilan putri saya selama saya berada jauh di negeri orang. Kasih sayangmu sepanjang jaman.

Terima kasih dari hati yang terdalam saya sampaikan kepada kakak-kakak saya yang selalu memotivasi dan mendukung saya, mbak Ninik Yogya (alm.2019), mbak Ninik Jakarta, mas Dandung dan mbak Nuk (alm.2017) yang selalu menemani, memotivasi, dan tempat curhat. Adik ipar Ramli Sumah dan Arianto Sumah, terima kasih atas bantuan dan pengorbanan yang tidak terhingga, semoga Allah S.W.T membalasnya.

Tidak ada kesuksesan tanpa dukungan yang hebat di belakang. Terima kasih dari hati terdalam kepada suami tercinta Drs. H. Arsyad Sumah, yang selama 39 dan menginjak 40 tahun bersama-sama dengan penuh kesabaran, ketabahan, dan pengorbanan yang tidak terhingga, serta do'a sehingga saya dapat berdiri di sini dan dikukuhkan sebagai profesor. Terima kasih saya juga sampaikan untuk anak-anak saya Rakhmat Adri Nugraha Sumah, Astrid Sri Wahyuni Sumah beserta Ali Alamsyah Kusumadinata, dan Aditya Taufik Sumah beserta Aida Rosna Agustin, juga cucu tersayang Alyah Putri Syakira, si kecil Alfatih Putra Ali, dan Muhammad Adhitama Sumah. Semoga kalian menjadi manusia yang in syaa Allah dirakhmati oleh Allah S.W.T dan selamat dunia-akhirat.

Akhirnya, saya ucapkan terima kasih kepada semua hadirin yang dengan sabar mengikuti pidato pengukuhan ini. Mohon ma'af jika sekiranya dalam pidato ini ada yang kurang berkenan. Semoga Allah S.W.T. membalas budi baik Bapak dan Ibu sekalian. Aamiin.



## Referensi :

1. Atomic Energy Council Uganda, 2017, Guidance on the designs and layout of medical radiology facilities 1
2. BAPETEN, (2011), Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 8 tahun 2011 tentang keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar- x radiologi diagnostik dan intervensional
3. Castelvechi D., 2020, Detection of particles produced by the Sun's core supports long-held theory about how our star is powered., *Nature News*, 24 Juni 2020.
4. Choudhary S, 2018, Deterministic and stochastic effects of radiation, *Cancer Therapy and Oncology*, 12(2) : 001-002.
5. Crutzen P.J., 1979, The role of NO and NO<sub>2</sub> in the chemistry of the troposphere and stratosphere, *Annual Review of Earth and Planetary Science* 7 : 443 – 472.
6. Dubuis M.E., Nathan Dumont-Leblond, Camille Laliberté, Marc Veillette, Nathalie Turgeon, Julie Jean, and Caroline Duchaine, 2020, Ozone efficacy for the control of airborne viruses: Bacteriophage and norovirus models, *PLoS One* 15(4): 1-19
7. El Khorassani H., Suryani S., Theraulaz F, dan Thomas. O, Discrimination in situ des differents types de matiere organique dans l'eau, *Villeme Journees Scientifique de la Societe d'Ecologie Humaine, Aix-en-Provence, 19 dan 20 mai 1995.*

8. Fesenko S.V, R.M. Alexakhin, M.I. Balonov, I.M. Bogdevich, B.J. Howard, V.A. Kashparov, N.I. Sanzharova, A.V. Panov, G. Voigt, dan Yu Zhuchenka, 2007, An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident, *Sci. Total Environ.* **383** : 1-24
9. Folley J.H, WayneBorges, dan TakusoYamawaki, 1952, Incidence of leukemia in survivors of the atomic bomb in Hiroshima and Nagasaki, Japan, *The American Journal of Medicine*, **13**(3) : 311-321
10. Galle, P. dan R. Paulin, 1992, *Biophysique : radiobiologie – radiopathologie*, Masson, Paris.
11. Gray N F, 2014, Microbiological aspects and risks dalam *Microbiology of Waterborne Diseases (Second Edition)*, 599-615
12. Javidkia F., M. Hashemi-Tilehnoee, dan V. Zabihi, 2011, A Comparison between Fossil and Nuclear Power Plants: Pollutions and Their Environmental Effects, *Journal of Energy and Power Engineering* **5** : 811-820
13. Kyoungwon Cho, Supriya Tiwari, S B Agrawal, N L Torres, Madhoolika Agrawal, Abhijit Sarkar, Junko Shibato, Ganesh K Agrawal, Akihiro Kubo, Randeep Rakwal, 2011, Tropospheric ozone and plants: absorption, responses, and consequences, *Rev Environ Contam Toxicol* **212**: 61-111.

14. Latif, A., **S. Suryani**, dan B. Abdullah, 2019, Quantifying entrance skin dose for early diagnose of lung cancer, *Journal of Physics: Conference Series* **1341**(082024) : 1-4
15. Lippmann M, 1993, Health effects of tropospheric ozone: review of recent research findings and their implications to ambient air quality standards, *J Expo Anal Environ Epidemiol* **3**(1):103-29
16. Muhammad Angga Anugrah, **Sri Suryani**, Sultan Ilyas, Inayatul Mutmainna, Achmad Nurul Fachri, Jusmawang, dan Dahlang Tahir, 2020, Composite gelatin / Rhizophora SPP particleboards/PVA for soft tissue phantom applications, *Radiation Physics and Chemistry*, **173** : 1-8
17. Musdalifah I., **S. Suryani**, dan N. Rauf, 2019, Relation between body mass index and position of chest examination as a function of entrance surface dose, *Journal of Physics: Conference Series* **1341**(082007): 1-6
18. Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan no. 69 tahun 2010 lampiran III-A.
19. Putra R.A., A.H. Assegaf, dan **S. Suryani**, 2019, Dispersion analysis of SO<sub>2</sub> pollutants caused by sugar industry of PT. Makassar Tene, *Journal of Physics: Conference Series* **1341** (082040) : 1 – 9
20. S.A Asis., **Sri Suryani**, A. H Assegaf, 2021, Effect of dustfall pollution on chlorophyll content of *Polyalthea Longifolia* leaves, *Journal of Physics: Conference Series* **1763** (012066) : 1 – 4

21. **Sri Suryani**, 1993, Estimation robuste de la qualite des eaux par spectrometrie UV, tesis D.E.A. program studi : Chimie, Environnement et Sante – Universite de Provence (Aix- Marseille I) – Marseille – Perancis.
22. **Suryani S**, Mendeteksi cepat kualitas air dengan menggunakan spektrofotometer UV, *Seminar sehari Peringatan 30 Tahun FMIPA – UNHAS, Makassar, 26 Juli 1993*.
23. **Suryani S**, Agnel C., Theraulaz F., Thomas O., 1994, Simple characterization of industrial wastewater quality, *Pacific Conference on Manufacturing, Jakarta, 19-22 Desember 1994*.
24. (a) **Suryani, S**, Theraulaz, F, dan Thomas, O, 1995, Deterministic resolution of molecular absorption spectra : *Environmental Application, 3<sup>rd</sup> Symposium on Analytical Sciences, Paris, 28 – 31 Maret 1995*.
25. (b) **Sri Suryani**, 1995, Compréhension des spectres ultraviolets des eaux et des effluents, *Desertasi pada program studi : Chimie, Environnement et Sante- Universite de Provence (Aix-Marseille I), Marseille, Perancis*.
26. (c) **Suryani S**, Theraulaz, F, dan Thomas, O, Deterministic resolution of molecular absorption spectra : Environmental Application, *Trends in Analytical Chemistry (TRAC), 14/9, 1995*.
27. **Suryani, S**, Phenol degradation in aqueous solution using UV radiation, *Wokshop on Photobiology and Photochemistry, Makassar, 1999*.

28. Suryani, N. "Photodecomposition of phenol in aqueous solution", *Proceeding "SEA WPIT98 & SEA WPIT2000*, vol. 1  
AOT Makassar
29. Suryani, N. "Prediction, assessment and monitoring on the impacts of radioactive waste & hazardous waste management, "Short Course Training On Environmental Pollution Management" – PPLH – UNHAS, 18 Agt.– 2 Sept. 2003
30. Suryani, S. dan Arsyad Sumah, 2008, Pengaruh orientasi bangunan pada kualitas udara dalam ruang, *Kongres dan Seminar nasional Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan (BKPSL) se Indonesia ke XIX– Manado, 6-8 Agustus 2008*.
31. Sri Suryani, dan Maharani, 2014, Prediction of wastewater pollution at Losari Beach – Makassar in five years caused by urban wastewater, *Proceeding of 9-th International Conference on Marine Technology, Surabaya, 24-26 Oktober 2014*.
32. Sri Suryani, Makharani, dan Muhammad Alimuddin Hamzah, 2017, Proposing of an aerated water treatment plant for reducing water pollution problem in Losari Beach after reclamation, *American Institute of Physics 1801 060006: 060006-1 – 060006-4*
33. Sri Suryani, Heryanto, dan Dahlang Tahir, 2019, Stopping powers and inelastic mean free path from quantitative analysis of experimental REELS spectra for electrons in Ti, Fe, Ni, and Pd, *Research Article, Surf Interface Anal.* 2019 : 1-7.



34. **Sri Suryani**, Heryanto Heryanto, Rusdaeni Rusdaeni, Ahmad Nurul Fahri, dan Dahlang Tahir, 2020, Quantitative analysis of diffraction and infra-red spectra of composite cement/BaSO<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> for determining correlation between attenuation coefficient, structural and optical properties, *Ceramics International* **46** : 18601–18607
35. Thomas O, Fachinger C, Naffrechoux E, Rousselle T, dan Suptil J, 1991, A new procedure for the survey of the quality of waters, *Fresenius J. Anal. Chem.* **339** : 463-466
36. Thomas O, dan **Suryani S**, Mesure UV de la pollution des eaux et des effluents, *Colloque Capteurs et Instrumentation, H<sub>2</sub>O, Grenoble, Mai, 1993*.
37. Thomas. O, Theraulaz. F, Agnel. C, **Suryani S**, 1995, La spectrophotometrie ultraviolette et la qualite des eaux, *Tribune de l'Eau*, **573/1**.
38. Thomas O., F. Theraulaz, C. Agnel, dan **S. Suryani**, (1996), Advanced UV examination of wastewater, *Environmental Technology* **17**: 251 – 261
39. Waters, H., 2011, The first X-ray, 1895, *The Scientist July 1, 2011*.
40. Wilson B.D., Summer Moon, dan Frank Armstrong, 2012, Comprehensive review of ultraviolet radiation and the current status on sunscreens, *J Clin Aesthet Dermatol.* **5(9)**: 18–23
41. X. Luo, X. Lei, N. Cai, X. Xie, Y. Xue, dan F. Yu, 2016, Removal of heavy metal ions from water by magnetic cellulose based beads with embedded chemically modified

magnetitenanoparticles and activated carbon, *ACS Sustain. Chem. Eng.* **4** : 3960–3969

42. Young A.R., Joël Claveau, dan Ana Beatris Rossi, 2016 Ultraviolet radiation and the skin: *Photobiology and sunscreen photoprotection* **76(3) SUPPLEMENT 1** : S100–S109

## RIWAYAT HIDUP

- 1.. Nama : Prof. Dr. Sri Suryani, D.E.A.
- 2.. Jabatan : Guru Besar terhitung mulai tanggal 1 Juni 2020.
- 3.. Tempat dan tanggal lahir : ~~Jakarta, 1 Mei 1958~~
- 4.. Alamat kantor : Departemen Fisika \_ FMIPA – UNHAS Kampus Tamalanrea – Jln. Perintis Kemerdekaan, 90245 Makassar
- 4.. Alamat rumah : Kompleks Dosen UNHAS Tamalanrea Blok H no. 3– Makassar
- 5.. Telpon (kantor) : 0411 – 587972
- 6.. Alamat e-mail : ~~sri.suryani@unhas.ac.id~~
- 7.. Suami : Drs. H. Arsyad Sumah
- 8.. Anak : 1. Rakhmat Adri Nugraha Sumah  
2. Dr. Astrid Sri Wahyuni Sumah, Msi (Palembang)  
3. Aditya Taufik Sumah.

## A. Riwayat pendidikan

| Jenjang       | Jurusan                        | Sekolah                                                            | Tempat               | Tahun |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| SD            |                                | SD Blok B 1 -                                                      | Jakarta Selatan      | 1970  |
| SMP           |                                | SMP N - XIII                                                       | Jakarta Selatan      | 1973  |
| SMA           | IPA                            | SMA N - XI                                                         | Jakarta Selatan      | 1976  |
| S1            | Fisika                         | ITB                                                                | Bandung              | 1981  |
|               | Judul skripsi                  | $\gamma$ - $\gamma$ Coincidence Untuk Menentukan Waktu Paro Na-22  |                      |       |
| S2<br>(D.E.A) | Chimie, Environnement et Sante | Universite de Provence                                             | Marseille - Perancis | 1992  |
|               | Judul Tesis                    | Estimation robuste de la qualite des eaux par spectrometrie UV     |                      |       |
| S3            | Chimie, Environnement et Sante | Universite de Provence                                             | Marseille - Perancis | 1995  |
|               | Judul Desertasi                | Comprehension Des Spectres Ultraviolets Des Eaux Et Des Effluents. |                      |       |

## B. Pengalaman Jabatan

| No | Jabatan                                                                             | Tahun       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1  | Sekretaris Jurusan Fisika - FMIPA - UNHAS                                           | 1996 - 1999 |
| 2  | Ketua Jurusan Fisika - FMIPA - UNHAS                                                | 2004 - 2008 |
| 3  | Kepala Pusat Kajian dan Pengembangan Aktifitas Instruksional (PKPAI - LKPP - UNHAS) | 2011 - 2015 |

|   |                                                   |                    |
|---|---------------------------------------------------|--------------------|
| 4 | Fasilitator pelatihan PEKERTI dan AA              | 1999 -<br>sekarang |
| 5 | Anggota tim AMDAL (kualitas udara) – PPLH - UNHAS | 2001 -<br>sekarang |

### CC. Pengalaman Kursus

| No. | Nama Pelatihan                                                                     | Tempat Pelatihan                                                  | Waktu                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1   | Workshop on Radiation Protection – Kerjasama Pusdiklat BATAN – JAERI (Jepang)      | Pusdiklat BATAN - Jakarta                                         | 1998                         |
| 2   | Penataran Calon Penatar PEKERTI – AA                                               | PAU – UT - Jakarta                                                | 1999                         |
| 3   | Kursus AMDAL Type A                                                                | Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) – Universitas Hasanuddin | 2001                         |
| 4   | Workshop on Radio Oncology for Medical Physics – IAEA – UI – Departemen Kesehatan. | UI - Jakarta                                                      | 2007                         |
| 5   | Kursus AMDAL PENILAI                                                               | Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) – Universitas Hasanuddin | 20 April– 2 Mei 2009         |
| 6   | Kursus AMDAL PENYUSUN                                                              | Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) – Universitas Hasanuddin | 2 November – 7 Desember 2009 |



|   |                                                                                                  |                  |              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| 7 | TOT Pekerja Proteksi Radiasi Tingkat I - Kerjasama Jurusan Fisika - FMIPA - UNHAS dengan BAPETEN | UNHAS - Makassar | Oktober 2015 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|

**D. Pengalaman penelitian (bukan skripsi, tesis, maupun disertasi) selama 5 tahun terakhir**

| No | Tahun | Judul Penelitian                                                                                                    |
|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2017  | Analisis Kandungan Klorofil Daun Tanaman <i>Polyalthea Longifolia</i> Pada Daerah Terpolusi Udara Akibat Lalulintas |
| 2  | 2018  | Development of radiation shielding material based on glass of silicoborate add rare earth                           |
| 3  | 2018  | Pemodelan Molekular beberapa Senyawa Aktif berpotensi Anti Kanker dari Tanaman <i>Boehmeria virgata</i>             |

**E. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat.**

| No | Tahun | Judul Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2016  | Memberi ceramah ilmiah dengan topik " Lebih Dek dengan Fisika" di SMAN 1 Alla, Kabupaten Enrekang                                                                                                                                                                                              |
| 2  | 2016  | Pelatihan Ancangan Aplikasi (AA) yang dilaksanakan di Pusat Kajian dan Pengembangan Aktivitas Instruksional (PKPAI) - Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan (LKPP) Universitas Hasanuddin bekerja sama dengan Program D-IV Bidan Pendidik - Jurusan Kebidanan StiKes Megarezki - Makassar |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | 2016 | Pelatihan Peningkatan Ketrampilan Dasar Teknik Instruksional (PEKERTI) yang dilaksanakan oleh Pusat Kajian dan Pengembangan Aktivitas Instruksional (PKPAI) - Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan (LKPP) Universitas Hasanuddin bekerja sama dengan Program D-IV Bidan Pendidik – Jurusan Kebidanan - StiKes Megarezki - Makassar |
| 4  | 2017 | Memberi ceramah ilmiah tentang " Penerapan Hukum Newton di SD N Tanggul Patompo Makassar                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5  | 2017 | Pelatihan Peningkatan Ketrampilan Dasar Teknik Instruksional (PEKERTI) yang dilaksanakan oleh Pusat Kajian dan Pengembangan Aktivitas Instruksional (PKPAI) - Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan (LKPP) Universitas Hasanuddin bekerja sama dengan Program D-IV Bidan Pendidik - Jurusan Kebidanan - StiKes Megarezki - Makassar |
| 7  | 2018 | Memberi ceramah ilmiah dengan topik " Peranan Fisika Dalam Perkembangan Sains dan Teknologi" di SMA N 5                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | 2018 | Memberi latihan pada kegiatan "Diklat Penyusunan Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL B) Angkatan XV                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | 2019 | Memberi ceramah ilmiah dengan topik " Peranan Fisika Dalam Perkembangan Sains dan Teknologi" di SMA N 8 Soppeng, Kabupaten Soppeng                                                                                                                                                                                                       |
| 10 | 2020 | Memberi ceramah ilmiah dengan topik " Peranan Fisika Dalam Kebidanan" di prodi D3 Kebidanan-STIKes Salewangan - Maros                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | 2020 | Pelatihan Peningkatan Ketrampilan Dasar Teknik Instruksional (PEKERTI) angkatan 70 yang dilaksanakan oleh Pusat Kajian dan Pengembangan Aktivitas Instruksional (PKPAI) - Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan (LKPP) Universitas Hasanuddin                                                                                       |

**F. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal (tidak termasuk makalah seminar/prosiding, artikel di surat kabar) selama 5 tahun terakhir.**

| No | Tahun | Judul                                                                                                                | Vol. / hal.                | Nama Jurnal                                                   |
|----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1  | 2017  | Proposing of an aerated water treatment plant for reducing water pollution problem in Losari Beach after reclamation | 1801 / 060006-1 - 060006-4 | AIP Conference Proceedings                                    |
| 2  | 2017  | Microstrip Antenna Slot Double- Bowtie Five-arrays Model With Coplanar Waveguides for 5.8 GHz Communication          | 1801 / 050004-1 - 050004-5 | AIP Conference Proceedings                                    |
| 3  | 2018  | Status of Suspended Particulate Matters Pollution at Traditional Markets in Makassar City                            | 979 / 1-5                  | Journal of Physics: Conference Series                         |
| 4  | 2018  | Classification of Age and Types of Gender Potential Seed Osteoarthritis Patients                                     | 5 issue 1 / 1-4            | International Journal of Engineering and Science Applications |

|   |      |                                                                                                                                           |                  |                                                               |
|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|
| 5 | 2018 | Implementation of The Theory of Terry.L.Fauber on Various Tube Voltage (kV) and Current (mAs) on Radiographic Density.                    | 5 issue 1 / 5-13 | International Journal of Engineering and Science Applications |
| 6 | 2019 | Stopping powers and inelastic mean free path from quantitative analysis of experimental REELS spectra for electrons in Ti, Fe, Ni, and Pd | 1-7              | Research Article: Surf Interface Anal. 2019                   |
| 7 | 2019 | Analysis of Absorption Properties of a Composite Fly Ash and Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> for X-ray Radiation Shielding Applications    | 593 / 1-4        | IOP Conference Series : Materials Science and Engineering     |
| 8 | 2019 | Carbon Assimilation by Polyalthia Longifolia Plant Located in Air Polluted Area                                                           | 1242 / 1-5       | Journal of Physics: Conference Series                         |
| 9 | 2019 | Best LVH-ECG Criteria for Indonesian Hypertensives                                                                                        | 1242 / 1-4       | Journal of Physics: Conference Series                         |

|    |      |                                                                                                                                                    |            |                                       |
|----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| 10 | 2019 | Quantifying of entrance skin dose for early diagnose of lung cancer                                                                                | 1341 / 1-5 | Journal of Physics: Conference Series |
| 11 | 2019 | Evaluation of Typical Dose Rate Values, Maximum Dose Rate in Air and Dose Rate in Surface Image Intensifier (Ii) in Dual Function Fluoroscopy (FI) | 1341 / 1-4 | Journal of Physics: Conference Series |
| 12 | 2019 | Relation between body mass index and position of chest examination as a function of entrance surface dose                                          | 1341 / 1-6 | Journal of Physics: Conference Series |
| 13 | 2019 | Dispersion analysis of SO <sub>2</sub> pollutants caused by sugar industry of PT. Makassar Tene                                                    | 1341 / 1-6 | Journal of Physics: Conference Series |
| 14 | 2019 | A boundary element method solution to spatially variable coefficients diffusion convection equation of anisotropic media                           | 1341 / 1-9 | Journal of Physics: Conference Series |



|    |      |                                                                                                                                                                                               |                          |                                       |
|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 15 | 2020 | Composite gelatin / Rhizophora SPP particleboards/PVA for soft tissue phantom applications                                                                                                    | 173 / 1-8                | Radiation Physics and Chemistry       |
| 16 | 2020 | Quantitative analysis of diffraction and infra-red spectra of composite cement/BaSO <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> for determining correlation between attenuation coefficient, | 46 / 18601 - 18607       | Ceramics International                |
| 17 | 2020 | Structural and bonding characteristic of composite gelatine-PVA-Zn for phantom breast cancer applications                                                                                     | 2219 / 080002-1-080002-9 | AIP Conference Proceedings            |
| 18 | 2021 | Effect of dustfall pollution on chlorophyll content of <i>Polyalthea Longifolia</i> leaves,                                                                                                   | 1763 (012066) /: 1 – 4   | Journal of Physics: Conference Series |

### G. Pengalaman Menulis Buku

| No. | Tahun | Judul Buku                                                 | Jumlah halaman | Penerbit / ISBN                          |
|-----|-------|------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| 1   | 2017  | Radiobiologi                                               | 123            | PKMSB – LKPP – UNHAS / 978-602-50581-2-7 |
| 2   | 2017  | Biofisika : Konsep dan Penerapannya Dalam Bidang Kesehatan | 292            | PKMSB – LKPP – UNHAS / 978-602-50581-1-0 |

### H. Penghargaan

Mendapatkan “Best Paper “ pada 9-th International Conference on Marine Technology – 2014

### I. Hak Cipta

| No | Nomor hak cipta | Jenis hak cipta                                                   | Mulai berlaku  |
|----|-----------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1  | EC00201702179   | Buku : Radiobiologi                                               | 1 Januari 2017 |
| 2  | EC00201702178   | Buku : Biofisika : Konsep dan Penerapannya Dalam Bidang Kesehatan | 1 Januari 2017 |