

PRAKIRAAN PAPARAN RADIASI INTERNA PENDUDUK DI SEKITAR CALON TAPAK PLTN BANTEN

Sabam P. Situmorang¹⁾ dan June Mellawati²⁾

¹⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jalan Agatis, Gedung Marine Center, Kampus IPB Darmaga, Bogor
Telp/Fax: (0251) 8623644 Email: sabam.situmorang@yahoo.co.id

²⁾ Pusat Pengembangan Energi Nuklir (PPEN) BATAN, Jakarta

Masuk: 4 Oktober 2011

Direvisi: 31 Oktober 2011

Diterima: 2 Desember 2011

ABSTRAK

PRAKIRAAN PAPARAN RADIASI INTERNA PENDUDUK DI SEKITAR CALON TAPAK PLTN BANTEN. Telah dilakukan penelitian prakiraan radiasi interna yang diterima penduduk sekitar calon tapak PLTN Banten melalui konsumsi hasil laut ikan teri (*Stolephorus*) dan kerang (*Codakia*). Metode yang digunakan adalah wawancara kepada penduduk tentang pola konsumsi ikan teri dan kerang. Lokasi penduduk yang diwawancarai adalah Kampung Peres, Desa Pulau Panjang, Kecamatan Puloampel, Kabupaten Serang, Provinsi Banten karena penduduknya relatif lebih padat dibandingkan kampung lain yang ada di Desa Pulau Panjang. Selanjutnya data yang diperoleh digunakan sebagai penduga dosis interna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pola konsumsi kerang rata-rata per tahun 43,5519 kg dan ikan teri 17,0920 kg maka dapat diperhitungkan prakiraan dosis interna yang diterima penduduk usia dewasa (≥ 18 tahun) sebesar 0,0025-0,0461 mSv/tahun, namun nilai ini masih dalam kategori aman karena belum melebihi batas dosis efektif yang direkomendasikan oleh IAEA untuk masyarakat (1 mSv/tahun).

Kata kunci: radionuklida alam, *Stolephorus*, *Codakia*, dosis interna.

ABSTRACT

ESTIMATION OF RADIATION EXPOSURE TO RESIDENTS SURROUNDING OF BANTEN NPP SITE CANDIDATE. Research of internal radiation estimation that received by residents around Banten NPP site candidate through the consumption of marine fish (*Stolephorus*) and shellfish (*Codakia*) has been conducted. The methods used were interviews to some residents who live in the Peres Kampong, Panjang Island villages, Puloampel District, Serang Regency, Banten Province cause their resident are relatively more high than other Kampong at Pulau Panjang Village. Furthermore, the data obtained is used as an estimate for the internal dose. The results showed that the patterns of shellfish consumption on average per year 43.5519 kg and fish 17.0920 kg can then be calculated estimates of the internal dose received by people aged adults (≥ 18 years) is 0.0025 to 0.0461 mSv/years, and this value is still in the safe category because not exceed an effective dose limit recommended by the IAEA to the public (1 mSv /year).

Keywords: natural radionuclides, *Stolephorus*, *Codakia*, the internal dose.

1. PENDAHULUAN

Lokasi Pulau Panjang yang berada di perairan pantura Banten merupakan salah satu calon tapak PLTN. Seperti diketahui, perairan pantai merupakan daerah peralihan antara daratan dan laut yang terdapat bermacam-macam ekosistem dan sumber daya pesisir. Wilayah pesisir menjadi prioritas utama untuk mengembangkan berbagai kegiatan industri di era industrialisasi, sehingga wilayah tersebut berisiko tinggi untuk berbagai kasus pencemaran. Beberapa kegiatan industri “non-nuklir” di wilayah pesisir, salah satunya industri pembangkit tenaga listrik yang berbahan bakar batubara, tanpa disadari akan meningkatkan radionuklida alam di lingkungan sekitarnya dan pada tahap berikut akan meningkatkan paparan radiasi alam terhadap kehidupan di lingkungannya. Laporan UNSCEAR menyebutkan bahwa PLTU batubara berpotensi cukup besar melepaskan sejumlah pencemar radionuklida ke lingkungannya^[1].

Guna memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia yang rata-rata peningkatannya mencapai 7% per tahun, pemerintah berupaya membangun pembangkit listrik seperti PLTU-batubara dan PLTN. PLTU di Indonesia hampir seluruhnya menggunakan bahan bakar batubara, yang dari segi ekonomis harganya relatif lebih murah dibandingkan jenis bahan bakar lainnya, sedangkan dari segi kuantitas batubara termasuk cadangan energi fosil penting di Indonesia karena jumlahnya sangat berlimpah mencapai hampir puluhan milyar ton. Batubara berasal dari alam (kerak bumi) dan mengandung material radioaktif (NORM = *Naturally Occuring Radioactive Material*), yaitu uranium-238 (²³⁸U), thorium-232 (²³²Th), radium-226 (²²⁶Ra) dan kalium-40 (⁴⁰K).

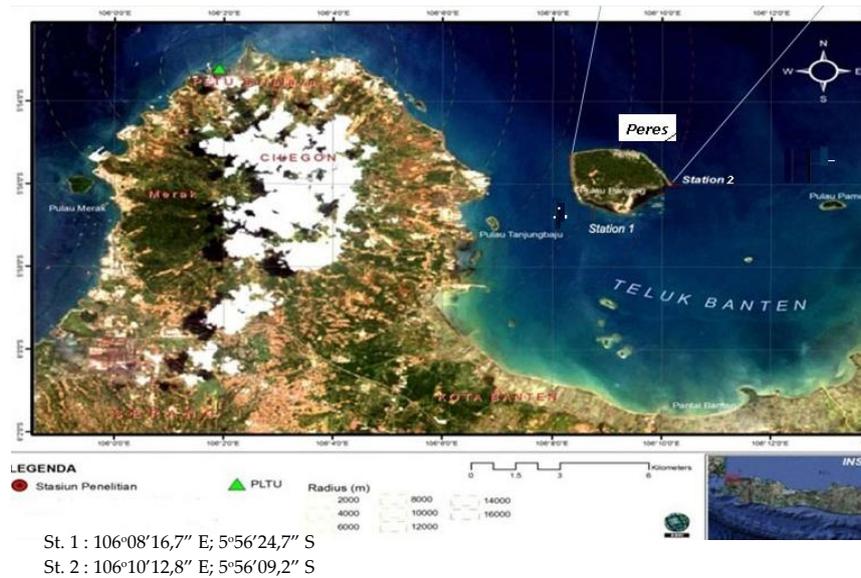
Perairan Pulau Panjang, Banten memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan bagi kegiatan perikanan, mulai dari kegiatan perikanan tangkap, budidaya sampai pada pengolahan hasil perikanan. Salah satu komoditas perikanan tangkap utama yang dihasilkan adalah ikan teri. Ikan teri yang dihasilkan di perairan Pulau Panjang memiliki kualitas ekspor yaitu dari genus *Stolephorus*^[2]. Budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* banyak dilakukan oleh nelayan setempat dengan luasan mencapai 40 Ha^[3]. Banyak juga ditemukan kerang-kerangan yang hidup di perairan Pulau Panjang dan dikonsumsi oleh masyarakat setempat khususnya genus *Codakia*.

Adanya aktivitas PLTU-batubara sekitar Pulau Panjang dan rencana calon tapak potensial PLTN di pulau tersebut, maka akan sangat menarik untuk diteliti pengaruhnya terhadap sumber daya laut dan masyarakat setempat. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan paparan radiasi interna yang diterima penduduk sekitar calon tapak PLTN Banten melalui konsumsi ikan teri dan kerang. Hasil yang diperoleh merupakan data rona awal lingkungan sekitar tapak PLTN yang akan digunakan untuk menyusun beberapa dokumen, seperti Dokumen *Site Data Report* (SDR), *Site Evaluation Report* (SER), *Preliminary Site Analysis Report* (PSAR), dan Dokumen AMDAL PLTN, sebagai pelengkap dokumen perijinan pembangunan PLTN di Banten.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kampung Peres, Desa Pulau Panjang, Kabupaten Serang, Propinsi Banten, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian (perairan Pulau Panjang, Banten)

2.2. Prakiraan Dosis Interna

Mula-mula dilakukan wawancara terhadap penduduk Kampung Peres, Desa Pulau Panjang tentang pola konsumsi kerang dan ikan teri yang diperoleh dari sekitar perairan Pulau Panjang. Wawancara dimaksudkan untuk memperoleh data sebagai penduga dosis interna melalui konsumsi kerang dan ikan teri. Wawancara dilakukan dengan mengumpulkan masyarakat di salah satu rumah penduduk, kemudian dibagikan kuesioner yang berisi beberapa pertanyaan terkait pola konsumsi. Kuesioner tersebut memuat nama, jenis kelamin, usia penduduk, berat (gram) konsumsi kerang dan ikan teri setiap kali makan, per hari dan perminggu, dan lamanya tinggal di dusun tersebut.

Prakiraan dosis interna yang diterima penduduk melalui konsumsi kerang laut atau ikan teri dapat diperoleh berdasarkan perhitungan dosis efektif terikat, menggunakan rumus berikut [5]:

$$\epsilon A = \sum_j \sum_f \int_0^T C_{fj}(t) \cdot M_{fA}(t) dt \cdot h_{jA} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- ϵA = dosis efektif terikat (Sv) untuk kelompok umur A
- $C_{fj}(t)$ = aktivitas spesifik rata-rata radionuklida alam j (Bq/kg) dalam contoh hasil laut jenis f selama waktu t
- T = lamanya (hari) mengkonsumsi hasil laut terkontaminasi radionuklida alam
- $M_{fA}(t)$ = massa hasil laut jenis f yang dikonsumsi per hari untuk kelompok umur A (kg/hari)
- h_{jA} = koefisien dosis masuk melalui ingesti (Sv/Bq) dari unsur radionuklida jenis f untuk kelompok umur A

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pola Konsumsi Hasil Laut

Guna mengetahui pola konsumsi, telah dilakukan wawancara dengan pengisian kuesioner terhadap penduduk Kampung Peres, Pulau Panjang, Serang, Banten khususnya kelompok usia dewasa atau usia 18 tahun (menurut UU No. 30 Tahun 2004). Jumlah

responden berjumlah 67 orang dan didominasi oleh perempuan (83,6%), hal ini karena sebagian besar penduduk berjenis kelamin laki-laki dan melakukan aktivitas sebagai nelayan/melaut pada saat wawancara dilakukan (siang hari). Hasil wawancara memperlihatkan bahwa semua responden mengkonsumsi kerang (Genus *Codakia*) dan ikan teri (Genus *Stolephorus*) yang diperoleh pada perairan sekitar stasiun penelitian.

Banyaknya penduduk mengkonsumsi kerang per hari (*daily intakes*), yaitu berkisar 0,0743–0,6686 kg/hari dengan rata-rata 0,2920 kg/hari dan total konsumsi per tahun (*annual intakes*) berkisar 3,8628- 162,2384 kg/tahun dengan rata-rata 43,5519 kg/tahun. Banyaknya konsumsi ikan teri per hari (*daily intakes*) berkisar 0,0155 – 0,1857 kg/hari dengan rata-rata 0,0811 kg/hari dan total konsumsi per tahun (*annual intakes*) berkisar 1,6095–67,5993 kg/tahun dengan rata-rata 17,0920 kg/tahun.

3.2. Paparan Radiasi Interna Melalui Konsumsi Ikan Teri dan Kerang

Industri PLTU-batubara berpotensi melepaskan sejumlah radionuklida alam ke lingkungan sekitarnya sehingga diperkirakan dapat mempengaruhi kesehatan manusia (masyarakat) di sekitar industri tersebut melalui paparan radiasi eksterna dan paparan radiasi interna. Paparan radiasi interna yaitu radionuklida alam yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pernafasan (inhalasi), makanan dan minuman (ingesti) dan injeksi (melalui kulit yang luka). Pada penelitian ini, paparan radiasi interna diukur melalui konsumsi ikan teri (Genus *Stolephorus*) dan kerang (Genus *Codakia*) yang merupakan bagian dari sumberdaya alam perairan Pulau Panjang, Banten dan dikonsumsi oleh masyarakat lokal dan sekitarnya.

Dugaan nilai paparan radiasi interna yang diperoleh penduduk Pulau Panjang, Banten melalui konsumsi ikan teri dan kerang diperoleh dari perhitungan dosis efektif terikat dari data konsentrasi radionuklida alam ^{238}U dan ^{232}Th dalam tubuh ikan teri dan kerang dan pola konsumsinya oleh penduduk. Konsentrasi radionuklida alam ^{238}U dan ^{232}Th dalam *tissue* ikan teri (*Stolephorus*) dan kerang (*Codakia*) diperoleh dari data sekunder ^[4]. Konsentrasi rata-rata ^{238}U dan ^{232}Th dalam kerang yang diperoleh dari perairan Pulau Panjang, Banten secara berturut-turut adalah 1,2501 Bq/kg bobot basah (*wet weigh*) dan 0,6536 Bq/kg bobot basah dan dalam ikan teri berturut-turut adalah tidak terdeteksi (ttd) dan 1,2763 Bq/kg bobot basah.

Tabel 1 menyajikan besarnya rata-rata asupan harian dan tahunan ^{238}U dan ^{232}Th yang diperoleh melalui konsumsi kerang dan ikan teri pada penduduk Kampung Peres, Pulau Panjang, Banten.

Tabel 1. Asupan harian dan tahunan ^{238}U dan ^{232}Th melalui konsumsi kerang dan ikan teri.

No.	Hasil laut/ Radionuklida	Rata-rata asupan harian		Rata-rata asupan tahunan	
		Bq/hari	mg/hari	Bq/tahun	mg/tahun
1	Kerang				
	^{238}U	0,3651±0,2003	0,0296±0,0162	54,4451±47,2533	4,4084±3,8261
	^{232}Th	0,1909±0,1047	0,0465±0,0255	28,4642±24,7042	6,9297±6,0143
2	Ikan teri				
	^{238}U	-	-	-	-
	^{232}Th	0,1035±0,0583	0,0252±0,0142	21,8141±20,1660	5,3107±4,9095
	Jumlah asupan				
	^{238}U	0,3651±0,2003	0,0296±0,0162	54,4451±47,2533	4,4084±3,8261
	^{232}Th	0,2943±0,1449	0,0717±0,0353	50,2783±34,4930	12,2404±8,3974

Penduduk Kampung Peres melalui konsumsi kerang dan ikan teri akan menerima rata-rata jumlah asupan harian dan tahunan ^{238}U dan ^{232}Th . Rata-rata jumlah asupan harian ^{238}U dan ^{232}Th berturut-turut adalah $0,3651 \pm 0,2003$ Bq/hari atau $0,0296 \pm 0,0162$ mg/hari dan $0,2943 \pm 0,1449$ Bq/hari atau $0,0717 \pm 0,0353$ mg/hari. Rata-rata jumlah asupan tahunan ^{238}U dan ^{232}Th berturut-turut adalah $54,4451 \pm 47,2533$ Bq/tahun atau $4,4084 \pm 3,8261$ mg/tahun dan $50,2783 \pm 34,4930$ Bq/tahun $12,2404 \pm 8,3974$ mg/tahun.

Paparan radiasi interna yang diterima penduduk Kampung Peres, Pulau Panjang, Banten (sekitar PLTU-batubara Suralaya) melalui konsumsi kerang dan ikan teri dapat diestimasi berdasarkan pola konsumsi kerang dan ikan teri per hari. Berdasarkan data pola konsumsi kerang dan ikan teri per hari, diperoleh dosis efektif terikat (dosis equivalen) radionuklida individual dari paparan ^{238}U dan ^{232}Th yang diterima penduduk (Lampiran 15).

Jika diasumsikan penduduk tidak pindah dari kawasan selama 1 tahun (365 hari) dan memiliki pola makan tetap, maka radiasi interna dari paparan radionuklida ^{238}U yang diterima penduduk per tahun untuk kerang berkisar $0,00022 - 0,00913$ mSv/tahun dan teri tidak terdeteksi. Radiasi interna dari paparan radionuklida ^{232}Th yang diterima penduduk per tahun untuk kerang berkisar $0,00058 - 0,02439$ mSv/tahun dan teri berkisar $0,00047 - 0,01984$ mSv/tahun. Berdasarkan data tersebut, maka dosis efektif terikat total (dari paparan ^{238}U dan ^{232}Th) yang diterima penduduk melalui konsumsi kerang dan ikan teri adalah berkisar $0,0025 - 0,0461$ mSv/tahun dengan rata-rata $0,0140 \pm 0,0098$ mSv/tahun. Perolehan dosis terbesar berasal dari asupan ^{232}Th sebesar $0,0116 \pm 0,0079$ mSv/tahun kemudian ^{238}U sebesar $0,0025 \pm 0,0021$ mSv/tahun.

Sesuai rekomendasi IAEA yang harus diikuti oleh seluruh anggota IAEA (termasuk Indonesia) melalui *Basic Safety Standard* (BSS) Nomor 115, yaitu perihal batas dosis tahunan bagi pekerja radiasi adalah 20 mSv/tahun dan masyarakat 1 mSv/tahun rata-rata dalam 5 tahun (IAEA 1996). Dibandingkan batas maksimal paparan radiasi yang boleh diterima masyarakat oleh IAEA (1996) (1 mSv/tahun), maka nilai paparan radiasi interna yang diterima oleh penduduk Kampung Peres, Pulau Panjang, Banten ($0,0140 \pm 0,0098$ mSv/tahun) masih lebih kecil, sehingga relatif tidak/belum membahayakan bagi kesehatan manusia.

Jika manusia mengkonsumsi komoditi laut yang mengandung radionuklida alam, maka akan mengalami gangguan seperti keracunan logam berat (efek konsentrasi) dan perolehan paparan radiasi interna (efek radiasi). Kerusakan biologis yang timbul akibat terpapar radiasi ini misalnya kerusakan materi inti sel, khususnya pada DNA dan kromosom sehingga berpotensi menyebabkan kanker. Uranium yg masuk ke dalam aliran darah akan terakumulasi pada ginjal dan tulang (mampu menggantikan Ca dalam mineral tulang), serta sedikit di hati. Efek uranium pada manusia adalah toksisitas genetik pada ovarium, kanker kulit, radang saluran pencernaan, perubahan protein serum dan nekrosis tubular pada darah, regenerasi lemak pada hati, paralisis tungkai, kebutaan pada sistem syaraf, perubahan DNA pada spermatosit^[6]. Thorium berpotensi terdistribusi ke tulang, potensi menimbulkan leukimia, ginjal, jantung dan paru-paru. Efek thorium pada manusia misalnya kanker tulang dan pankreas^[7].

4. KESIMPULAN

Perkiraan dosis interna yang diterima penduduk Kampung Peres, Pulau Panjang, Banten untuk usia dewasa (≥ 18 tahun) melalui konsumsi ikan teri (*Stolephorus*) dan kerang laut (*Codakia*) masing-masing yaitu $0,0025$ dan $0,0461$ mSv/tahun. Nilai ini masih dalam kategori aman karena belum melebihi batas dosis efektif yang direkomendasikan oleh IAEA untuk masyarakat, yaitu 1 mSv/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. BUNAWAS dan PUJADI, "Industri dan Pencemaran Radionuklida Alam di Lingkungan", Buletin ALARA, Volume 2:2 13-18, 1998.
- [2]. SAIFULLAH, "Potensi Perikanan di Pulau Panjang, Serang. Media Informasi Online Perikanan Untirta", Serang, Banten (ID): Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2010.
- [3]. ASTUTY S dan DIANA S, "Budidaya Makroalga *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Pulau Panjang Serta Analisis Ekonominya", Jurnal Agricultural, 2003.
- [4]. IAEA, "Practical Aspect of Operating a Neutron Activation Analysis Laboratory", IAEA Tecdoc-564, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1990.
- [4]. SITUMORANG SP, MELLAWATI J, SANUSI HS, "Tingkat Cemarun Unsur Radionuklida Alam ^{238}U dan ^{232}Th di Perairan Sekitar Kawasan PLTU-batubara (Kajian di Perairan Pulau Panjang dan Pesisir Teluk Lada, Banten)", Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir 2011, BAPETEN, Jakarta, 27-28 Juni 2011.
- [5]. IAEA, "Assessment of Doses to the Public From Ingested Radionuclides", Safety Report Series No. 14, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1999.
- [6]. SYAIFUDIN M, KURNIA I, LUSIYANTI Y, NURHAYATI S, BUNAWAS, "NORM dan risiko kontaminasi interna", Prosiding Seminar Aspek Keselamatan Radiasi dan Lingkungan pada Industri Non-nuklir, Jakarta, 18 Maret 2003.
- [7]. SYAIFUDIN M, LUSIYANTI Y, NURHAYATI S, "Biokinetik Radionuklida di dalam Tubuh, Efek Paparan Interna dan Metode Dekontaminasinya", Prosiding Presentasi Ilmiah Keselamatan Radiasi dan Lingkungan, Jakarta, 21-22 September 1995.