

## **ANALISA KETEBALAN KAYU BULIAN TERHADAP DENSITAS FILM SEBAGAI KEMAMPUAN SERAPAN KAYU BULIAN TERHADAP RADIASI**

**Oktavia Puspita Sari<sup>1\*</sup>, Andara GadingAzzahra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi D3 Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah

<sup>2</sup>Prodi D3 Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah

Email: [oktaviapuspitasari@atro.unbrah.ac.id](mailto:oktaviapuspitasari@atro.unbrah.ac.id)

### **ABSTRAK**

Di Indonesia banyak terdapat kayu yang berpotensi menjadi bahan penahan radiasi, yaitu kayu yang memiliki tingkat kekerasan tertentu yang dapat di gunakan sebagai pengganti Pb. Bulian (*Eusideroxylon zwageri*) adalah kayu yang terkenal, terkuat di habitatnya hutan Sumatera dengan sifat sangat kuat, tahan serangan serangan rayap/serangga penggerek batang, tahan akan perubahan kelembaban dan suhu serta tahan terhadap air laut. Sangat perlu dilakukan penelitian tentang kemampuan serap kayu Bulian terhadap radiasi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti logam Pb sebagai penahan radiasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan serap kayu Bulian dengan variasi ketebalan selanjutnya dilihat sebagai ekuivalen nilai densitas pada lembar Timah Pb pada objek *stepwedge*. Penelitian ini merupakan kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian dilakukan di laboratorium radiografi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah. Sampel penelitian berupa densitas film pada setiap variasi ketebalan kayu Bulian pada setiap level *stepwedge*. Data diolah dengan analisis bivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji korelasi diperoleh nilai  $p = 0,00$  ( $p$  value  $< 0,05$ ) sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, diperoleh hubungan signifikan antara ketebalan 25 cm kayu tebal dan 2 mm timbal, serta nilai densitas film pada obyek kayu Bulian dengan ketebalan 25 cm setara dengan nilai denistas film dengan obyek lembar Timah Pb ketebalan 2 mm.

**Kata kunci:** densitas, kayu Bulian, penyerapan Pb, radiasi

### **ABSTRACT**

## **ANALYSIS OF IRONWOOD THICKNESS ON FILM DENSITY AS THE ABSORPTION CAPACITY OF IRONWOOD AGAINST RADIATION**

*In Indonesia, there are many types of wood with potential as radiation shielding materials—specifically, woods possessing a certain degree of hardness that could serve as substitutes for lead (Pb). Bulian wood (*Eusideroxylon zwageri*), also known as ironwood, is one of the most well-known and strongest species in its native habitat, the Sumatran forest. It is highly durable, resistant to termite and boring insect attacks, impervious to fluctuations in humidity and temperature, and even resistant to seawater. Research into the radiation absorption capacity of Bulian wood is therefore highly necessary, particularly to explore its viability as a substitute for lead metal in radiation shielding applications. This study aims to examine the absorption capacity*

*of Bulian wood with varying thicknesses, which is then analyzed in terms of its density equivalence on film compared to lead sheet objects. The research is quantitative and utilizes an experimental method. It was conducted in the radiography laboratory of the Faculty of Vocational Studies, Baiturrahmah University. The research sample consists of film density measurements at each thickness variation of Bulian wood, corresponding to each level on the step wedge. Data were processed using bivariate analysis. The results showed a p-value of 0.00 ( $p < 0.05$ ) in the correlation test, indicating that the null hypothesis ( $H_0$ ) is rejected and the alternative hypothesis ( $H_a$ ) is accepted. A significant relationship was found between the 25 cm thick Bulian wood and 2 mm thick lead, suggesting that the film density value of the 25 cm Bulian wood object is equivalent to that of a 2 mm thick lead sheet object.*

**Keywords:** *Bulian wood, density, lead absorption, radiation*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi radiologi dalam kesehatan telah membawa manfaat besar dalam diagnostik dan terapi. Namun, penggunaan sinar-X memiliki potensi risiko terhadap kesehatan manusia, terutama bagi tenaga medis dan pasien yang terpapar secara berulang. Menurut prinsip proteksi radiasi yaitu mengurangi waktu berada disekitar sumber radiasi, memposisikan diri sejauh mungkin dari sumber radiasi dan menggunakan perisai radiasi (Sutanto & Choirul, 2013). Kegunaan perisai sangat penting untuk melindungi dari radiasi baik pekerja maupun masyarakat umum. Untuk itu peraturan peraturan yang berguna menekan radiasi yang di terima oleh Pekerja maupun masyarakat, salah satunya mengenai desain (konstruksi) ruang radiologi diagnostik yang harus memenuhi standar proteksi radiasi.

Menurut standar yang di tetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), yaitu digunakan bahan yang setara dengan 2 mm timbal (Pb). Dinding penahan radiasi primer terbuat dari batu bata plesteran dengan tebal 25 cm atau beton setebal 15 cm yang setara dengan Pb 2 mm. Oleh karena itu, diperlukan material pelindung (*shielding*) yang efektif untuk mengurangi paparan radiasi tersebut. Bahan utama yang digunakan sebagai penahan radiasi gamma atau sinar-x adalah timbal, baja, beton (Dianasari & Koesyanto, 2017).

Selama ini, lempeng timah (Pb) merupakan bahan yang paling umum digunakan sebagai perisai radiasi karena kemampuan serapannya yang tinggi terhadap sinar-X. Namun, timbal bersifat toksik, tidak ramah lingkungan, berat, dan mahal dalam penanganan maupun daur ulangnya, sehingga memicu pencarian alternatif material yang lebih aman, ekonomis, dan berkelanjutan. Penahan struktur untuk melindungi bahaya akibat berkas langsung disebut sebagai penahan radiasi primer, sedangkan penahan radiasi hambur disebut dengan penahan radiasi sekunder.

Dalam merancang penahan struktur ini digunakan konsep nilai batas dosis dalam perhitungannya. NBD yang digunakan bergantung pada ruangan dibalik penahan. Jika ruangan di balik penahan digunakan untuk staf, maka nilai batas dosis yang digunakan adalah 20 mSv per tahun, atau untuk keperluan perhitungan praktis dengan proses optimasi proteksi radiasi menjadi 0,1 mGy per minggu. Sedangkan jika di balik penahan digunakan oleh masyarakat umum, maka NBD yang digunakan adalah 1 mSv per tahun, atau untuk keperluan perhitungan praktis menjadi 0,02 mGy per minggu (Indrati et al., 2017).

Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah nomor 33 tahun 2007 tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif, Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 tentang Kesehatan terhadap radiasi pengion disebut keselamatan radiasi, yang memuat nilai batas dosis yaitu pekerja radiasi  $< 50$  mSv/tahun dan masyarakat umum  $< 5$  mSv/tahun (Bapeten, 2007). Menurut Barbhuiya et al., (2025) bahwa perisai radiasi dari bahan

beton ringan yang dilapisi timah hitam memiliki efektivitas yang bagus. Menurut Sutanto & Choirul (2013), bahwa perisai radiasi dari bahan kombinasi kayu dan aluminium berpengaruh dalam efektivitas.

Kayu Bulian (*Eusideroxylon zwageri*), yang dikenal sebagai kayu besi, merupakan salah satu jenis kayu keras tropis endemik Indonesia yang memiliki sejumlah keunggulan fisik dan kimia. Kayu ini memiliki kepadatan (densitas) tinggi, struktur serat padat, dan kandungan senyawa bioaktif seperti lignin, flavonoid, dan fenolik, yang berkontribusi terhadap daya serap radiasi elektromagnetik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa material dengan densitas tinggi dan kandungan atom penyerap tertentu dapat memperkuat fungsi perisai terhadap sinar-X, terutama pada energi rendah hingga menengah.

Selain itu, kayu Bulian memiliki daya tahan alami terhadap kelembapan, serangga, dan pelapukan, menjadikannya bahan yang tidak hanya tahan lama tetapi juga stabil dalam berbagai kondisi lingkungan. Potensi ini membuka peluang besar untuk mengembangkan material pelindung radiasi berbasis kayu lokal sebagai alternatif pengganti timbal dalam aplikasi medis dan industri. Kayu ulin merupakan salah satu jenis kayu mewah atau indah yang masuk dalam daftar jenis pohon untuk ditanam untuk berbagai tujuan (Erna Astuti, Zahrul Mufrodi, 2016) .

Mahalnya dan susahnya mendapatkan lempeng Pb menjadi pertimbangan untuk mencari bahan alternatif pengganti lempeng timah yang di gunakan sebagai perisai radiasi. Berdasarkan sifat kayu Bulian, penelitian ingin mencari persamaan penyerapan antara kayu Bulian dengan lempeng timah Pb. Manfaat dari penelitian ini apabila kayu Bulian dapat di gunakan sebagai pengganti lempeng Timah maka tingginya biaya untuk membuat perisai penahan radiasi dapat ditekan dan memanfaatkan bahan lokal yang dapat menimbulkan efek meningkatnya nilai ekonomis kayu Bulian dan perekonomian wirausaha kecil kayu Bulian.

Proteksi radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi (Syahda et al., 2020). Tujuan proteksi radiasi adalah untuk mencegah terjadinya efek deterministik yang membahayakan dan mengurangi peluang terjadinya efek stokastik (Bapeten, 2013). Proteksi radiasi eksternal adalah upaya proteksi radiasi terhadap segala macam sumber radiasi yang berada diluar tubuh manusia, dan dapat dilakukan dengan menggunakan satu atau beberapa teknik berikut, yaitu membatasi waktu pejanan, memperbesar jarak dari sumber, dan menggunakan perisai radiasi (Septiyanti, 2015).

## METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode eksperimental. Penelitian bertujuan untuk mencari nilai densitas sama pada lempeng Pb ketebalan 2mm dengan variasi ketebalan dari kayu Bulian. Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Radiologi Program Studi Diploma Tiga Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah, selama 3 bulan. Penelitian menggunakan bahan lempeng Pb ketebalan 2 mm dan kayu Bulian mulai dari 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Alat yang di gunakan meliputi pesawat sinar X, *stepwedge*, kaset sinar X ukuran 24 x 30 cm, pencucian film, pengering fim, dan densitometer. Penelitian ini di lakukan dengan memberikan paparan eksposi pada lempeng Pb ketebalan 2 mm dan eksposi pada variasi ketebalan kayu Bulian mulai dari 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm dengan menggunakan objek *stepwedge*, dengan faktor eksposi yang sama yaitu 50 kV, 2 mAs. Selanjutnya di tentukan nilai densitas menggunakan densitometer pada lempeng Pb ketebalan 2 dan masing masing kayu Bulian dengan berbagai variasi ketebalan. Data densitas selanjutnya diolah dengan uji korelasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan analisis bivariat dengan uji korelasi dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara ketebalan kayu Bulian dengan densitas film sehingga di peroleh nilai kesetaraan dengan nilai densitas pada lempeng Pb ketebalan 2 mm. Berikut hasil pengukuran densitas pada setiap step dengan objek Lempeng Pb 2mm dan kayu Bulian dengan ketebalan 5 cm, 10 cm, 15cm, 20 cm, 25cm.

Tabel 1. Rerata nilai densitas film pada kayu Bulian ketebalan 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm

No.	Ketebalan Kayu Bulian	Densitas film pada Stepwedge pada step ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5 cm	0,26	0,26	0,29	0,31	0,32	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51
2	10 cm	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,37	0,42	0,44	0,44	0,45	0,47
3	15 cm	0,11	0,13	0,15	0,16	0,19	0,20	0,24	0,27	0,28	0,29	0,32
4	20 cm	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
5	25 cm	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20	0,23	0,24	0,25	0,27

Selanjutnya pengukuran densitas dilakukan dengan menggunakan densitometer, dan diperoleh data rerata densitas pada lempeng Pb ketebalan 2 mm. Kemudian peneliti menentukan nilai kesetaraan densitas antara lempeng Pb dengan kayu Bulian. Rerata densitas dan nilai kesetaraan densitas lempeng timbal 2mm dan ketebalah kayu Bulian dapat ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rerata densitas pada lempeng Pb ketebalan 2 m

Stepwedge	Rerata Densitas	
	Timbal 2 mm	Kayu Bulian 25 cm
1	0,10	0,10
2	0,11	0,12
3	0,13	0,14
4	0,14	0,16
5	0,16	0,18
6	0,17	0,18
7	0,18	0,20
8	0,18	0,23
9	0,20	0,24
10	0,21	0,25
11	0,23	0,27

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap hubungan ketebalan kayu bulian dengan densitas film pada objek untuk menyetarakan timbal ketebalan 2 mm diketahui bahwa dengan ketebalan kayu bulian 25 cm sudah menyetarakan densitas film pada objek dengan timbal ketebalan 2 mm dan memiliki kemampuan serap terhadap radiasi. Selanjutnya peneliti menentukan hubungan antara ketebalan kayu Bulian terhadap penurunan nilai denistas yang setara dengan nilai densitas pada Lempeng Pb, dengan menggunakan uji korelasi.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

<b>Correlations</b>		Ketebalan kayu bulian 25 cm	Timbal 2mm	jumlah
Ketebalan kayu bulian 25 cm	Pearson Correlation	1	.986**	.997**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	11	11	11
Timbal 2 mm	Pearson Correlation	.986**	1	.995**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	11	11	11
Jumlah	Pearson Correlation	.997**	.995**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	11	11	11
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Hasil uji statistik dengan uji korelasi dengan nilai  $p = 0,00$  (nilai  $p < 0,05$ ) menunjukkan  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara ketebalan kayu bulian terhadap densitas film sebagai kemampuan serapan kayu bulian terhadap radiasi. Hal ini menggambarkan kemampuan bahan menyerap radiasi meningkat seiring ketebalan. Semakin tinggi kemampuan kayu Bulian menyerap radiasi maka dapat diasumsikan semakin sedikit radiasi yang mengenai film, demikian pula semakin rendah kemampuan kayu bulian menyerap, maka semakin banyak radiasi yang mengenai film. Hal ini dapat ditunjukkan oleh densitas film yang dihasilkan. (Yufita et al., 2023). Bahan Kayu Bulian sudah dapat dianggap memiliki kemampuan serap yang sama dengan lempeng Pb ketebalan 2 mm, meskipun belum dikaitkan langsung dengan penyerap radiasi elektromagnetik, senyawa kompleks ini bisa memengaruhi interaksi foton dengan materi. Penelitian oleh (Yani, 2022), Timbal memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengatenuasi partikel foton karena Timbal memiliki densitas yang lebih besar dibandingkan dengan Besi. Selain itu, Timbal menghasilkan partikel sekunder berupa elektron yang lebih sedikit dibandingkan dengan Besi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji korelasi dengan nilai  $p = 0,00$  (nilai  $p < 0,05$ ), dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, dengan kata lain bahwa terdapat hubungan antara ketebalan bulian terhadap densitas sebagai kemampuan serapan kayu bulian terhadap radiasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada pimpinan Fakultas Vokasi dan Kaprodi D3 Radiologi atas dukungan dan dukungannya telah memfasilitasi penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2013). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. *Republik Indonesia*, 1–29.
- Bapeten. (2007). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Npmpr 33 tahun 2007 Tentang keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Sumber radioaktif. In *Bapeten* (Vol. 7, Issue 3). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/4755/pp-no-33-tahun-2007>
- Barbhuiya, S., Das, B. B., Norman, P., & Qureshi, T. (2025). A comprehensive review of radiation shielding concrete: Properties, design, evaluation, and applications. *Structural Concrete*,

- 26(2), 1809–1855. <https://doi.org/10.1002/suco.202400519>
- Dianasari, T., & Koesyanto, H. (2017). Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 174. <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i3.12690>
- Erna Astuti, Zahrul Mufrodi, G. I. B. (2016). *Metode Modifikasi Kayu Ulin sebagai Katalis*. 1–23.
- Indrati, R., Siti Masrochah, Edy Susanto, Darmini, Yeti Kartikasari, Rasyid, Emi Murniati, Bagus Abimanyu, & Ardi Soesilo Wibowo. (2017). *Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Intervensi* (Vol. 1). [https://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=13781&keywords=https://www.google.co.id](https://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show_detail&id=13781&keywords=https://www.google.co.id)
- Septiyanti, I. (2015). Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada General X Ray di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Roemani Semarang. In *Fakultas sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang* (Vol. 3, Issue 1).
- Sutanto, H., & Choirul, A. (2013). Penentuan Koefisien Serapan Kayu Bangkirai ( Shorea Laevifolia ) dan Perbandingan nya dengan Timbal (Pb) sebagai dinding ruang radiologi diagnostik. *Youngster Physics Journal*, 1(5), 161–168.
- Syahda, A. S., Milvita, D., & Prasetyo, H. (2020). *Syahda2020*. 9(4), 517–523.
- Yani, S. (2022). Analisis Performa Timbal Dan Besi Meredam Radiasi Foton 2 Mev Dengan Simulasi Monte Carlo. *Journal Online of Physics*, 7(2), 13–18. <https://doi.org/10.22437/jop.v7i2.18224>
- Yufita, E., Bancin, I., Safitri, R., Fisika, J., Matematika, F., & Alam, I. P. (2023). Analisa Pengaruh Faktor Eksposi Pesawat Sinar-X Terhadap Densitas Optik Film Radiografi. *Hadron Jurnal Fisika Dan Terapan*, 5(01), 9–14.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).