

## **ANALISIS *IMAGE PROCESSING* PADA PRASASTI AYAM TÉAS I YANG TEROKSIDASI**

### ***Image Processing Analysis on Oxidized Inscription of Ayam Téas I***

**Andriyati Rahayu<sup>1)</sup>, Asril Pramutadi Andi Mustari<sup>2)</sup>, Baliana Amir<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Universitas Indonesia

Kampus UI Depok, 16424, Indonesia

<sup>2)</sup>Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha no 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>3)</sup>Universitas Tadulako

Jalan Soekarno Hatta No.KM. 9, Tondo Palu, Indonesia

*Pos-el: andriyati.rahayu@gmail.com*

Naskah diterima: 06 Mei 2023 – Revisi terakhir: 18 November 2023

Disetujui terbit: 23 November 2023 – Terbit: 30 November 2023

#### ***Abstract***

*The Ayam Téas I inscription is one of the ancient inscriptions in Indonesia. Currently, the condition of the inscription has undergone natural degradation, causing the letters and the written message to become more difficult to read. Among the natural forms of degradation are corrosion and erosion. One method that can be used to address this problem is by utilizing image processing technology in the form of imageJ software. The analysis process involves capturing images using a camera and then processing the images using imageJ software. This software provides a mode that can remove unnecessary colors due to lighting, allowing some of the writings on the Ayam Téas I inscription to become more visible.*

**Keywords:** *imageJ; prasasti; Ayam Téas I; histogram; grayscale*

#### ***Abstrak***

Prasasti Ayam Téas I merupakan salah satu prasasti tua di Indonesia. Saat ini, kondisi prasasti tersebut telah mengalami degradasi secara alamiah yang menyebabkan huruf serta pesan yang tertulis menjadi sulit untuk dibaca. Di antara bentuk degradasi alamiahnya, yaitu korosi dan erosi. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan teknologi *image processing* berupa *software imageJ*. Tahapan analisisnya, yaitu pertama dilakukan pengambilan gambar menggunakan kamera, selanjutnya gambar tersebut diolah dengan *software imageJ*. *Software* ini memiliki mode yang mampu menghilangkan warna-warna yang tidak dibutuhkan akibat dari pencahayaan sehingga beberapa tulisan dari Prasasti Ayam Téas I dapat terlihat lebih jelas.

**Kata kunci:** *imagej; prasasti, Ayam Téas I, histogram, grayscale*

#### **PENDAHULUAN**

Prasasti Ayam Téas I merupakan salah satu prasasti tua di Indonesia. Prasasti ini berangka tahun 822 saka (900M) (Boechari & Wibowo, n.d.; Damais, 2019; Sarkar, 1971,

1972). Prasasti Ayam Téas I menjadi prasasti pertama yang menyebutkan ketentuan pembatasan usaha perdagangan dan usaha kerajinan di desa-desa sima yang termasuk dalam wilayah Ayam Téas. Istilah desa atau daerah sima ialah daerah yang masyarakatnya dibebaskan dari kewajiban membayar pajak. Akan tetapi, setelah adanya ketentuan pembatasan usaha perdagangan dan usaha kerajinan, masyarakat di daerah sima tidak lagi dibebaskan dari kewajiban membayar pajak (Sadiono, 1986).

Degradasi pada peninggalan terdahulu yang berupa prasasti atau naskah, umumnya terjadi secara alami yang melibatkan proses alam. Proses tersebut dibagi menjadi dua, yaitu proses fisika dan proses kimia. Degradasi dengan proses fisika dapat terjadi akibat interaksi mekanik antara bahan dengan lingkungan, berupa gesekan dengan benda lain atau dengan aliran air (Bednarik, 2009). Salah satu contohnya yaitu erosi. Lain halnya dengan degradasi proses kimia, yaitu degradasi yang terjadi akibat interaksi antara bahan dengan lingkungan yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia, misalnya ikatan kimia antara bahan prasasti dengan oksigen yang akan mengakibatkan oksidasi atau karatan (Ashkenazi et al., 2022). Bahan dasar Prasasti Ayam Téas I adalah tembaga.

Saat ini, kondisi Prasasti Ayam Téas I telah mengalami degradasi yang mengakibatkan sulitnya peneliti untuk membaca huruf dan pesan yang tertulis. Beberapa penyebab terjadinya degradasi pada prasasti di antaranya tumbuhnya lumut, karatan, dan erosi. Khusus untuk prasasti berbahan tembaga, terbentuknya karatan dan erosi menjadi faktor degradasi yang paling mungkin terjadi. Karatan pada suatu material dapat bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan dan lama waktu tereksposnya material. Korosi juga dapat terjadi pada prasasti, biasanya juga diikuti oleh erosi yang menyebabkan tulisan tidak hanya tertutupi, tetapi juga terkikis (Blair Hedges, 2006)

Beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan degradasi pada prasasti sudah pernah dilakukan antara lain penggunaan teknologi nuklir untuk memperjelas tulisan dari naskah tua (Remazeilles et al., 2001). Metode observasi metalurgi juga telah digunakan untuk menganalisis korosi yang terbentuk pada prasasti (Abdel-Kareem et al., 2016; Corregidor et al., 2019; Dong et al., 2022; Luo et al., 2020; Salem & Mohamed, 2019; Shinde & Willis, 2014; Völkel et al., 2020). Namun, untuk prasasti-prasasti yang ada di Indonesia pemanfaatan teknologi masih sangat kurang.

Prasasti Ayam Téas I sudah berumur 1000 tahun lebih dan selama umur tersebut prasasti telah terpapar terhadap bermacam kondisi lingkungan seperti hujan, panas, dan erosi. Akibat kondisi itu, prasasti yang berbahan dasar tembaga dengan warna jingga mendekati cokelat berubah warna menjadi hijau dan abu-abu atau hitam. Tembaga termasuk logam yang mudah bereaksi dengan air dan oksigen sehingga menjadi karatan atau oksidasi (*corrosion*) (Malsure et al., 2020; Pareek et al., 2021; Salem & Maher, 2022; Wang et al., 2023). Berdasarkan hal tersebut, upaya yang akan dilakukan untuk memperjelas huruf dan tulisan yang tertera dalam Prasasti Ayam Téas I, yaitu menggunakan pendekatan teknologi berupa *image processing* dengan *Software ImageJ*.

## **METODE PENELITIAN**

*Image processing* adalah proses manipulasi dan analisis gambar dengan menggunakan berbagai macam algoritma dan teknik. Proses ini mencakup peningkatan kualitas gambar dan analisis untuk mengambil informasi bermanfaat dengan teknik tertentu. Restorasi gambar juga dapat dilakukan dengan cara menghilangkan *noise*.

Pada penelitian ini, sebelum analisis dengan menggunakan *Software ImageJ*, hal pertama yang dilakukan yaitu, pengambilan gambar Prasasti Ayam Téas I. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa prasasti ini berbahan dasar tembaga (Gambar 1). Pengambilan gambar menggunakan kamera android dengan menggunakan cahaya putih dan resolusi sekitar 3 megapiksel. Cahaya putih adalah *polychromatic light* yang merupakan gabungan dari semua atau banyak frekuensi warna.

Setelah tahapan pengambilan gambar, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan *Software ImageJ*. *Software* ini merupakan program untuk memproses gambar yang dikembangkan oleh National Institutes of Health dan Laboratory for Optical and Computational Instrumentation. Kelebihan utama *ImageJ* adalah dapat mengubah data kualitatif (seperti gambar) menjadi data kuantitatif yang dapat disajikan dalam bentuk grafik. Banyak sekali fitur-fitur yang dapat dilakukan dengan *ImageJ*. Pada penelitian ini, analisis dengan *ImageJ* akan dibagi berdasarkan warna dominan atau latar belakang dari area tersebut. Pembagian dibagi menjadi dua, yaitu dominan terang dan gelap. Kualitas gambar diturunkan ke 8-bit dengan mode 8 bit, kemudian *set autothreshold*. Pada pengaturan *threshold* dilakukan pengeseran nilainya sampai didapatkan gambar yang jelas menurut pengamat.

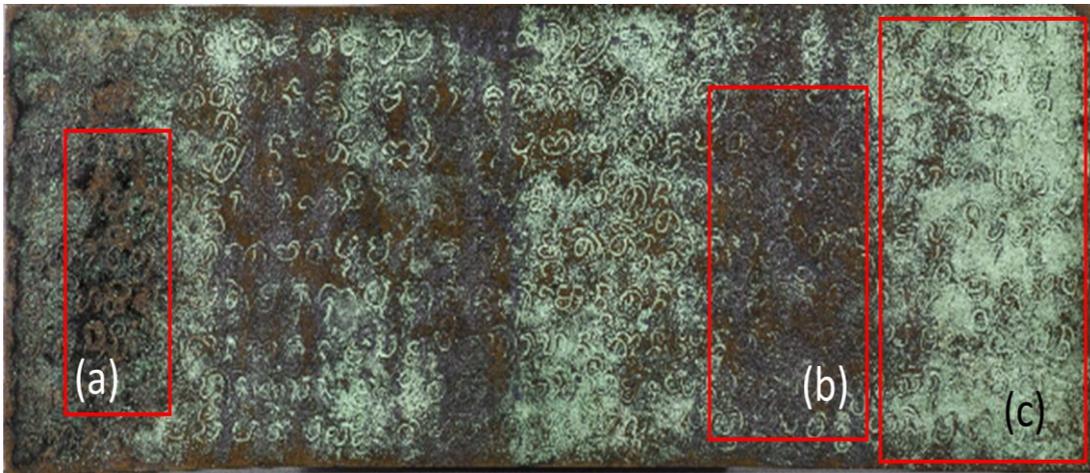
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembacaan prasasti secara langsung dari gambar menyebabkan kemungkinan hilangnya beberapa huruf serta informasi karena ketidakjelasan di area tertentu. Oleh sebab itu, penggunaan teknologi berupa *image processing* sangat diperlukan. Pada gambar 1 terlihat setidaknya tiga area berbeda yang kemungkinan besar disebabkan oleh degradasi karatan.

Berikut ini terdapat tiga formula reaksi yang terjadi pada tembaga: (a) Pada awal reaksi tembaga akan bereaksi dengan oksigen dengan formula kimia  $4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$  [*reddish/pink*]. Reaksi tersebut menghasilkan lapisan yang disebut *copper (I) oxide* yang berwarna kemerahan; (b) Jika oksidasi berlanjut atau tidak ada mitigasi reaksi oksidasi, proses akan berlanjut dengan formula reaksi  $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuO}$  [*black*]. Reaksi tersebut menghasilkan lapisan dengan nama kimia *copper (II) oxide* yang berwarna kehitaman atau abu-abu jika bercampur dengan warna terang lain; (c) Apabila proses berlanjut dalam waktu yang lama dan kondisi yang mendukung, terjadi reaksi dengan karbon dioksida dan air, akan terbentuk reaksi  $2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  [*patina*]. Reaksi ini akan menghasilkan lapisan Tembaga II Karbonat Dihidroksida yang berwarna hijau kebiruan. Lapisan ini terlihat dibanyak area dari Prasasti Ayam Téas I.

Pada Prasasti Ayam Téas I (Gambar 1) terlihat sebaran warna yang tidak seragam. Pada area tertentu, terdapat tembaga berwarna hijau kebiruan, selain itu juga terdapat area yang berwarna abu-abu mendekati hitam. Warna dasar dari tembaga yang tidak seragam semakin

menyulitkan untuk melihat dengan jelas atau membedakan antara tulisan dengan permukaan biasa. Sebagian tulisan masih dapat dibaca secara kasatmata, namun di area yang memiliki warna tulisan dan dasar permukaan yang sama, tulisan menjadi sulit terbaca.

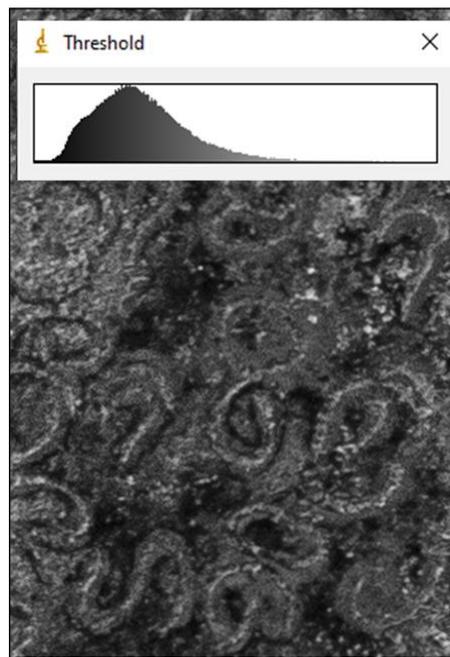


**Gambar 1.** Foto Prasasti Prasasti Ayam Téas I. Bagian yang dianalisis (a) (b) (c) (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019).

### **Analisis pada area karatan hitam**

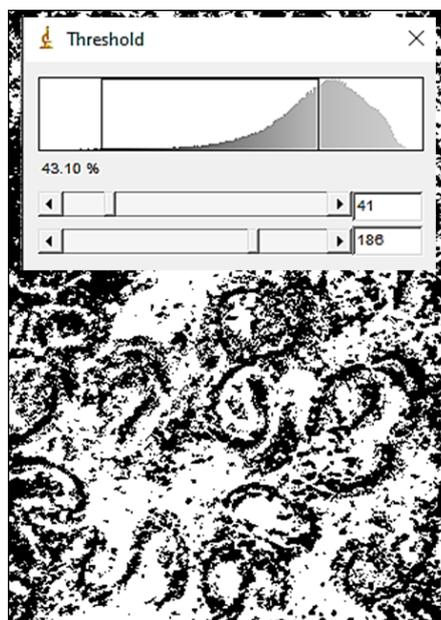
Gambar 1(a) menunjukkan area yang dominan dengan warna hitam dengan sedikit warna jingga kemerahan. Hal ini kemungkinan terjadi akibat dari lanjutan proses oksidasi dari lapisan *copper (I) oxide*. Dalam beberapa waktu proses oksidasi akan menghasilkan lapisan hitam *copper (II) oxide*. Pada analisis ini gambar yang sebelumnya berwarna, diturunkan level warnanya menjadi mode 8-bit atau *grayscale*, seperti pada gambar 2. Proses yang dilakukan ini bertujuan untuk menghilangkan *noise* warna sehingga yang tertinggal hanyalah terang, gelap, dan gradasi hitam-putih.

Pada gambar 2 terlihat bahwa tulisan dan goresan direpresentasikan dengan warna putih. Hal tersebut menjadikan tulisan relatif lebih jelas dibanding dengan gambar 1. Histogram menunjukkan bahwa piksel berwarna gelap lebih dominan dari warna terang. Guratan tulisan terbentuk dalam warna terang, sehingga secara samar tulisan mulai terbentuk secara utuh.



**Gambar 2.** Hasil 8-bit dari area (a) pada Gambar 1 (sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

Pada proses selanjutnya akan dilakukan analisis dengan menggunakan mode *thresholding*, sehingga *brightness* dapat dengan mudah diatur. Kemudian, menggunakan mode *invert* (Gambar 3). Pada pengaturan *threshold*, bagian *slider* pertama berada pada angka 41, sedangkan *slider* kedua berada pada angka 186. Dari hasil tersebut, guratan atau tulisan mulai terlihat jelas dan terbaca.

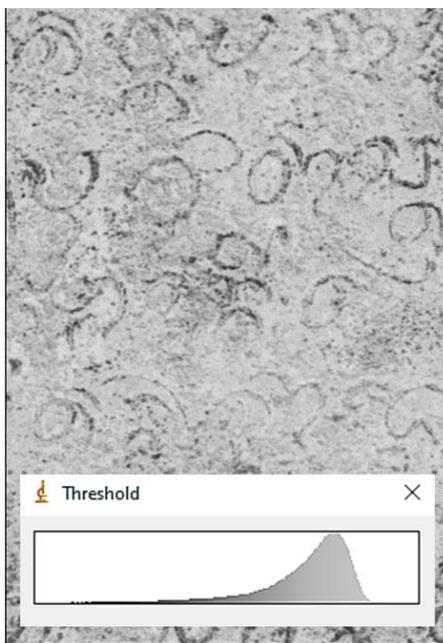


**Gambar 3.** Hasil *thresholding* dengan pengaturan pada area (a) (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

### Analisis pada area karatan abu-abu

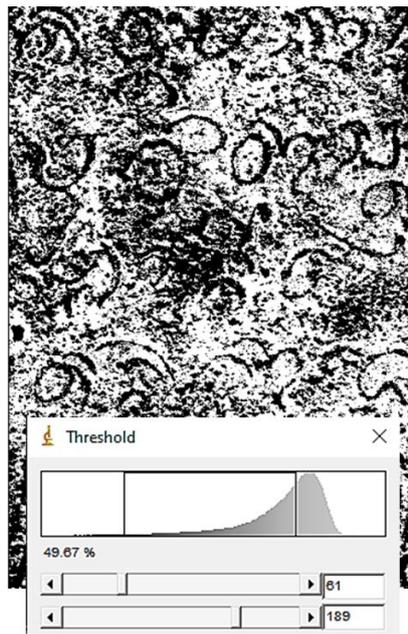
Gambar 1(b) menunjukkan area yang dominan dengan warna abu-abu terang. Hal ini kemungkinan akibat pembentukan lapisan oksidasi *copper (II) oxide*. Warna abu-abu terjadi karena kombinasi warna hitam dan hijau. Hal tersebut menandakan bahwa material sedang dalam proses lanjutan pembentukan tembaga II karbonat dihidroksida.

Gambar 4 adalah hasil mode 8-bit oleh *imageJ*. Gambar menunjukkan guratan yang samar dan gambar histogram yang menunjukkan gambar cenderung terang. Beberapa tulisan terlihat cukup jelas, tetapi pada bagian lain terlihat cukup samar sehingga sulit terbaca. Dibanding dengan area dengan karatan hitam (gambar 2), area ini lebih terang terlihat dari bentuk sebaran warna piksel di histogram yang puncaknya cenderung berada di sebelah kanan.



**Gambar 4.** Hasil 8-bit dari area (b) pada Gambar 1 (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

Gambar 5 menunjukkan hasil mode *thresholding* pada area karatan abu-abu. Pada proses pengaturan *threshold*, bagian *slider* pertama berada pada angka 61, sedangkan bagian *slider* kedua berada pada angka 189. Terlihat guratan atau tulisan yang sebelumnya samar menjadi lebih jelas.



**Gambar 5.** Hasil *thresholding* dengan pengaturan pada area (b) (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

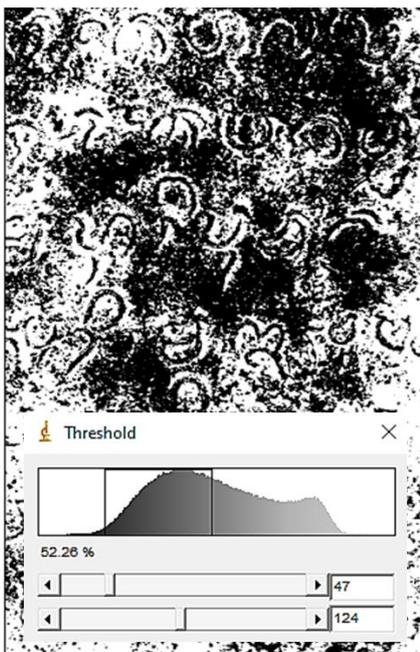
### **Analisis pada area karatan hijau**

Gambar 1(c) menunjukkan area yang dilapisi oleh karatan berwarna hijau. Hal ini kemungkinan akibat dari pembentukan tembaga II karbonat dihidroksida. Karatan ini merupakan lanjutan dari karatan sebelumnya yang berwarna abu-abu atau hitam. Berdasarkan hal tersebut, proses karatan pada area ini telah lebih dahulu terjadi dibanding area yang berwarna hitam atau abu-abu. Histogram menunjukkan area tersebut didominasi oleh piksel berwarna terang. Gambar 6 merupakan hasil mode 8-bit dari *imageJ*. Dari gambar terlihat tulisan menjadi lebih jelas.



**Gambar 6.** Hasil 8-bit dari area (c) pada Gambar 1 (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

Gambar 7 menunjukkan hasil mode *thresholding* pada area karatan hijau. Dengan bagian *slider* pertama 47 dan bagian *slider* kedua 124, tulisan terlihat lebih gelap dan samar dibandingkan mode 8-bit. Hal tersebut dapat terjadi karena warna hijau lebih terang dari dua kondisi karatan sebelumnya sehingga mode 8-bit cukup baik untuk melihat kontras antara tulisan dan latar belakang, Sedangkan pada area yang dilapisi karatan berwarna gelap (Gambar 1a dan 1b), maka mode 8-bit harus dilanjutkan dengan mode *threshold* dengan rekayasa dari ahli untuk dapat melihat dan membaca tulisan.



**Gambar 7.** Hasil *Thresholding* dengan pengaturan pada area (c) (Sumber: Museum Nasional Indonesia, 2019)

#### **D. PENUTUP**

Bahan Prasasti Ayam Téas I adalah tembaga yang kemungkinan akan mengalami beberapa jenis karatan. Karatan dan erosi menyebabkan tulisan prasasti sulit terbaca akibat pendangkalan goresan tulisan. Pemanfaatan teknologi *image processing* harus disesuaikan dengan warna karatan (jenis karatan). Hasil penelitian ini menunjukkan teknologi *image processing* dengan menggunakan *Software ImageJ* dapat membantu memperjelas tulisan pada prasasti yang tertutup oleh lapisan karatan. Mode seperti mode 8-bit dan *threshold* semakin memperjelas bentuk huruf. Pada penelitian berikutnya, pengambilan gambar sebaiknya menggunakan kamera beresolusi tinggi agar proses analisis dengan teknologi *image processing* semakin optimal.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kami kepada Museum Nasional Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian pada prasasti Ayam Téas I.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Kareem, O., Al-Zahrani, A., & Arbach, M. (2016). Authentication and conservation of corroded archaeological Qatabanian and Himyarite silver coins. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 565–576. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.08.025>
- Ashkenazi, D., Lewis, R. Y., Eshel, E., & Tal, O. (2022). Metallurgical Characterization of a Copper-Alloy Aramaic-Inscribed Object from Tulûl Mas‘ud (Elyakhin). *Humans*, 2(4), 177–189. <https://doi.org/10.3390/humans2040012>
- Bednarik, R. G. (2009). Fluvial erosion of inscriptions and petroglyphs at Siega Verde, Spain. *Journal of Archaeological Science*, 36(10), 2365–2373. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.06.019>
- Blair Hedges, S. (2006). A method for dating early books and prints using image analysis. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 462(2076), 3555–3573. <https://doi.org/10.1098/rspa.2006.1736>
- Boechari, & Wibowo, A. (n.d.). *Prasasti Koleksi Museum Nasional Jilid I*. Proyek Pengembangan Museum Nasional. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositori.kemdikbud.go.id/14346/1/Prasasti+koleksi+museum+nasional+jilid+1.pdf>
- Corregidor, V., Viegas, R., Ferreira, L. M., & Alves, L. C. (2019). Study of Iron Gall Inks, Ingredients and Paper Composition Using Non-Destructive Techniques. *Heritage*, 2(4), 2691–2703. <https://doi.org/10.3390/heritage2040166>
- Damais, L. (2019). *I. Études d ' épigraphie indonésienne*. 1–63.
- Dong, J., Ribeiro, A., Vacheret, A., Locquet, A., & Citrin, D. S. (2022). Revealing inscriptions obscured by time on an early-modern lead funerary cross using terahertz multispectral imaging. *Scientific Reports*, 12(1), 3429. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06982-2>
- Luo, W., Song, G., Hu, Y., & Chen, D. (2020). Tentative determination of a special bronze material by multiple technological test on a xuan-liu dagger-axe from the Xujialing Site, the Eastern Zhou period, Henan Province, China. *Journal of Cultural Heritage*, 46, 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.06.016>
- Malsure, M., Verma, P., & Rajdeo, M. S. (2020). Metallurgical investigations of Indo-Sasanian Copper-Silver alloy coins of Gurjara-Pratihara dynasty. *Metallurgical and Materials Engineering*. <https://doi.org/10.30544/524>
- Pareek, S., Jain, D., Behera, D., Sharma, S., & Shrivastava, R. (2021). A review on inhibitors alleviating copper corrosion in hostile simulated Sea-water (3.5 wt.% NaCl solution). *Materials Today: Proceedings*, 43, 3303–3308. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.966>
- Remazeilles, C., Quillet, V., Calligaro, T., Claude Dran, J., Pichon, L., & Salomon, J. (2001). PIXE elemental mapping on original manuscripts with an external microbeam. Application to manuscripts damaged by iron-gall ink corrosion. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 181(1–4), 681–687. [214](https://doi.org/10.1016/S0168-</a></p></div><div data-bbox=)

583X(01)00364-0

- Sadiono, B. (1986). *Prasasti Ayam Téas I 822 Śaka*. Skripsi Fakultas Sastra Universitas Indonesia.
- Salem, Y., & Maher, M. A. (2022). An Early Egyptian Copper Basin: Characterization and Case of Warty Corrosion. *Sumerianz Journal of Social Science*, 51, 1–12. <https://doi.org/10.47752/sjss.51.1.12>
- Salem, Y., & Mohamed, E. H. (2019). The role of archaeometallurgical characterization of ancient coins in forgery detection. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 461, 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.10.017>
- Sarkar, H. B. (1971). *Corpus of the Inscriptions of Java I*. FIRMA K. L MUKHOPADHYAY, CALCUTTA.
- Sarkar, H. B. (1972). *Corpus of the Inscriptions of Java II*. FIRMA K. L MUKHOPADHYAY, CALCUTTA.
- Shinde, V., & Willis, R. J. (2014). A New Type of Inscribed Copper Plate from Indus Valley (Harappan) Civilisation. *Ancient Asia*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.5334/aa.12317>
- Völkel, L., Prohaska, T., & Potthast, A. (2020). Combining phytate treatment and nanocellulose stabilization for mitigating iron gall ink damage in historic papers. *Heritage Science*, 8(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00428-6>
- Wang, X., Su, H., Xie, Y., Wang, J., Feng, C., Li, D., & Wu, T. (2023). Atmospheric corrosion of T2 copper and H62 brass exposed in an urban environment. *Materials Chemistry and Physics*, 299, 127487. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.127487>