

ANALISA SUSEPTIBILITAS MAGNETIK DAN KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA TANAH PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Marisayani Hutauruk*, Salomo Sinuraya

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: marisayani.hutauruk5786@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The study of soil carried out from oil palm plantation soils at Garuda sakti street, Tapung, Kampar, Riau has been implemented since November 2019 to March 2020. This study aims to determine magnetic susceptibility, mass susceptibility, magnetic degree and to identify soil compositions and the content of heavy metals in the soils and to analyse the influence of content of heavy metals to the magnetic susceptibility. The samples were taken about one hundred points, then the samples were dried, cleaned, mashed and sifted. Magnetic susceptibility was measured using the Probe Magnetic Pasco PS-2162. Magnetic particles were separated from samples using the Neodymium Iron Boron (NdFeB) magnet and identification of soil composition and the content of heavy metals were carried out using the X-Ray Fluorescence (XRF). The result shows that the value of magnetic susceptibility, mass susceptibility, magnetic degree are fluctuated and the composition of the soils are Mg, Al, Si, P, K, Fe, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Zn, S, Cl, Co, Cu, Ga, Ge, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ag, Eu, Re and Pb and proved that soil has been contaminated by heavy metals such as V, Cr, Al, Fe, Ti and Sr from the soils until increase the Magnetic susceptibility of that soils.

Keywords: Oil palm plantation soils, Magnetic susceptibility, X-ray fluorescence (XRF), Heavy metal pollutions

ABSTRAK

Penelitian tanah yang diambil dari perkebunan kelapa sawit yang berada di Jl. Garuda sakti, Tapung, Kampar, Riau telah dilakukan mulai dari bulan November 2019 hingga Maret 2020 dengan tujuan untuk menentukan suseptibilitas magnetik, suseptibilitas massa, tingkat kemagnetan, dan mengidentifikasi kandungan logam berat pada tanah komposisi tanah serta kandungan logam berat pada tanah dan menganalisa pengaruh kandungan logam berat pada tanah terhadap suseptibilitas magnetik. Sampel diambil sebanyak seratus titik lalu dikeringkan, dibersihkan, dihaluskan dan diayak. Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan Probe Magnetic Pasco PS-2162, pemisahan partikel magnetik dari sampel menggunakan magnet kuat Neodymium Iron Boron (NdFeB) dan identifikasi komposisi serta kandungan logam berat dalam tanah menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil penelitian tanah menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik, suseptibilitas massa, tingkat kemagnetan bersifat fluktuatif dan komposisi tanah yang diuji mengandung elemen seperti Mg, Al, Si, P, K, Fe, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Zn, S, Cl, Co, Cu, Ga, Ge, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ag, Eu, Re dan Pb dan terbukti telah tercemar Fe, V, Sr, Al, Cr, Ti sehingga meningkatkan nilai suseptibilitas magnetik pada tanah tersebut.

Kata kunci: Tanah perkebunan kelapa sawit, Suseptibilitas magnetik, X-ray fluorescence (XRF), Pencemaran logam berat

Diterima 15-05-2020 | Disetujui 13-06-2020 | Dipublikasi 30-07-2020

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan daerah kawasan gambut yang banyak digunakan untuk perkebunan kelapa sawit dengan terdapatnya

sekitar 116 pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) yang beroperasi dan menghasilkan produksi sebesar 3.386.800 ton per tahun [1].

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia merupakan lahan rawa gambut dengan kondisi

tanah yang miskin akan unsur hara sehingga membutuhkan proses pemupukan secara berkelanjutan seperti pupuk urea (unsur N), rock phosphate atau SP-36 (unsur P), MOP atau KCl (unsur K), Dolomit atau Kieserit (unsur Mg) dan HGF-Borat (unsur B) karena pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Mg, Ca dan S) dan mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo dan Zn) di dalam tanah [2].

Pemupukan terus menerus dapat menyebabkan adanya kandungan logam berat pada tanah serta dapat menurunkan pH tanah [3]. Kandungan logam berat dalam tanah dapat mempengaruhi tingkat susceptibilitas magnetik [4]. Tanah yang mengandung logam berat akan memiliki nilai susceptibilitas magnetik lebih tinggi dari pada tanah yang tidak mengandung logam berat [5].

Penelitian ini dilakukan guna menentukan susceptibilitas magnetik, susceptibilitas massa dan tingkat kemagnetan dari tanah perkebunan kelapa sawit, mengidentifikasi komposisi tanah perkebunan kelapa sawit, mengidentifikasi kandungan logam berat dalam tanah dan menganalisa hubungannya terhadap susceptibilitas magnetik tanah perkebunan kelapa sawit.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Perkebunan Kelapa Sawit

Tanah adalah suatu material alami heterogen yang terdiri atas komponen padat, cair dan gas yang terbentuk dari hasil interaksi antara iklim, jasad hidup, aktivitas biologi seperti pemupukan [6]. Tanah lapisan atas perkebunan dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengetahui kualitas tanah dan lingkungan hidup [7].

Logam Berat

Logam berat sulit untuk terurai sehingga bersifat toksik [8]. Logam yang berpotensi dalam pencemaran lingkungan adalah Fe, As, Cd, Pb, Hg, Mn, Ni, Cr, Zn, dan Cu [9].

Induksi Magnetik

Induksi magnetik merupakan suatu perubahan medan magnet yang mengakibatkan munculnya arus dan tegangan listrik pada suatu kawat yang menembus suatu bidang secara tegak lurus [10]. Pada kawat penghantar lurus yang terdiri dari beberapa lilitan N dapat menggunakan Persamaan berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2\pi r} \quad (1)$$

dimana r merupakan jarak konduktor terhadap titik pengukuran. Induksi magnetik yang ditimbulkan di pusat kawat melingkar yang terdiri atas N lilitan dengan R merupakan jari-jari lingkaran, dapat ditentukan dengan Persamaan berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2R} \quad (3)$$

Besar induksi magnetik diujung solenoid dengan L merupakan panjang solenoid dapat ditentukan dengan Persamaan berikut.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2L} \quad (3)$$

Suseptibilitas Magnetik dan Suseptibilitas Massa

Ukuran dari respon suatu material terhadap medan magnetik luar disebut dengan susceptibilitas magnetik yang dapat ditentukan dengan Persamaan berikut dengan M adalah magnetisasi dan H adalah intensitas medan magnet.

$$\chi_m = \frac{M}{H} \quad (4)$$

Secara eksperimen susceptibilitas magnetik dapat ditulis sebagai berikut.

$$\chi_m = \frac{B_T - B_0}{B_0} \quad (5)$$

Hubungan antara suseptibilitas magnetik χ_m dan suseptibilitas massa χ_{mass} dapat ditunjukkan dengan Persamaan berikut.

$$\chi_{mass} = \frac{\chi_m}{\rho} \quad (6)$$

Tingkat Kemagnetan (*Magnetic degree*)

Tingkat kemagnetan suatu bahan secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$Md = \frac{m_k}{m_s} \times 100\% \quad (7)$$

Probe Magnetic Pasco PS-2162

Probe Magnetik Pasco PS-2162 merupakan alat yang dilengkapi *sensor* dibagian ujung dan menggunakan rangkaian efek hall yang berfungsi untuk mengukur induksi magnetik yang berasal dari koil (solenoida) dengan cara menghubungkannya dengan *PASCO Data Studio Software* yang telah terprogram dilaptop.

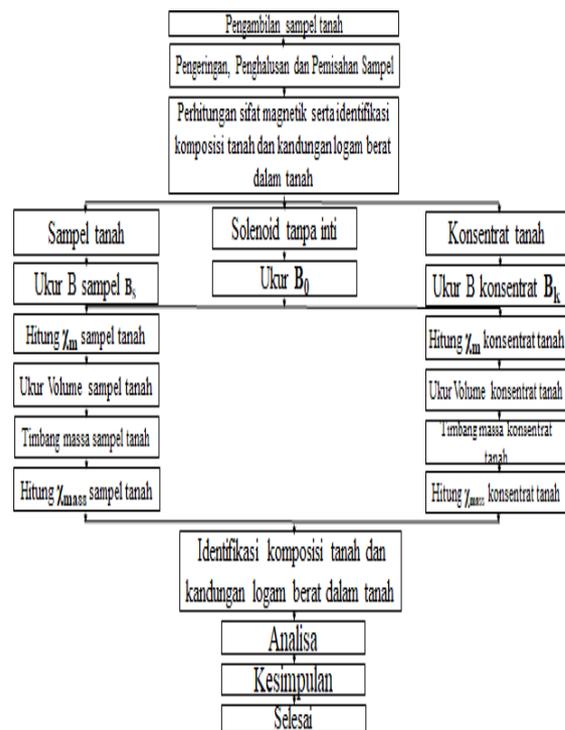
X-Ray Fluorescence spectrometry (XRF)

XRF adalah teknik analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi elemen dan konsentrasi elemen dari suatu sampel. Metode XRF dapat menentukan komposisi unsur suatu material, prosesnya cepat dan tidak merusak sampel. XRF dilengkapi dengan tabung pembangkit sinar-X yang mampu mengeluarkan elektron dari unsur yang akan diidentifikasi. Identifikasi dilakukan setelah proses preparasi sampel karena permukaan bahan harus halus, rata dan bersih menggunakan aseton dan ditunggu sampai kering, kemudian sampel ditempatkan pada *sample holder* alat XRF sehingga dapat dilakukan *vacuum* dan kalibrasi energi [11].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tanah perkebunan kelapa sawit yang berada di Jln. Garuda Sakti KM.21, Desa Tuah Karya, Sei

Galuh, Tapung-Kampar, Riau dengan mengambil 100 titik sampel dimulai dari titik sampel A10.1 hingga titik sampel A1.10, menggunakan Magnet kuat NdFeB sebagai alat pemisah partikel magnetik pada tanah, menggunakan *Probe Magnetic Pasco PS-2162* untuk mengukur induksi magnetik dan *PASCO data studio software* untuk merekam nilai induksi magnetik serta XRF sebagai alat identifikasi komposisi tanah dan kandungan logam berat dalam tanah. Langkah penelitian dari awal hingga akhir mengacu pada diagram alir berikut.



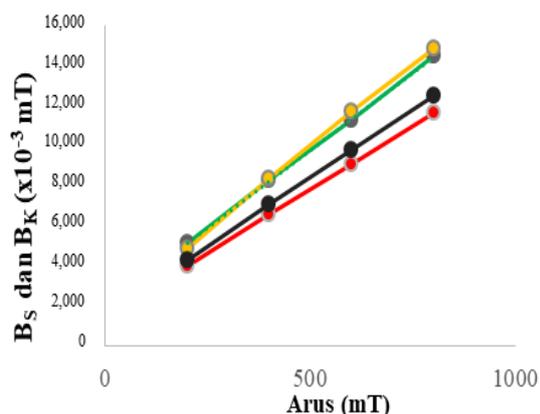
Gambar 1. Langkah-langkah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menampilkan tabel dan grafik hasil penelitian tanah perkebunan kelapa sawit dimulai dengan pengukuran B_0 , B_s dan B_k , perhitungan χ_m , χ_{mass} dan Md serta identifikasi komposisi tanah dan kandungan logam berat pada tanah. Variasi arus menimbulkan adanya variasi induksi magnetik, dimulai dengan memberikan arus (200, 400, 600, 800) mT sehingga besar induksi magnetik secara berurutan adalah 3,098 mT, 6,086 mT, 8,630 mT dan 11,575 mT. Nilai induksi magnetik meningkat seiring bertambahnya arus listrik,

artinya terbukti bahwa antara induksi magnetik dan arus listrik berhubungan linier atau berbanding lurus.

Induksi magnetik dengan menggunakan inti dapat dilihat pada Gambar 2, dimulai pada solenoid dengan menggunakan inti sampel dengan nilai suseptibilitas tertinggi (B_s tertinggi) berwarna hijau dengan rentang induksi magnetik (5.132-14.521) mT dan persamaan grafik $B_s = 15.574 I + 2017.5$ dan $R^2 = 0.9998$, lalu pada sampel dengan nilai suseptibilitas terendah (B_s terendah) berwarna merah dengan rentang induksi magnetik (4.019-11.644) mT dengan persamaan grafik $B_s = 12.693 I + 1496$ dan $R^2 = 1$, konsentrat dengan nilai suseptibilitas tertinggi (B_k tertinggi) berwarna kuning dan rentang induksi magnetik (4.834-14.853) mT dengan persamaan grafik $B_k = 16.69 I + 1607.5$ dan $R^2 = 0.9991$ dan konsentrat dengan nilai suseptibilitas terendah (B_k terendah) yang berwarna hitam dengan rentang induksi magnetik (4.297-12.487) mT dengan persamaan grafik $B_k = 13.661 I + 1582.5$ dan $R^2 = 0.9999$.



Gambar 2. Hubungan induksi magnetik solenoid dengan inti sampel (B_s) dan inti konsentrat (B_k) sebagai fungsi arus I.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai induksi magnetik sampel lebih kecil karena sampel belum dipisahkan dengan menggunakan magnet kuat NdFeB sehingga masih mengandung mineral magnetik dan non magnetik yang tercampur merata pada seluruh sampel. Nilai induksi magnetik sampel lebih

rendah dari pada nilai induksi magnetik konsentrat juga dikarenakan sampel merupakan gabungan partikel magnetik dan partikel non magnetik sehingga pembacaan nilai induksi magnetik masih dipengaruhi oleh partikel non magnetik [12].

Nilai suseptibilitas magnetik χ_m pada sampel cenderung fluktuatif sehingga mengindikasikan bahwa adanya perbedaan kuantitas mineral magnetik pada tanah perkebunan kelapa sawit dan terlihat bahwa nilai suseptibilitas magnetik sampel χ_m tertinggi pada titik sampel A10.10 sebesar $39.491.982 \times 10^{-8}$ dan terendah sebesar $11.072.031 \times 10^{-8}$ pada titik sampel A1.6 sehingga membuktikan bahwa kandungan mineral magnetik pada titik A10.10 yang cukup tinggi. Penambahan suseptibilitas magnetik menunjukkan bahwa komposisi elemen-elemen tersebut mengandung unsur magnetik didalamnya, sedangkan penurunan suseptibilitas magnetik lain disebabkan pada komponen elemen tersebut tidak ada mengandung unsur magnetik didalamnya [13].

Nilai suseptibilitas massa tertinggi pada sampel diperoleh dari sampel A10.10 sebesar 493.650×10^{-10} m^3/kg dan terendah yaitu 121.323×10^{-10} m^3/kg pada titik sampel A2.4. Nilai suseptibilitas magnetik konsentrat tertinggi sebesar $39.554.397 \times 10^{-8}$ pada titik sampel A4.10 dan terendah berada pada titik sampel A3.7 sebesar $19.056.438 \times 10^{-8}$ sehingga konsentrat tanah yang dianalisa berada pada mineral magnetik *Ilmenite* ($FeTiO_3$) [14]. Peningkatan nilai suseptibilitas magnetik pada konsentrat dipengaruhi oleh parameter B_k , χ_m dan χ_{mass} juga dikarenakan konsentrat telah dipisahkan menggunakan magnet kuat NdFeB sehingga semakin berkurangnya partikel non magnetik yang tercampur pada partikel magnetik dalam setiap konsentrat. Kandungan partikel magnetik menandakan terdapatnya kandungan logam berat dalam tanah yang membuat nilai suseptibilitas magnetik konsentrat tanah tersebut lebih tinggi dari pada suseptibilitas magnetik pada sampel [15].

Rentang nilai suseptibilitas massa konsentrat yaitu $(2.065.744-6.689.007) \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{kg}$, nilai suseptibilitas massa tertinggi pada konsentrat A1.5 dan nilai suseptibilitas massa terendah pada konsentrat A2.8. Hasil perhitungan tingkat kemagnetan dengan menggunakan Persamaan (7) menunjukkan bahwa tingkat kemagnetan dari setiap titik sampel berada pada interval (0.07-0.14)% dengan nilai tingkat kemagnetan tertinggi berada pada titik sampel A8.1 dan terendah berada pada titik sampel A1.10.

Sampel dengan nilai suseptibilitas magnetik terendah serta konsentrat dengan nilai suseptibilitas magnetik tertinggi dan terendah diidentifikasi dengan menggunakan XRF untuk mengetahui komposisi tanah yang dinyatakan dalam ppm (*part per million*) sehingga menunjukkan bahwa komposisi tanah yang diperoleh adalah Mg, Al, Si, P, K, Fe, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Zn, S, Cl, Co, Cu, Ga, Ge, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ag, Eu, Re dan Pb dengan Si merupakan elemen dengan kadar tertinggi sebesar 708.560 ppm dan Mn merupakan elemen dengan kadar terendah yaitu 50 ppm.

Tabel 1. Logam berat yang telah diidentifikasi dan digolongkan sebagai pencemar.

Unsur	Ambang batas logam berat dalam tanah (ppm)	Kadar logam berat dalam tanah (ppm)
Fe	10.000	10.120-13.860*
Al	50.000-200.000	154.640-259.820*
Cr	75-100	170-280*
V	1	260-340*
Ti	5.10	27.260-35.350*
Sr	0.0001	60-130*
Mn	100-4.000	50-90
Ni	10-10.000	30-60
Cu	2-100	20-60
Zn	10-300	90-150
As	0,1-40	10-20
Pb	2-200	60-130

Ket: *) Melebihi ambang batas (tercemar).

Pada sampel yang diteliti terbukti bahwa tanah mengandung logam berat dimana Al merupakan logam berat dengan kadar tertinggi yaitu 259.820 ppm dan As merupakan logam berat dengan kadar terendah yaitu 10 ppm. Al dalam tanah dengan kadar yang tinggi disebabkan karena tanah yang diteliti bersifat

sangat asam ($\text{pH} < 3,5$) maka banyak melarutkan Al dan Al mudah diserap oleh tanah sehingga terbukti bahwa tingginya kadar Al dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah [16]. Kadar kandungan logam berat dalam tanah yang melebihi ambang batas dinyatakan sbagai pencemar seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Logam berat dalam kadar tinggi disebabkan adanya kandungan mineral magnetik yang cukup tinggi dalam tanah tersebut yang berasal dari pupuk yang digunakan secara terus-menerus, adanya sampah berupa logam yang sulit terurai dalam tanah dan tingginya penyerapan logam oleh tanaman yang tumbuh pada tanah yang dianalisa, sedangkan rendahnya kadar logam berat diduga disebabkan karena terjadinya interaksi antara logam sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanah dan perbedaan kuantitas logam berat juga dipengaruhi oleh perbedaan pH tanah dan jenis tanah [17].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa nilai induksi magnetik meningkat seiring bertambahnya besar arus listrik yang diberikan dimana nilai induksi magnetik konsentrat lebih tinggi dari pada induksi magnetik sampel, serta tingkat kemagnetan tanah yang diuji bersifat fluktuatif dan komposisi tanah yang diuji mengandung elemen seperti Mg, Al, Si, P, K, Fe, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Zn, S, Cl, Co, Cu, Ga, Ge, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ag, Eu, Re dan Pb dan terbukti telah tercemar Fe, V, Sr, Al, Cr, Ti sehingga meningkatkan nilai suseptibilitas magnetik pada tanah tersebut.

REFERENSI

1. Direktorat Jenderal Perkebunan dan Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPM PTSP) Riau. (2018). *Data perkebunan kelapa sawit provinsi riau kerja sama dengan badan pusat statistik Kota Pekanbaru. Pekanbaru.*

- Diakses pada 18 Agustus 2019, URL: <https://dpmptsp.riau.go.id/>.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-dasar ilmu tanah*. Yogyakarta: Kanisius Press.
 - Adria, R. (2012). *Kandungan logam berat kadmium pada tanaman sawi (Brassica Juncea L.) akibat pemupukan fosfat*. Skripsi Ilmu Fisika Kemagnetan, Universitas Sumatera Utara.
 - Hikma, R. A., Zulaikah, S., & Budi, E., (2014). *Analisis sifat fisika tanah perkebunan apel melalui pengukuran suseptibilitas magnetik, XRF, dan GPR serta implikasinya pada produksi apel*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
 - Lu, S., Wang, H., & Guo, J. (2010). Magnetic response of heavy metals pollution in urban soils: Magnetic proxy parameters as an indicator of heavy metals pollution. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 1-6 Agustus 2010, Brisbane, Australia, 32-35.
 - Bahendra. (2016). *Kajian sifat fisika tanah perkebunan kelapa sawit (elaeisguineensis jacq.) pada tingkat umur yang berbeda di PT Agro Muko–Tanah Rekah Estate Propinsi Bengkulu*. Tesis Ilmu Geofisika. Padang: Universitas Andalas Press.
 - Rochyatun, E. & Rozak, A. (2007). Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan teluk Jakarta. *Makara Journal of Science*, **11**(1), 28-36.
 - Ahmad, F. (2009). Tingkat pencemaran logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara. *Makara Journal of Science*, **13**(2), 117-124.
 - Saeni, M. S. (2002). *Bahan kuliah kimia logam berat*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
 - Halliday, D. & Resnick, R. (1998). *Fisika edisi 3 jilid 1- terjemahan Pantur Silaban ITB*. Jakarta: Erlangga.
 - Kucer, N., Sabikoglu, I., & Can, N. (2012). Measurements of environmental pollution in industrial area using magnetic susceptibility method. *Acta Physica Polonica A*, **121**(1), 20-22.
 - Sormin, N. Y. N. (2019). Analisis sifat magnetik endapan tanah di sepanjang sungai Sail Pekanbaru. *Jurnal komunikasi fisika Indonesia*, **7**(1), 47-57.
 - Marihot, D. (2017). *Sintesis dan karakterisasi sifat magnetik dan struktur partikel oksida besi endapan pasir besi pantai Kota Pariaman Sumatera Barat*. Tesis Ilmu Fisika Kemagnetan, Universitas Riau.
 - Hunt, C. P., Moskowitz, B. M., & Banerjee, S. K. (1995). Magnetic properties of rocks and minerals. In T. J. Ahrens (Ed.). *Handbook of Physical Constants*. Washington: American Geophysical Union, 189-204.
 - Suyono, A. D., Kurniatin, T., & Maryam, S. (2006). *Kesuburan tanah dan pemupukan*. Bandung: RR Print.
 - Gusva, D. W. Damris, M., & Bakar, A. (2017). Pengaruh kandungan aluminium dan besi tanah terhadap penyerapan *dissolved organic carbon* (DOC) pada tanah hutan Harapan Jambi. *Repository Universitas Jambi*, 1-7.
 - Darmono, (1995). *Logam dalam sistem biologi makhluk hidup*. Jakarta: UI-Press.



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)