

ANALISIS SPESI LOGAM (Ca, Fe DAN Mg) DAN KARAKTERISASI ARTEFAK PERAHU KAYU (3008 ± 16 TAHUN BP)

Analysis of metal species (Ca, Fe, and Mg) and Characterization of Artifacts Boat (3008 ± 16 years BP)

Tanto Budi Susilo

Abstract. Islands of Southeast Asia including Indonesia, according to the hypothesis of "Eden in the East" has a root of civilization in the form of basic skills in agricultures (bananas, taro and bulbs), seafaring (boat), domestication (pigs, chickens, cows and swamp buffaloes) and art. Therefore, this area has to offer as the origin of early human civilization besides Mesopotamia-Persia (another writer called *Atlantis*). Here, we report the analysis of ¹⁴C dating, functional groups by FTIR and diffusion phenomenon Ca, Fe and Mg by AAS on artifacts boats (*jukung* in Banjar language) were found in the swamp. The results showed that not significant changes in functional groups during 3008 ± 16 years BP (old boat). Diffusion phenomenon for Ca, Fe, and Mg (in the variation of 0, 50 and 3008 years) is 51.39, 1458.69 and 1966.18 (ppm), 518.98, 392.96 and 818, 28 (ppm) , and 48.8; 138.67, and 169.26 (ppm), respectively. We suggest that the phenomenon of Ca and Mg are increased on a regular and the potential for the development of relative dating methods.

Abstrak. Kepulauan Asia Tenggara termasuk Indonesia, menurut hipotesis "Eden in the East" memiliki akar peradaban berupa ketrampilan dasar dalam bercocok tanam (pisang, talas dan umbi), berlayar (perahu), domestikasi (babi, ayam, sapi dan kerbau rawa) dan seni. Oleh karena itu, kawasan ini ditawarkan sebagai munculnya peradaban awal manusia selain Mesopotamia-Persia (penulis lain menyebut *Atlantis*). Di sini, kami melaporkan analisis *dating* ¹⁴C, gugus fungsi dengan FTIR dan fenomena difusi Ca, Fe dan Mg dengan AAS pada artefak perahu (*jukung* dalam bahasa Banjar) yang ditemukan di rawa. Hasilnya menunjukkan bahwa perubahan gugus fungsi tidak signifikan selama 3008±16 tahun BP (umur perahu). Secara berurutan fenomena difusi untuk Ca, Fe dan Mg (dalam variasi 0, 50 dan 3008 tahun) adalah 51,39, 1458,69 dan 1966,18 (ppm); 518,98, 392,96 dan 818, 28 (ppm), dan 48,8; 138,67, dan 169,26 (ppm). Kami menyarankan bahwa fenomena Ca dan Mg adalah meningkat secara teratur dan berpotensi untuk pengembangan metode *dating* relatif.

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Asia Tenggara terletak di kawasan tropik dalam lintasan pegunungan merapi yang aktif (*ring of fire*) dan dikelilingi oleh dua samudra (Pasifik dan Hindia) dan dua benua (Asia dan Australia). Kawasan ini memiliki sumber tersediaan air yang cukup dari hujan dan sungai, pergeseran arah angin muson secara teratur dan kesuburan tanah yang tinggi dan fertilisasi unsur hara dari pegunungan merapi akibat erupsi. Kondisi ini juga memungkinkan berkembangnya pertanian, pelayaran dan domestikasi hewan liar, yang merupakan karakteristik peradaban awal manusia. Namun, kawasan ini juga sering terjadi bencana besar seperti banjir, erupsi, tsunami dan gempa bumi yang cepat menghancurkan bangunan besar (monumen) sebagai salah satu bukti peradaban yang ada. Menurut Oppenheimer (2012) dalam hipotesis "Eden in the East" kawasan ini perlu dipertimbangkan sebagai salah satu lokasi munculnya peradaban awal manusia selain Lembah sungai Tigris

(Mesopotamia-Persia), Lembah sungai Nil (Mesir), Lembah sungai Indus (India), dan Lembah sungai Kuning (China). Data kajian katastrofik (bencana purba) menunjukkan bahwa Asia Tenggara telah mengalami tsunami (banjir laut) yang menenggelamkan Sundaland (kawasan Indoensia Barat) mencapai 2/3 bagian dengan kedalaman 200 meter kala Holosen awal (10.000-20.000 BP) yang menyisakan pulau Jawa, Kalimantan dan Sumatra sekarang. Tsunami telah memaksa penduduk Sundaland menjadi pengungsi di berbagai kawasan di dunia. Dalam migrasi, penduduk Sundaland membawa ketrampilan domestikasi (pisang, umbi, sagu, dan talas) dan bercocok tanam (babi, ayam, kerbau rawa, dan sapi) (Oppenheimer, 2012). Dalam konteks domestikasi hewan liar (sapi/kerbau), prasasti pada situs Muarakaman-Tengarong (Kalimantan Timur) telah mencatat pengorbanan 20.000 sapi/kerbau kepada Brahmana [Chhabra, 1949]. Penduduk kawasan Sundaland ini diduga bangsa Austronesia yang dikenal sebagai manusia sungai

(the river people) yang memiliki ketrampilan yang tinggi dalam berlayar (*seafaring*). Pengaruh migrasi bangsa Austronesia mencapai kepulauan Hawaii sampai Selandia Baru, dan dari Madagaskar sampai pulau Easter (Pasifik Jauh) atau hampir separoh dunia. Untuk struktur bangsa Austronesia di Indonesia terdiri atas 80% data (146 etnis) penutur Austronesia, 20% data (38 etnis) Melanisia/non Austronesia. Oleh karena itu, artefak perahu (jukung dalam bahasa Banjar) berperan sangat penting sebagai bukti empiris terjadinya migrasi penduduk ke luar Sundaland.

Dalam prasejarah, dimana kehidupan manusia belum mengenal tulisan tetapi manusia sudah memproduksi peralatan batu dan turunannya, dan memanfaatkan alam untuk kelangsungan hidup mereka. Pesan manusia prasejarah ini berupa artefak yang telah ditinggalkan di bawah tanah (gua) dan/atau air (rawa) seperti fosil/subfosil, alat tulang dan batu. Semua tinggalan arkeologis prasejarah tersebut tidak dapat dianalisis berdasarkan tulisan (*linguistics*) tetapi dapat dianalisis dengan metode arkeologi yang dibantu antara lain ilmu geologi, paleoantropologi, kimia, biologi molekuler, biologi dan fisika. Tinggalan arkeologis memiliki keunikan dan keantikan yang tinggi dan jumlah yang terbatas. Oleh karena itu, pengembangan metode analisis yang bersifat non destruksi sangat perlu dilakukan seperti metode *dating* relatif. Di sini, kami melaporkan hasil penelitian lanjutan jukung prasejarah yang tersimpan pada Museum Lambung Mangkurat, Banjarbaru (Kalimantan Selatan) (Susilo, 2012) berupa analisis umur berdasarkan ^{14}C , karakterisasi dan fenomena difusi spesi Fe, Mg dan Ca. Informasi hasil analisis adalah salah satu *puzzle* yang penting dalam mengungkap prasejarah manusia seperti manusia sungai (the *rivering people*), pelayaran (*seafaring*) serta terbentuknya pasar terapung (*market floating*) di Kalimantan.

2. METODE

2.1 Penentuan Radiokarbon ^{14}C

Analisis karbon ^{14}C sampel kayu jukung sudur dari museum Lambung Mangkurat dilakukan pada laboratorium Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radioaktif-Badan Teknologi Atom Nasional (PATIR-BATAN) di Jakarta. Preparasi dilakukan dengan 50 gram sampel perahu kayu diserbukkan dan direaksikan dengan asam klorida (HCl). Reagen yang digunakan adalah asam karbonat (H_2CO_3) yang dalam produk akhir reaksi diperoleh karbondioksida ^{14}C ($^{14}\text{CO}_2$) dan hidrogen hidroksida (H_2O). Pencacahan aktifitas ^{14}C ($^{14}\text{CO}_2$) pada sampel memberikan

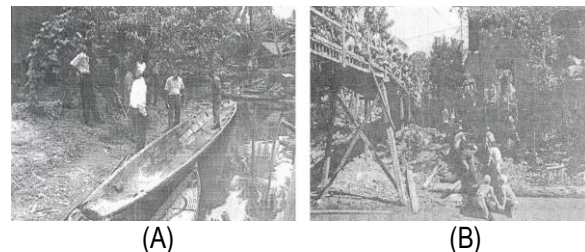
informasi umur kayu ketika mati pada saat itu. Blanko asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_3\text{O}_2$) digunakan sebagai cacahan pembanding (referensi) yang dilakukan dengan prosedur tetap Badan Energi Atom International-*International Atomic Energy Agency* (IAEA) (Hodgins *et al.*, 2001).

2.2 Karakterisasi Gugus Fungsi dan Komposisi Kimia

Sampel kayu jukung sudur yang berumur 460 ± 80 BP dan 39 tahun, kayu cangkal yang *fresh* masing-masing sebanyak 2 mg yang telah digerus dicampurkan dengan serbuk KBr (>200 mesh) sebanyak 200 mg. Kemudian dibuat pellet tipis dengan cara ditekan menggunakan *vibrating mill* dengan tekanan 8-9 ton. Pengukuran dilakukan pada bilangan gelombang 400 hingga 4000 cm^{-1} menggunakan FTIR [Stevenson and Goh, 1971]. Untuk analisis Mg, Ca dan Fe dalam material biologi (kayu) menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Pilihan metode ini karena penggunaan sample yang relatif tidak destruksi dengan jumlah 0,05 mg [Dowson and Heaton, 1961; Zettner and Seligson, 1964 and Rogerson and Helfer, 1966].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Koestoro (1999), artefak jukung sudur ini ditemukan 1 meter di bawah tanah rawa, pada bulan Agustus 1994, di delta Sungai Tarasi, Desa Kaludan Besar, Kecamatan Amuntai Tengah, Kabupaten Hulu Sungai Utara kemudian menjadi koleksi museum Lambung Mangkurat, Banjarbaru. Ukuran jukung sudur adalah panjang 14,90 meter, lebar 1,15 meter, dan dalam 32 cm. Perahu tersebut diperkirakan mampu menampung kira-kira 30 orang penumpang. Sebelumnya hasil analisis pertanggalan radio karbon ^{14}C yaitu berusia antara tahun 1410-1570 Masehi atau 602–532 BP. Namun, hasil analisis ^{14}C tahun 2012 bahwa umur jukung diperkirakan 3008 ± 16 tahun BP. Untuk karakterisasi FTIR menunjukkan identitas jukung diduga kayu cangkal (*Hopea sangal korth*) (data tidak ditampilkan) (Gambar 1).



Gambar 1. Jukung sudur sewaktu diamankan oleh penemunya (A) dan jukung sudur

dinaikan dari sungai (B), Sumber:
Koestoro (1999)

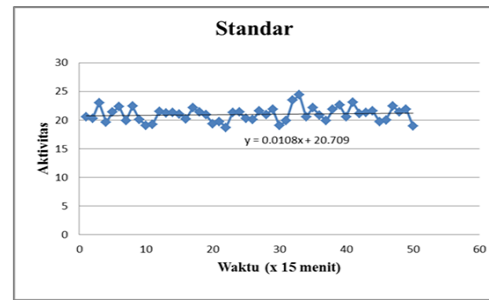
3.1 Dating Absolut dan Relatif

Dating (penanggalan) merupakan usaha untuk menentukan umur artefak. Prinsip *dating* yaitu aplikasi isotop atom unsur yang tidak stabil dan meluruh diantaranya yaitu ^{238}U , ^{41}Ca , ^{14}C dan ^{13}C atau disebut penanggalan absolut. Setiap isotop atom unsur memiliki waktu paruh ($t_{1/2}$) dan konstanta peluruhan (k) yang berbeda-beda. Selama hidup, flora dan fauna menggunakan siklus C (carbon) dalam bentuk siklus $^{14}\text{CO}_2$ dan metabolisme metabolit primer (lemak, karbohidrat dan protein). Pengukuran umur dihitung sejak kematian flora atau fauna dimana mulai terjadi perluruhan radioaktif ^{13}C dan ^{14}C pada artefak fosil/subfosil. Penentuan umur merupakan faktor penting dalam rekonstruksi artefak parsejarah, dimana catatan manuskrip belum ada (Fadgen, Knox & Cole, 1994]. Penentuan umur radiokarbon ^{14}C pada artefak perahu Banjar (perahu lesung) menunjukkan sekitar 3008 ± 16 tahun BP (Gambar 2). Perhitungan dilakukan dengan pendekatan, dimana A_0 = aktifitas standart dan A_t = aktifitas sampel.

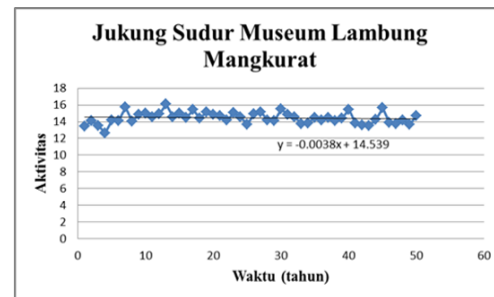
$$t = 19,035 \times 1000 \log \frac{[A_0]}{[A_t]}$$

Untuk di Jawa, temuan artefak perahu kayu ditemukan di Desa Punjulharjo, Kabupaten Rembang dan berumur 1352-1232 tahun BP. Sedangkan temuan perahu di gua yaitu diperkirakan 7.000-6.000 tahun BP di Niah, Kalimantan Utara. Pendapat yang sama dikemukakan para ahli arkeologi Eropa, perahu telah digunakan sejak 6.000 tahun BP.

Menurut Zieten (2010), Tankersley (1998) dan Johnsson (1997) bahwa tulang manusia dari kubur menunjukkan peningkatan kadar Mn, U, dan F. Fenomena ini dapat digunakan untuk metode *dating* relatif terutama florin (F). Data subfosil jukung sudur kami menunjukkan fenomena peningkatan kadar Ca (51,39, 1458,69 dan 1966,18 ppm) dan Mg (48,8; 138,67, dan 169,26 ppm) dalam variasi 0,50 dan 3008 tahun. Sedangkan kadar besi (Fe) adalah 518,98, 392,96, dan 818,28 ppm tidak teratur. Kami menyarankan bahwa Ca dan Mg juga memiliki potensi sebagai spesi untuk pengembangan selain metode *dating* relatif florin.



(A)



(B)

Gambar 2. Aktivitas ^{14}C standard (A) dan artefak jukung sudur (B).

4. SIMPULAN

Artefak perahu Banjar mampu terkonservasi selama 3008 ± 16 BP. Spesi Ca dan Mg berpotensi digunakan untuk metode *dating* relatif di lingkungan rawa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Dra. Hadijah sebagai kepala dan Budi Ikhlas M.A sebagai kepala divisi edukasi, Museum Lambung Mangkurat Banjarbaru.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Chhabra, B. Ch., (1949), *Three More Yupa Inscriptions of King Mulawarman From Kutai (East Borneo)*, TBG, no. LXXXIII (83), hal 370-374.
- Dawson, J. B., and Heaton, F. W., 1961, The Determination of Magnesium in Biological Materials by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Biochem.* 80: 99-106
- Hodgins, G. W. L., Thorpe, J. L., Coope, G. R. and Hedges, R. E. M., (2001), Protocol development for purification and characterisation of sub-fossil insect chitin for stable isotopic analysis and radiocarbon dating. *Radiocarbon.* 43: 199-208.

- Johnsson, K. 1997. Chemical Dating of Bones Based On Diagenetic Changes in Bone Apatite. *Journal of Archaeological Science*. 24: 431–437.
- Koestoro, L. P. 1999. Jukung Sudur Koleksi Masterpiece Museum Negeri Provinsi Kalimantan Selatan Lambung Mangkurat Sebuah Catatan Tentang Perahu Lesung Abad XV-XVI. *Departemen dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Kebudayaan Museum Negeri Provinsi Kalimantan Selatan Lambung Mangkurat*. Banjarbaru
- Mcfadgen, B. G., Knox, I. F. & Cole, T. R. L., 1994, Radiocarbon Calibration Curve Variations and Their Implications for the Interpretation of New Zealand Prehistory. *Radiocarbon*. 36(2): 221-236.
- Oppenheimer, S. 2012. Eden in the East, the drowned continent of Southeast Asia, Proceeding The 4th International Conference on Indonesian Studies, Bali 9-11 February, FIPB-UI, pp 1
- Rogerson, D.O., & Helfer, R.E., 1966, Determination of Iron in Serum or Plasma by Atomic Absorption Spectrophotometry, *Clinical Chemistry*, 12(6): 338-349
- Stevenson, F. J., & Goh, K. M., 1971, Infrared Spectra of Humic Acids and Related Substances, *Geochim., Cosmochim. Acta* 35. 471
- Susilo, T. B., R., Nurmasari, Z., Ajriyani, G. S., Adriana, R., Mahmudah. Reconstruction of Banjar's Boat Artifacts Based on the Analysis of Age and Metal Species (Fe, Mg and Ca). *Proceeding ICICS*. Malang. 6-7 September 2012
- Tankersley, K.B., K.D.Schlecht, & R.S. Laub. 1998. Fluoride Dating of Mastodon Bone from an Early Palaeoindian Spring Site. *Journal of Archaeological Science*. 25: 805–811.
- Zettner, A., & Seligson, D. 1964, Application of Atomic Absorption Spectrophotometry in the Determination of Calcium in Serum. *Atomic Absorption Spectrophotometry*. 10(10): 869-890.
- Zieten, V. R. R. 2008. A Preliminary Chemical and Morphological Analysis of Three Bone Pieces from the Site of Budrinna in Libya. *Forensic and Salvage Consultant in Anthropology and Archaeology*, Boca Raton, Florida.