

# EKSPERIMEN KESAN GUNA: IDENTIFIKASI FUNGSI ALAT REPIH MASYARAKAT AWAL PALEOLITIK TINGKAYU, SABAH

*(Use-Wear Experiment: Identifying the Functions of Palaeolithic People's Flake Tools in Tingkayu, Sabah)*

\*Siti Khairani Abd Jalil  
sitikhairanijalil@gmail.com

Pusat Penyelidikan Arkeologi Global,  
Bahagian Arkeologi, Jabatan Muzium Sabah.

Jeffrey Abdullah  
jeff@usm.my

Velat Bujeng  
velat@usm.my

Mokhtar Saidin  
mmokh@usm.my

Pusat Penyelidikan Arkeologi Global,  
Universiti Sains Malaysia.

Peter Molijol  
Peter.Molijol@sabah.gov.my

Pusat Penyelidikan Arkeologi Global,  
Bahagian Arkeologi, Jabatan Muzium Sabah.

Terbit dalam talian (*published online*): 4 Julai 2019

Sila rujuk: Siti Khairani Abd Jalil, Jeffrey Abdullah, Velat Bujeng, Mokhtar Saidin dan Peter Molijol. (2019). Eksperimen Kesan Guna: Identifikasi Fungsi Alat Repeh Masyarakat Awal Paleolitik Tingkayu, Sabah. *Melayu: Jurnal Antarabangsa Dunia Melayu*, 12(2), 149-163.

## Abstrak

Budaya material arkeologi yang juga dikenali sebagai artifak merupakan warisan budaya ketara. Pada Zaman Paleolitik, budaya material yang biasanya ditemui

ialah artifak batu. Artifak batu ini terdiri daripada peralatan, alat dan sisa kerja. Salah satu daripada tumpuan dalam kajian artifak batu adalah untuk menentukan fungsinya. Penentuan fungsi alat batu boleh dilakukan melalui kaedah eksperimen. Hasil eksperimen tersebut akan dibandingkan dengan artifak alat batu. Hasil atribut eksperimen menjadi indikator terhadap artifak alat batu tentang fungsinya. Hasil analisis ini telah menunjukkan fungsi alat repih Tingkayu digunakan untuk aktiviti seperti menggergaji, meraut dan menggerudi. Secara tidak langsung, analisis ini menyumbangkan maklumat dari segi fungsi budaya material masyarakat Paleolitik dan turut mengukuhkan serta menambahkan data kesan guna alat repih di Malaysia, mahupun di Asia Tenggara.

Kata Kunci: Eksperimen, Paleolitik, fungsi, kesan guna, Tingkayu, alat repih

### ***Abstract***

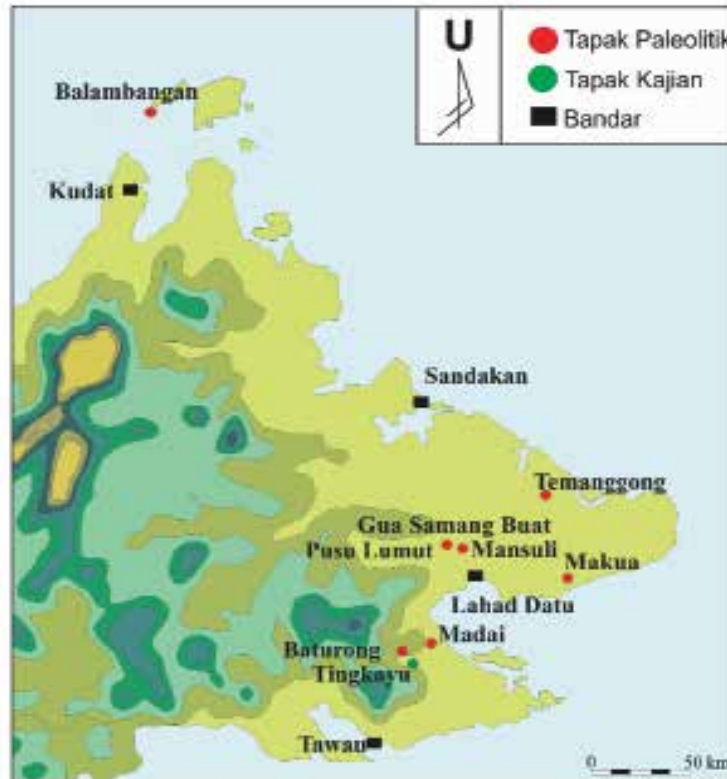
*Archaeological artefacts are a tangible heritage and a part of material culture. Artefacts from the palaeolithic age that are usually found are stone artefacts. These stone artefacts comprise tools, stone tools and work residue. One focus of material culture studies concerning stone artefacts is to determine their function. Determining the functions of stone tools can be achieved through experiments. The results of these experiments will be compared with stone tool artefacts. Attributes resulting from the experiment can be indicators to determine the real functions of stone tool artefacts. The results of the analysis reveal that the flake tools from Tingkayu were used in activities such as sawing, scraping and drilling. This analysis contributes to knowledge concerning the functions of use of tools in Palaeolithic societies, and strengthens as well as adds data on the use-wear of flake tools in Malaysia and Southeast Asia.*

*Keywords: Experiment, Palaeolithic, function, use-wear, flake tools, Tingkayu*

## **PENDAHULUAN**

Tapak Paleolitik Tingkayu terletak di bahagian Pantai Timur Sabah (Rajah 1) merupakan tapak terbuka yang berfungsi sebagai bengkel industri alat repih. Teknologi pembuatan alat batunya yang lebih maju telah menjadi kayu ukur terhadap perubahan teknologi alat repih di Malaysia. Hal ini kerana alat repihnya mempunyai bentuk yang jelas jika dibandingkan dengan tapak Paleolitik lain (Mokhtar, 2014). Malah, alat repihnya didapati mengalami perapian bentuk secara unifas dan bifas. Hal ini menunjukkan bahawa penghasilan alat repih di tapak Tingkayu telah mengalami beberapa peringkat perapian sehingga kepada perapian bentuk. Kajian oleh Mokhtar (1998) juga telah membuktikan kepelbagaian jenis alat repih, termasuklah alat repih jenis burin.

Pentarikan OSL (*Optically Stimulated Luminescence*) bagi tapak Tingkayu ialah 12 000 tahun dahulu, iaitu mewakili industri alat batu Paleolitik Akhir (Mokhtar, 2014). Hasil kajian oleh Peter Bellwood (1988) dan Mokhtar Saidin (1998) menunjukkan bahawa masyarakat awal Tingkayu telah beradaptasi dengan tasik kuno. Tasik kuno tersebut dikatakan terbentuk akibat aliran sungai Tingkayu-Binuang yang terempang oleh aliran lava daripada gunung berapi Mostyn (Mokhtar, 1998). Masyarakat Paleolitik ini telah menetap, beradaptasi dengan persekitaran tasik, dan menghasilkan alat-alat batu. Alat batu yang dihasilkan terdiri daripada jenis bifas dan sumbernya dipercayai diambil secara kuari (Bellwood, 1988; Mokhtar, 1998). Batuan yang digunakan ialah batuan rijang yang berbutir halus. Tapak terbuka Tingkayu telah menghasilkan alat batu jenis unifas dan bifas dengan penghasilan yang cukup kemas dan halus. Alat repih Tingkayu unik kerana menghasilkan alat batunya tirus yang direpihkan secara bifas di sekeliling alat. Selain tapak Tingkayu, terdapat penemuan



**Rajah 1** Peta yang menunjukkan kedudukan tapak paleolitik dan tapak kajian di bahagian Timur Sabah.

alat repih tirus Levallois di Leang Burung 2, Sulawesi yang berusia sekitar 20 000-30 000 tahun dahulu. Namun begitu, terdapat perbezaan kesan perapian, iaitu hanya di bahagian sisi alat sahaja (Mokhtar, 2014).

Material alat repih tapak Tingkayu diperoleh secara kuari dari Formasi Kuamut (Jaffrie, 2000). Material rijang daripada Formasi Kuamut dikatakan lebih baik berbanding dengan batuan rijang daripada Formasi Chert Spilit. Oleh itu, Bellwood (1988) turut mengaitkan kehalusan alat yang dihasilkan di tapak terbuka Tingkayu dengan mutu material rijang yang digunakan. Ekoran itu, alat repih tapak Tingkayu dapat dihasilkan dengan lebih kemas dengan menggunakan material yang baik. Oleh itu, timbul persoalan sama ada wujud penghasilan alat repih yang khusus kepada fungsi tertentu? Hal ini masih belum terjawab.

## **METODOLOGI KAJIAN**

Eksperimen kesan guna merupakan salah satu daripada kaedah arkeologi untuk menentukan fungsi sebenar alat batu. Perkembangan atribut kesan guna yang terhasil daripada eksperimen digunakan untuk mengenal pasti fungsi sebenar alat repih Tingkayu. Selain itu, aktiviti kerja yang berbeza telah dilakukan untuk melihat jenis atribut kesan guna yang terhasil. Analisis imej turut dijalankan bagi mengenal pasti perkembangan atribut kesan guna dengan lebih jelas. Data analisis imej dilakukan penting untuk menyokong pemerhatian secara mikro di bawah mikroskop.

Eksperimen kesan guna dilakukan dengan menggunakan repihan tanpa mengira jenis alat repih. Eksperimen juga dilakukan mengikut pada sela masa yang telah ditetapkan, iaitu sekitar 60 minit penggunaan (setiap 20 minit di bawah pemerhatian mikroskop). Bahan media kerja yang digunakan ialah rotan. Pemilihan media kerja ini disebabkan oleh sifatnya yang sederhana keras dan terdapat juga hipotesis bahawa rotan juga digunakan oleh masyarakat Paleolitik (Mijares & Salvador, 2000; Mijares, 2005; Shott & Sillitoe, 2005; Barker *et al.*, 2007; White, 2011). Eksperimen repihan dijalankan mengikut gerak kerja yang mewakili fungsi tertentu seperti gerakan menegak (aktiviti meraut), melintang (aktiviti menggergaji) dan putaran (aktiviti menggerudi). Kesemua jenis gerakan ini menghasilkan atribut kesan guna yang berbeza pada mata tepi repihan. Oleh itu, atribut yang terhasil ini dijadikan indikator perbandingan dengan alat repih Tingkayu melalui kaedah analisis imej.

Analisis imej merupakan kaedah yang boleh digunakan untuk menyokong data kualitatif, iaitu melibatkan data pemerhatian secara mikroskopik. Teknik analisis imej ini merupakan kaedah aplikasi digital untuk mengenal pasti nilai warna yang terasing daripada warna asal objek. Kaedah ini sering digunakan sebagai alat diagnostik yang digunakan oleh pelbagai bidang penyelidikan termasuklah perubatan, kejuruteraan

dan sains gunaan (Yoo & Metaxas, 2005; Moreaud *et al.*, 2009; Xu *et al.*, 2011; Gramfort *et al.*, 2014). Kaedah ini mengenal pasti sekurang-kurangnya sebahagian daripada sifat tertentu permukaan setiap bahan. Analisis imej bergantung pada imej secara mikro melalui pemerhatian di bawah pembesaran kuasa rendah dengan menggunakan mikroskop stereo. Kaedah analisis ini menjadi medium tambahan untuk membina interpretasi dan mengenal pasti atribut kesan guna pada alat batu. Analisis imej dapat membantu mengenalpastian kesan haus pada mata tepi alat repih dengan menghasilkan variasi warna yang berbeza berdasarkan tinggi rendah tekstur permukaan pada mata tepi alat repih (Lerner, 2007). Nilai profil warna yang terhasil juga menunjukkan perbezaan ketinggian gilapan pada permukaan mata tepi alat. Ketinggian gilapan ini juga bergantung pada cerapan penggunaan alat. Semakin tinggi nilai gilapan semakin banyak variasi warna yang terhasil pada mata tepi alat repih. Atribut kesan gilapan pada mata tepi akan memberikan perubahan ketara pada nilai permukaan bergilap yang menunjukkan fungsi tertentu pada alat batu (Lerner, 2007). Fungsi alat repih dapat dibahagikan kepada gerakan melintang, menegak dan putaran.

Pendekatan ini secara tidak langsung membantu dalam mengenalpastian jenis dan corak taburan gilapan pada mata tepi dengan lebih jelas. Selain itu, analisis turut menentukan ukuran perkembangan gilapan dan kesan haus pada permukaan batuan dengan lebih terperinci. Hal ini membuktikan bahawa alah repih bukan sahaja boleh diukur tetapi juga dapat menentukan nilai perkembangan gilapan berdasarkan jumlah bilangan piksel sesuatu imej. Oleh itu, pemerhatian terhadap perbezaan taburan gilapan akan lebih jelas dan mudah. Kaedah ini digunakan untuk menentukan kesan guna terhadap batuan dan media yang berbeza bagi mengesan corak serta ketinggian gilapan berdasarkan nilai kelabu yang tinggi (*threshold*) (Lerner, 2007; 2009).

Sebanyak 15 sampel alat repih dari tapak Tingkayu yang terdiri daripada pelbagai jenis morfologi telah dipilih bagi menentukan fungsinya. Morfologi alat repih yang dipilih terdiri daripada alat repih bergerigi, berperimping, bertakik dan bertirus. Alat repih yang dipilih ini mempunyai atribut kesan guna yang paling ketara hasil daripada analisis makro.

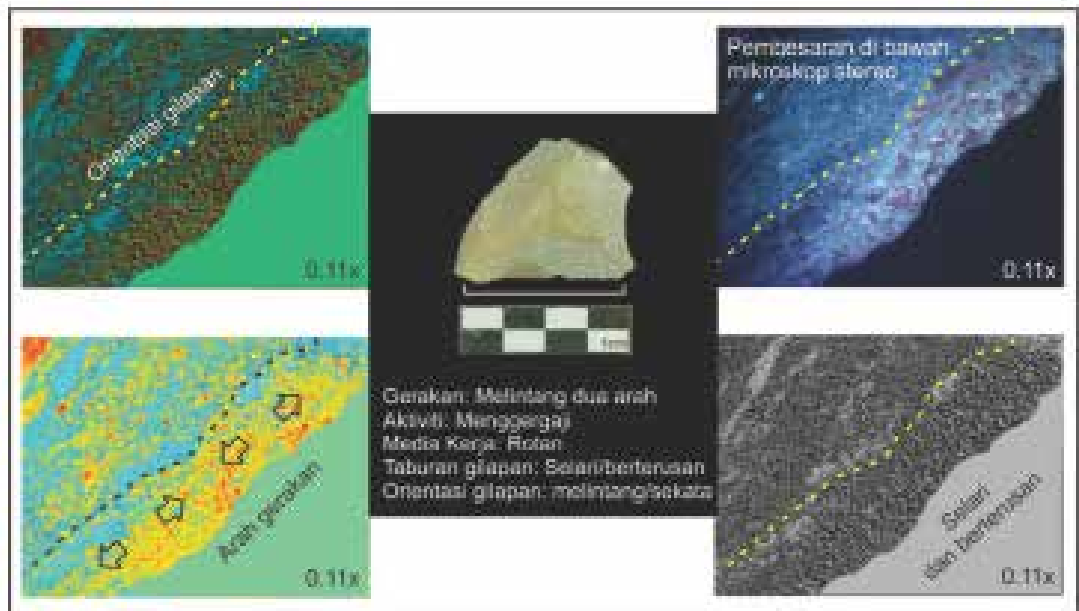
## **ANALISIS IMEJ**

Hasil eksperimen menunjukkan perbezaan yang ketara pada atribut gilapan dan kesan haus pada ketiga-tiga jenis aktiviti. Didapati gerakan yang berbeza akan menghasilkan atribut kesan guna berbeza, dan jelas menggambarkan fungsi alat batu. Rajah 1 menunjukkan atribut kesan guna pada eksperimen repihan menggergaji. Berdasarkan

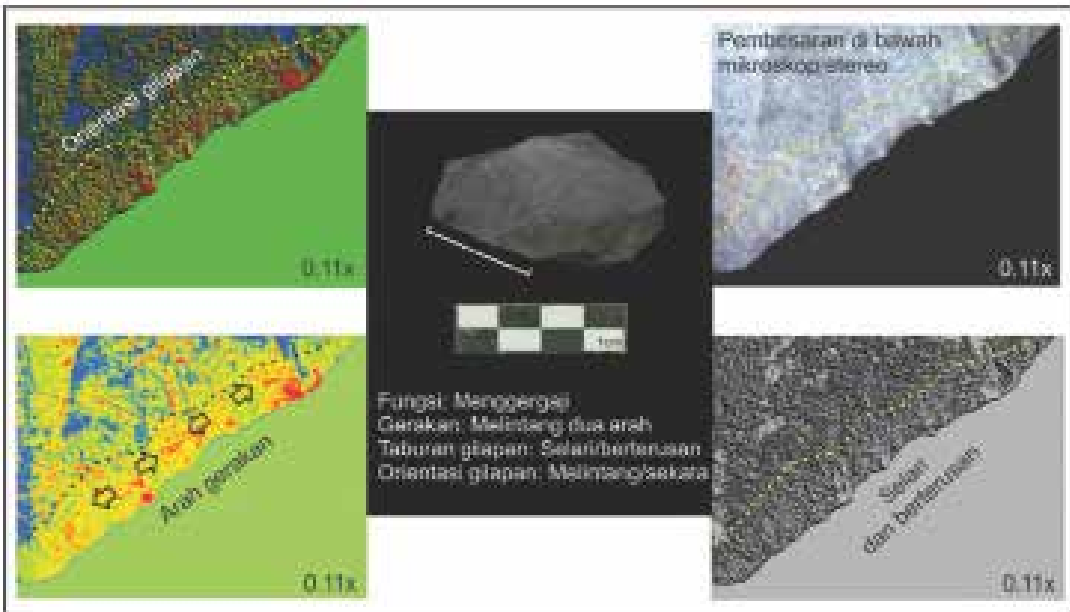
pemerhatian di bawah mikroskop stereo menunjukkan bahawa orientasi dan corak gilapan adalah selari dengan mata tepi. Hasil analisis imej turut menunjukkan kepadatan variasi (*density variation*), warna lebih menumpu pada bahagian mata tepi repihan. Arah gerakan yang selari dengan mata tepi telah menghasilkan taburan gilapan dan kesan haus yang sekata sepanjang mata tepi repihan.

Hasil perbandingan dengan atribut kesan guna alat repih Tingkayu adalah sama dengan hasil eksperimen menggergaji, iaitu mempunyai atribut orientasi dan corak gilapan. Variasi kepadatan warna pada analisis imej menunjukkan taburan gilapan lebih tertumpu pada bahagian mata tepi dan bersifat sekata. Atribut ini wujud kerana adanya faktor pergerakan dua arah pada bahagian mata tepi alat repih yang berkemungkinan telah digunakan untuk fungsi menggergaji. Menurut Borel *et al.*, (2013), taburan gilapan dan kesan kebundaran yang menyeluruh serta sekata di sepanjang mata tepi menunjukkan alat repih telah digunakan untuk memotong atau menggergaji kayu, buluh atau rotan.

Aktiviti meraut pada eksperimen repihan menunjukkan perkembangan taburan gilapan dan kesan haus adalah secara menegak ke atas dan lebih bersudut pada mata tepi repihan. Kesan haus ini menunjukkan pergerakan aktiviti meraut adalah vertikal dengan sudut mata tepi. Corak gilapannya pula tidak sekata dengan mata tepi, dan



**Rajah 2** Eksperimen repihan yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti menggergaji.

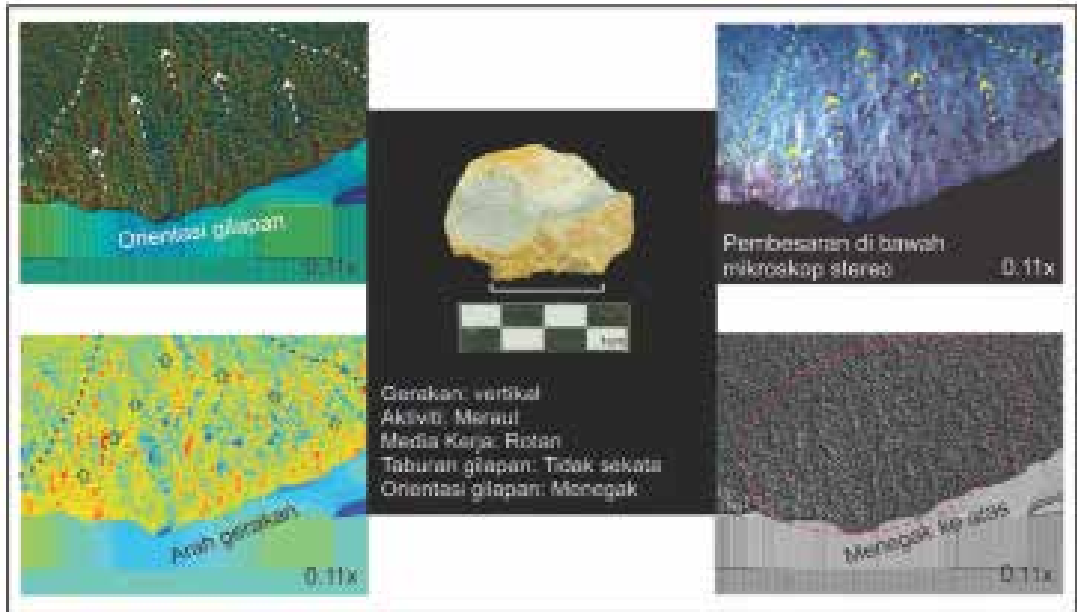


**Rajah 3** Artifak alat repih yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti menggergaji.

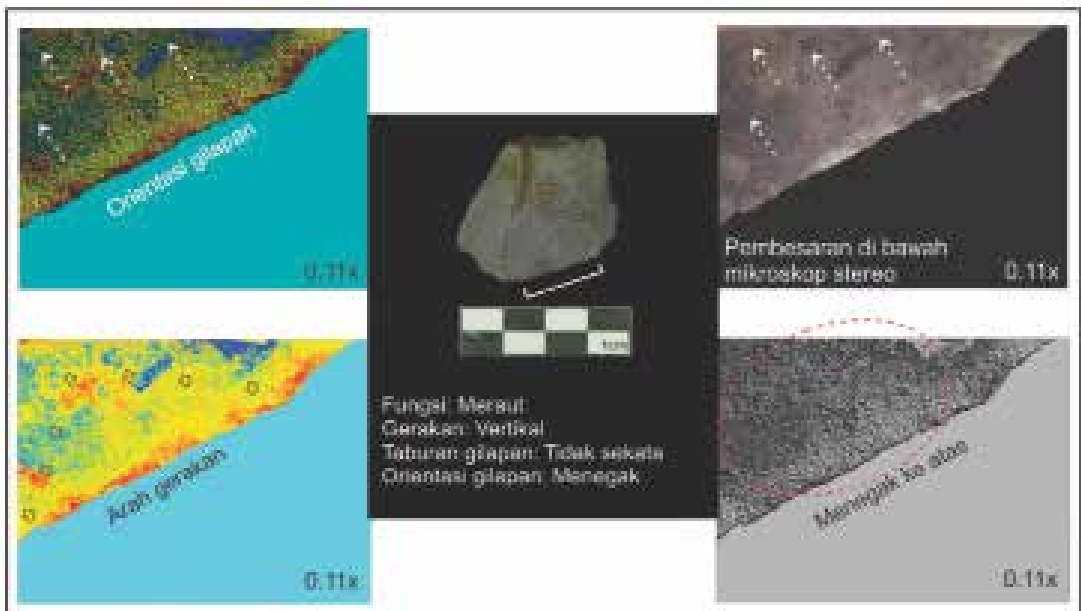
lebih bersifat setempat (Rajah 3). Sementara alat repih Tingkayu pula menunjukkan atribut kesan guna yang sama dengan atribut kesan guna pada eksperimen. Oleh itu, orientasi gilapannya adalah secara menegak dan bersudut tepat dengan mata tepi. Analisis imej tersebut turut menunjukkan taburan variasi yang berwarna pada tahap ketinggian kesan haus pada mata tepi alat repih (Rajah 5).

Kajian oleh Xhaufclair dan Pawlik (2010) menunjukkan bahawa aktiviti meraut atau mengikis akan menghasilkan tahap kebundaran yang tinggi pada sudut mata tepi. Faktor ini dipengaruhi oleh geseran pada media kerja yang bersifat setempat dan lebih tertumpu pada satu bahagian mata tepi sahaja. Oleh sebab pergerakannya menegak maka taburan gilapannya adalah tidak sekata dan vertikal dengan mata tepi (Evans & Donahue, 2005). Malahan, variasi taburan warna pada mata tepi yang terhasil pada aktiviti meraut adalah pendek berbanding variasi taburan warna yang sekata sepanjang mata tepi yang terhasil pada aktiviti menggergaji.

Gerakan putaran menunjukkan variasi taburan warna yang menumpu pada mata hujung tirus (Rajah 6 dan Rajah 7). Perkembangan atribut kesan guna didapati lebih menumpu pada mata hujung kerana kesan haus yang tinggi pada mata hujung. Faktor ini wujud disebabkan oleh bahagian hujung mata tirus telah digunakan untuk

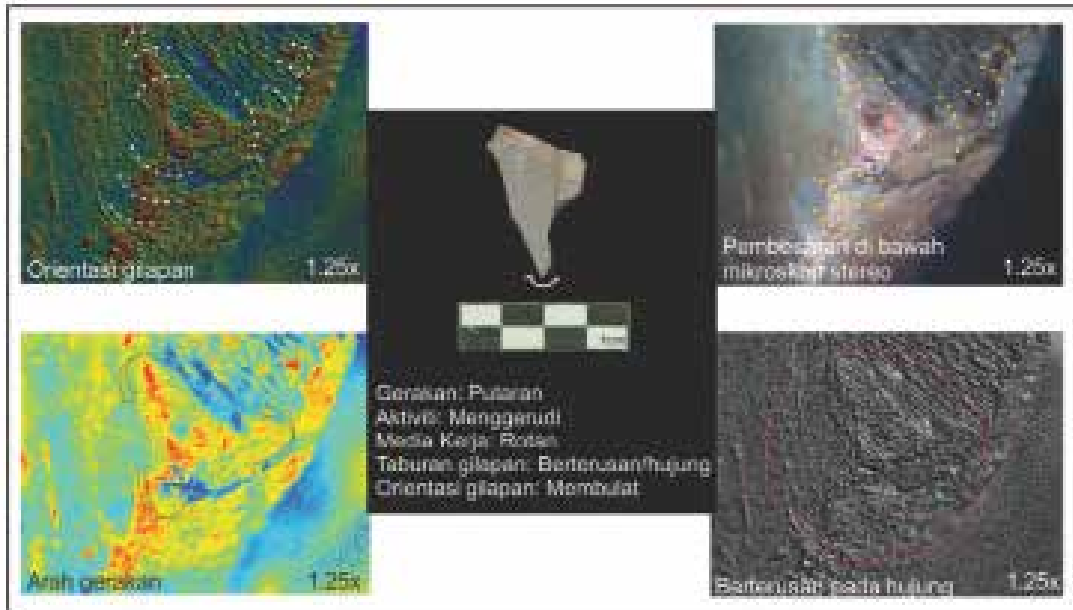


**Rajah 4** Eksperimen repihan yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti meraut.

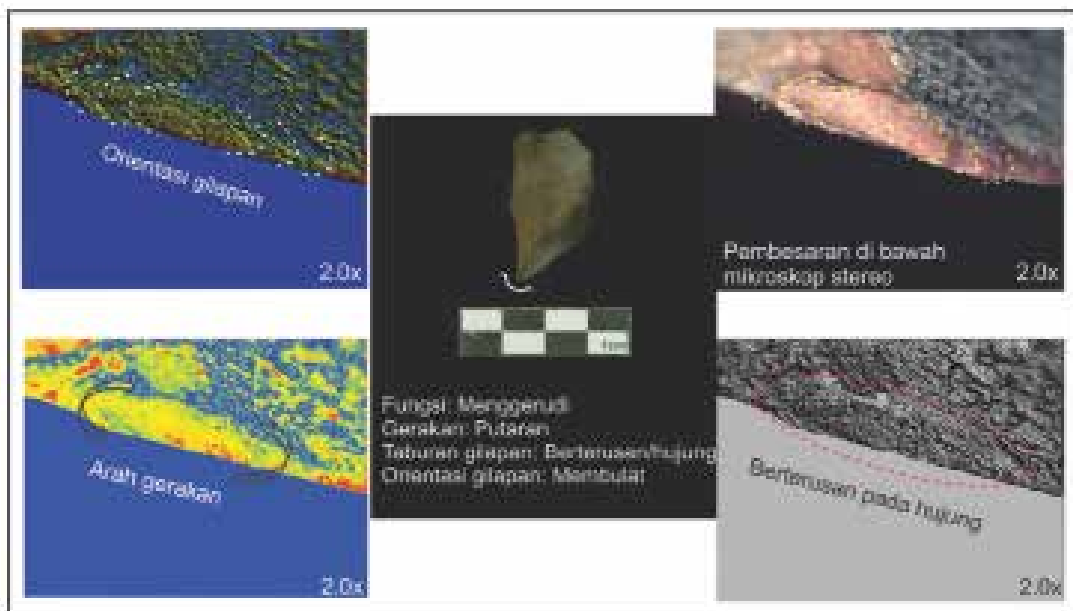


**Rajah 5** Artifak alat repihan yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti meraut.





**Rajah 6** Eksperimen repihan yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti menggerudi.



**Rajah 7** Artifak alat repih yang menunjukkan atribut kesan guna pada mata tepi bagi aktiviti menggerudi.

menggerudi dan tahap kebulatan pada hujung mata tirus repihan juga adalah tinggi (Rajah 6).

Berdasarkan imej mikro menunjukkan kesan bulat yang tinggi dan mata hujung tirus mempunyai kesan linear yang membulat. Kesan linear yang membulat ini terhasil akibat aktiviti gerakan secara putaran. Hasil perbandingan jelas menunjukkan bahawa alat repih Tingkayu (Rajah 7) kemungkinan digunakan untuk menebuk lubang pada kayu, buluh atau rotan. Terdapat taburan variasi warna pada mata hujung alat repih dan imej mikro juga menunjukkan tahap gilapan serta kesan haus yang tinggi pada mata hujung alat.

## PERBINCANGAN

Hasil analisis imej dan pemerhatian secara mikro menunjukkan alat repih Tingkayu digunakan untuk menggergaji, meraut atau mengikis dan menggerudi. Kajian ini secara tidak langsung menyokong kajian kesan guna oleh Bellwood (1988) dengan menggunakan kaedah pembesaran kuasa rendah (10-20x). Menurut Bellwood alat repih tapak Tingkayu berfungsi untuk menggergaji, mengikis atau meraut. Namun begitu, mungkin terdapat fungsi lain yang memerlukan kajian lanjut seperti fungsi menggaris dan menghiris.

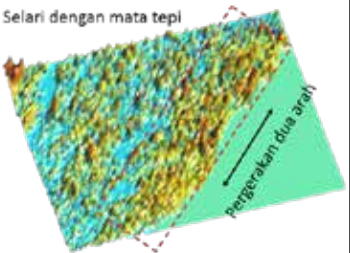
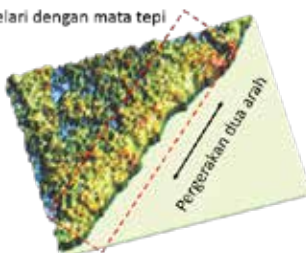

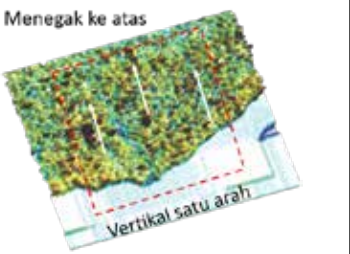
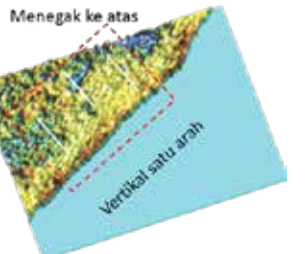

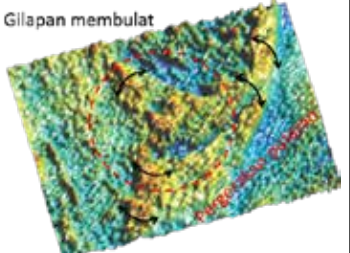
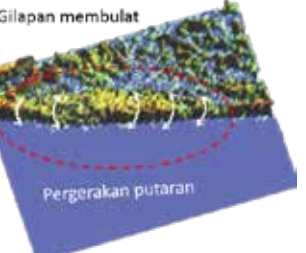

Hasil analisis imej secara tiga dimensi pula menunjukkan alat repih Tingkayu menghasilkan atribut kesan guna yang jelas kerana sifat materialnya yang halus. Pemilihan jenis material sangat mempengaruhi tekstur permukaan dan kesan guna yang terhasil pada mata tepi. Tekstur permukaan secara 3D bergantung pada tahap kehausan pada permukaan mata tepi alat repih. Imej analisis membezakan tekstur permukaan yang berbeza dengan menggunakan ketinggian nilai kelabu pada permukaan. Nilai kelabu memaparkan perbezaan tinggi rendah permukaan pada mata tepi berdasarkan variasi warna yang terhasil. Selain itu, tekstur permukaan bergantung pada cerapan penggunaan alat. Semakin kerap alat digunakan semakin tinggi nilai kelabu pada mata tepi. Maka, variasi warna yang terhasil pada tekstur permukaan secara 3D semakin jelas dan lebih terperinci.

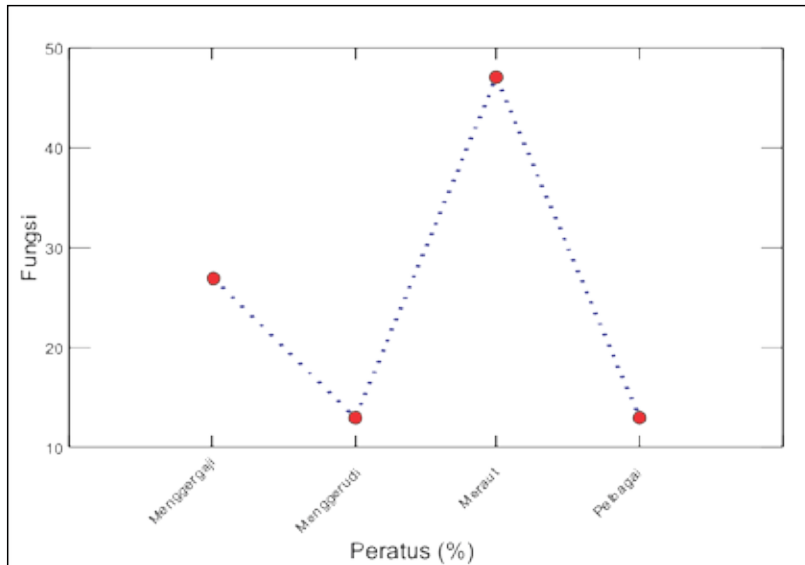
Perbandingan secara tiga dimensi terhadap tekstur permukaan mata tepi repihan dan alat repih Tingkayu menunjukkan ketiga-tiga arah gerakan menghasilkan atribut kesan guna yang berbeza. Arah gerakan ini mempengaruhi pembentukan kesan haus pada tekstur permukaan mata tepi. Jadual 1 menunjukkan gerakan menggergaji menghasilkan tekstur permukaan yang sekata, lebih panjang dan menunjukkan berlakunya gerakan dua arah sepanjang mata tepi. Sementara gerakan secara vertikal bagi aktiviti meraut menunjukkan tekstur permukaan secara 3D lebih ke dalam dan pendek manakala tekstur permukaan pada gerakan putaran pula lebih menumpu pada

bagian hujung dan lebih bersifat membulat. Tekstur permukaan yang terhasil pada alat repih Tingkayu adalah sangat jelas. Hal ini mungkin berkaitan dengan faktor kekerapan alat tersebut digunakan terhadap media kerja yang keras.

Hasil analisis imej menunjukkan fungsi meraut paling banyak, iaitu sebanyak 47%, manakala menggergaji sebanyak 27% dan fungsi menggerudi serta pelbagai fungsi masing-masing mewakili sebanyak 13% (Rajah 8). Secara tidak langsung dapatan ini menunjukkan bahawa masyarakat awal Tingkayu menggunakan alat repih untuk mengikis atau meraut, menggerudi dan menggergaji. Hasil analisis ini turut membuktikan bahawa alat repih Tingkayu digunakan untuk pelbagai fungsi dan tidak digunakan untuk fungsi yang terhad untuk, mengikis sahaja, seperti yang

**Jadual 1** Perbandingan imej analisis secara 3 dimensi terhadap tekstur permukaan yang terhasil pada repihan dan artifak alat repih.

Fungsi	Perbandingan atribut kesan guna		Arah Gerakan/ Aktiviti
	Ekperimen	Artifak	
Menggergaji	Selari dengan mata tepi 	Selari dengan mata tepi 	Aktiviti menggergaji 
Meraut	Menegak ke atas 	Menegak ke atas 	Aktiviti meraut 
Menggerudi	Gilapan membulat 	Gilapan membulat 	Aktiviti menggerudi 



**Rajah 8** Konsentrasi fungsi alat repih masyarakat awal tapak terbuka Tingkayu.

dikatakan oleh sebilangan pengkaji Barat (Higham, 2013; Moore, 2013; Bleed, 2001; Borel *et al.*, 2013).

## KESIMPULAN

Kajian ini turut mengukuhkan interpretasi Bellwood (1988) yang menyatakan bahawa fungsi alat repih tapak Tingkayu berfungsi sebagai alat untuk menggergaji, meraut atau mengikis. Hasil analisis imej ini turut menunjukkan bukti bahawa tapak Tingkayu mempunyai alat repih dengan pelbagai fungsi. Hal ini membuktikan bahawa masyarakat awal Tingkayu mempunyai pengetahuan untuk menghasilkan alat repih pelbagai guna dan ekonomik serta beradaptasi dengan material batuan secara maksimum. Oleh sebab itu, mata tepi alat repih Tingkayu didapati lebih tumpul dan terdapat perapian semula pada mata tepi alat yang menunjukkan bukti penggunaan semula.

Berdasarkan hasil analisis imej pada tekstur permukaan juga menunjukkan alat repih Tingkayu telah digunakan untuk media kerja yang lebih keras seperti kayu. Bukti ini dapat dikenal pasti melalui kesan haus yang terdapat pada mata tepi alat repih iaitu menunjukkan variasi perbezaan tekstur permukaan yang tinggi pada imej 3D. Kebiasaannya kehadiran atribut tersebut menunjukkan bahawa alat repihnya

telah digunakan ke atas media kerja yang keras (Andrefsky, 2008; Borel *et al.*, 2014; Bird *et al.* 2007; Fullagar *et al.* 2012). Selain itu, alat repih tapak Tingkayu juga lebih kerap digunakan kerana terdapat kesan haus dan gilapan yang tinggi pada mata tepi alat repih. Cerapan penggunaan alat repih ini mempengaruhi ketinggian gilapan pada mata tepi alat (Sano, 2012; Sahnouni *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2010; Dominguez- Rodrigo *et al.*, 2005). Secara keseluruhannya, hasil analisis ini telah dapat membantu dalam menginterpretasikan tentang fungsi alat repih tapak terbuka Tingkayu. Seterusnya menjawab persoalan tentang fungsi alat repih di Malaysia dan Asia Tenggara. Selain itu, ia turut memberi gambaran tentang adaptasi masyarakat awal Tingkayu.

## PENGHARGAAN

Ribuan terima kasih diucapkan kepada Naib Canselor Prof. Datuk Dr. Asma Ismail kerana memberikan kepercayaan yang tinggi untuk menjayakan kajian ini. Penyelidikan ini juga tidak akan dapat dilakukan tanpa adanya dana daripada geran Projek Teknologi Litik di Zaman Paleolitik di Malaysia (1001/PARKEO/870013), geran Penyelidikan Arkeologi Malaysia dan Global (1001/PARKEO/870015), geran Kajian Arkeologi Utara Sabah: Eksplorasi Bukti Manusia Awal (203/PARKEO/6730139) serta geran Kajian Bukti Laluan Migrasi Zaman Paleolitik di Timur Sabah, Sabah (1001/ PARKEO/ 8016020). Setinggi-tinggi penghargaan kepada Puan Joanna Datuk Kitingan mantan Pengarah Jabatan Muzium Sabah kerana telah memberikan sokongan dan kepercayaan untuk menjalankan kajian ini. Tidak lupa juga ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada kakitangan Bahagian Arkeologi, Jabatan Muzium Sabah yang banyak membantu dalam menjayakan kajian ini. Seterusnya ucapan terima kasih diucapkan pada rakan-rakan seperjuangan dan warga staf Pusat Penyelidikan Arkeologi Global USM atas segala jasa, tunjuk ajar dan tenaga yang dicurahkan sepanjang kajian dijalankan.

## RUJUKAN

- Andrefsky, W. (2008). *Lithic technology: Measures of production, use and curation*. Cambridge University Press.
- Barker, G.W.W., Barton, H., Bird, M., Daly, P., Datan, I., Dykes, A., Farr, L., Gilbertson, D., Harrison, B., Hunt, C., Higham, T., Kealhofer, L., Krigbaum, J., Lewis, H., McLaren, S., Paz, V., Pike, A., Piper, P., Pyatt, B., Rabett, R., Reynolds, T., Rose, J., Rushworth, G., Stephens, M., Stringer, C., Thompson, J. dan Turney, C. (2007). The human revolution in lowland

- tropical Southeast Asia: The antiquity and behaviour of anatomically modern humans at Niah Cave (Sarawak, Borneo). *Journal of Human Evolution*, 52 (3), 243–261
- Bellwood, P. (1988). Archeological research in South-Eastern Sabah. *Sabah Museum Monograph*, 2282.
- Bird, C., Minichillo, T., dan Marean, C. W. (2007). Edge damage distribution at the assemblage level on Middle Stone Age lithics: An image-based GIS approach. *Journal of Archaeological Science*, 34(5), 771–780.
- Bleed, P. (2001). Trees or chains, links or branches: conceptual alternatives for consideration of stone tool production and other sequential activities. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 8(1), 101–127.
- Borel, A., Gaillard, C., Moncel, M. H., Sala, R., Pouydebat, E., Simanjuntak, T., dan Sémah, F. (2013). How to interpret informal flakes assemblages? Integrating morphological description, usewear and morphometric analysis gave better understanding of the behaviors of anatomically modern human from Song Terus (Indonesia). *Journal of Anthropological Archaeology*, 32(4), 630–646.
- Borel, A., Ollé, A., Vergés, J. M., & Sala, R. (2014). Scanning electron and optical light microscopy: Two complementary approaches for the understanding and interpretation of usewear and residues on stone tools. *Journal of Archaeological Science*, 48, 46–59.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T. R., Semaw, S., dan Rogers, M. J. (2005). Cutmarked bones from Pliocene archaeological sites at Gona, Afar, Ethiopia: implications for the function of the world's oldest stone tools. *Journal of Human Evolution*, 48(2), 109–121.
- Evans, A. A., dan Donahue, R. E. (2005). The elemental chemistry of lithic microwear: An experiment. *Journal of Archaeological Science*, 32(12), 1733–1740.
- Fullagar, R., Liu, L., Bestel, S., Jones, D., Ge, W., Wilson, A., dan Zhai, S. (2012). Stone tool-use experiments to determine the function of grinding stones and denticulate sickles. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association* 32 (2012), 29–44
- Gramfort, A., Poupon, C., dan Descoteaux, M. (2014), Denoising and fast diffusion imaging with physically constrained sparse dictionary learning. *Medical Image Analysis*, 18(1), 36–39
- Higham, C. (2013). Hunter-gatherers in Southeast Asia: From prehistory to the present. *Human Biology*, 85(1), 21–43.
- Jaffrie Ignatius (2000). Pulau Balambangan dan sumbangannya kepada Zaman Paleolitik di Asia Tenggara. Tesis Sarjana. Universiti Sains Malaysia: Pulau Pinang. (tidak diterbitkan).
- Lerner, H. (2007). Digital image analysis and usewear accrual as a function of raw material: An example from Northwestern New Mexico. *Lithic Technology* 32 (1), 5167.
- Lerner, H. (2009). Lithic raw material variability and usewear accrual on shortterm use implements: An example from Northwestern New Mexico. Sternke, F., Costa, L. J., dan Eigeland, L., (eds.). *Nonflint Raw Material Use in Prehistory: Old Prejudices and New Directions*, *Proceedings of the 15th Congress of the U.I.S.P.P. Archaeopress*, Oxford.
- Liu, L., Field, J., Fullagar, R., Zhao, C., Chen, X., dan Yu, J. (2010). A functional analysis of grinding stones from an early Holocene site at Donghulin, North China. *Journal of Archaeological Science*, 37(10), 2630–2639.

- Mijares, A. S. (2005). The archaeology of Peñablanca cave sites, Northern Luzon, Philippines. *Journal of Austronesian Studies*, 1, 65–93.
- Mijares, A. dan Salvador B. (2000). An expedient lithic technology in Northern Luzon (Philippines). *Lithic Technology* 26(2), 138–152.
- Mokhtar Saidin. (2014). Urutan Kronologi Prasejarah Sabah. Mokhtar Saidin dan Jeffrey Abdullah (eds.). Sumbangan Sabah kepada Arkeologi Asia Tenggara: Hasil penyelidikan 20 Tahun (1993-2013). *Monograf Muzium Sabah Volume 12, Sabah: Jabtan Muzium Sabah*.
- Mokhtar Saidin. (1998). Kebudayaan paleolitik di Malaysia - sumbangan tapak Lawin, Perak dan Tingkayu, Sabah. Tesis Doktor Falsafah, Universiti Sains Malaysia (tidak diterbitkan).
- Moore, M. W. (2013). Simple stone flaking in Australasia: Patterns and implications. *Quaternary International*, 285, 140-149.
- Moreaud, M., Revel, R., Jeulin, D., dan Morard, V. (2009), Size of boehmite nanoparticles by TEM images analysis. *Image Analysis and Stereology*, 28, 187-193.
- Sahnouni, M., Rosell, J., van der Made, J., Vergès, J.M., Ollé, A., Kandi, N., Harichane, Z., Derradji, A. and Medig, M., (2013). The first evidence of cut marks and usewear traces from the Plio-Pleistocene locality of El-Kherba (Ain Hanech), Algeria: implications for early hominin subsistence activities circa 1.8 Ma. *Journal of human evolution*, 64(2), 137–150.
- Sano, K. (2012). Functional variability in the Magdalenian of north-western Europe: a lithic microwear analysis of the Gönnersdorf K-II assemblage. *Quaternary international*, 272, 264–274.
- Shott, M., J. dan Sillitoe, P. (2005). Use Life and Curation in New Guinea Experimental Used Flakes. *Journal of Archaeological Science* 32. 653–663.
- White, J. C. (2011). *Emergence of cultural diversity in mainland Southeast Asia: a view from prehistory*. Dynamics of human diversity. Canberra: Pacific Linguistics.
- Xhauflair, H., dan Pawlik, A. (2010). Usewear and residue analysis: contribution to the study of the lithic industry from Tabon Cave, Palawan, Philippines. *Ann. Univ. Ferrara Mus. Sci. Nat.*, 6, 147–154.
- Xu, J., Janowczyk, A., Chandran, S., dan Madabhushi, A. (2011), A High-Throughput Active Contour Scheme for Segmentation of Histopathological Imagery. *Medical Image Analysis*, 15(6).
- Yoo, T. S., dan Metaxas, D. N. (2005), Open Science – Combining Open Data and Open Source Software: Medical Image Analysis with the Insight Toolkit. *Medical Image Analysis*, 9(6).

Diperoleh (*received*): 11 Februari 2019

Diterima (*accepted*): 25 Mac 2019