

Konservasi Keramik Bawah Air

Leliek Agung Haldoko, Yudi Suhartono, Arif Gunawan

Balai Konservasi Borobudur

Email : leliek_agung@yahoo.co.id

Abstrak : Keramik sebagai salah satu jenis tinggalan bawah air memiliki nilai penting bagi sejarah, kebudayaan dan ilmu pengetahuan sehingga dapat ditetapkan sebagai cagar budaya. Penanganan keramik bawah air yang ditemukan di laut merupakan yang paling sulit karena keramik akan terkena pengaruh dari garam terlarut maupun endapan karang yang dapat mempercepat kerusakan dan pelapukan. Selain itu keramik yang ditemukan tidak selalu dalam keadaan utuh, ada yang pecah menjadi fragmen-fragmen, maupun ada fragmen yang hilang.

Karena itu diperlukan cara yang efektif untuk membersihkan endapan karang tanpa merusak keramik. Pada penelitian ini yang dipakai untuk pembersihan endapan karang adalah larutan jenuh CO_2 . Selanjutnya hasil pembersihan yang didapatkan dibandingkan dengan pembersihan endapan karang menggunakan dengan HCl 5 %, asam sitrat 5 % dan dengan cara direbus. Untuk penyambungan fragmen keramik digunakan *animal glue* dalam hal ini adalah gelatin dan anchor.

Pembersihan endapan karang dengan larutan jenuh CO_2 didapatkan hasil bahwa endapan karang yang lunak dapat terlepas sedangkan untuk endapan karang yang keras dapat menjadi lunak, tetapi noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang. HCl 5 % dan asam sitrat 5 % efektif untuk menghilangkan endapan karang sekaligus menghilangkan noda besi pada permukaan keramik, tetapi dampak negatif untuk pembersihan dengan HCl adalah glasir ikut mengelupas, sedangkan untuk pembersihan dengan asam sitrat adalah permukaan keramik menjadi berwarna kekuningan. Untuk pembersihan endapan karang dengan direbus, di beberapa bagian masih terdapat endapan karang yang keras. Selain itu noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang. Untuk penyambungan fragmen keramik dengan gelatin maupun anchor dapat merekat kuat. Untuk melepas sambungan, keramik hanya perlu direndam air dan dalam beberapa menit akan terlepas dengan sendirinya.

Kata kunci : keramik, pembersihan endapan karang, penyambungan, larutan jenuh CO_2 , *animal glue*

Abstract : Ceramic is one of underwater heritages, which is designated as cultural heritage because it has important values for history, culture and sciences. The treatment for underwater ceramic found in the sea is the most difficult one because the ceramic is impacted both from soluble salt and coral that catalyst the damage and deterioration. Moreover, ceramic is not always found in one piece, but usually broken into fragments, or even worse, discovered with missing fragments.

Effective method is needed to clean the coral without damaging the ceramic. This study is aimed to experiment the cleaning using saturated solution CO_2 . The result is compared with the cleaning using HCl 5 %, citric acid 5 % and boiling method. Animal glues, especially gelatin and anchor, are used for the reconstruction of fragments into one piece of ceramic.

By using saturated solution CO_2 , the result shows that soft coral could be detached while the hard coral would become soft. Nevertheless, the iron stain is still stuck into the ceramic. HCl 5 % and citric acid 5 % is effective in removing the coral as well as the iron stain. However, they also have negative impact because HCl 5 % would also remove the glaze while citric acid would make the ceramic surface become yellowish. The boiling method shows that it cannot remove some sections of hard coral. Moreover, the iron stain is still stuck in the surface. The reconstruction using gelatin and anchor shows good result while the reconstruction could be loosen by soaking the ceramic in water for several minutes. The method proves that the glue would detach by itself.

Keywords : ceramic, coral cleaning, reconstruction, saturated solution CO_2 , animal glue

A. Latar Belakang

Tinggalan bawah air memiliki nilai penting bagi sejarah, kebudayaan, dan ilmu pengetahuan sehingga dapat ditetapkan sebagai cagar budaya. Pelestarian cagar budaya tinggalan bawah air sangat penting untuk dilakukan karena tingginya nilai penting cagar budaya tersebut serta

umumnya telah mengalami kerusakan dan pelapukan. Karena itulah diperlukan tindakan konservasi.

Konservasi menjadi bagian yang penting dalam penelitian arkeologi. Permasalahan yang ada akan semakin kompleks pada tinggalan bawah air seperti pada sungai atau laut. Salah satu dari tinggalan bawah air adalah keramik.

Keramik bawah air ini biasanya ditemukan pada kapal yang tenggelam pada masa lampau. Penanganan keramik bawah air yang ditemukan di laut merupakan yang paling sulit dari keramik bawah air yang ada, karena keramik akan terkena pengaruh dari garam terlarut maupun endapan karang yang dapat mempercepat kerusakan dan pelapukan. Selain itu keramik yang ditemukan tidak selalu dalam keadaan utuh, ada yang pecah menjadi fragmen-fragmen, maupun ada fragmen yang hilang. Untuk itu diperlukan penanganan yang tepat untuk menyelamatkan keramik bawah air dari kerusakan dan pelapukan yaitu dengan tindakan konservasi.

Konservasi yang dilakukan berkaitan dengan semua kegiatan untuk menyelamatkan artefak, yang dalam hal ini adalah keramik bawah air. Konservasi mempunyai 2 fungsi utama, yaitu preservasi dan restorasi. Preservasi bertujuan untuk membuat stabil, mempertahankan dari kerusakan dan kerapuhan serta kemunduran dari sifat-sifat yang terkandung pada artefak secara fisik. Tindakan ini diikuti dengan usaha untuk menyesuaikan artefak dengan lingkungan baru. Restorasi bertujuan untuk mengembalikan artefak sesuai dengan bentuk aslinya atau sesuai dengan bentuk ketika awal mula dibuat. Restorasi dibarengi dengan modifikasi materi untuk mengganti struktur atau bagian dari artefak yang hilang. Dalam artikel ini akan dibahas mengenai pembersihan endapan karang dan penyambungan keramik dengan bahan perekat yang *reversible*.

B. Metode

Objek penelitian yang dipakai adalah keramik bawah air yang ada di laboratorium konservasi Balai Konservasi Borobudur. Keramik bawah air ini berasal dari kapal tenggelam di perairan utara Cirebon. Keramik yang akan di konservasi terlebih dahulu didokumentasikan sehingga dapat dilihat perbedaannya sebelum dan sesudah dilakukan tindakan konservasi (Hardiati, 2001). Metode konservasi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi 2 macam yaitu :

a. Pembersihan endapan karang

Untuk pembersihan endapan karang akan dilakukan dengan larutan jenuh CO_2 . Larutan jenuh CO_2 ini didapatkan dengan cara mengalirkan gas CO_2 secara terus menerus ke dalam aquades (H_2O) dalam bak penampungan. Dengan cara ini akan terjadi penurunan

pH karena reaksi antara CO_2 dan H_2O akan membentuk asam lemah H_2CO_3 (asam karbonat). Setelah itu keramik yang permukaannya masih ditutupi endapan karang dimasukkan ke dalam bak penampungan. Asam karbonat inilah yang akan dapat menguraikan endapan karang sehingga endapan karang yang lunak akan dapat terlepas sedangkan endapan karang yang keras dapat menjadi lunak. Selain itu sebagai pembanding juga akan dilakukan pembersihan endapan karang dengan cara lain, yaitu dengan asam klorida (HCl) 5 %, asam sitrat 5 % dan dengan cara direbus.

Penggunaan larutan asam dikarenakan endapan karang tersusun atas garam karbonat CaCO_3 maupun MgCO_3 yang merupakan garam yang bersifat basa. Larutan asam akan bereaksi dengan garam karbonat tersebut sehingga garam karbonat akan terurai dan terlepas dari permukaan keramik. Sedangkan dengan cara perebusan, garam karbonat akan mengalami dekomposisi akibat adanya pemanasan, sehingga garam karbonat akan menjadi lunak dan mudah dibersihkan. Selanjutnya dari keempat cara ini akan dibandingkan tingkat efektivitasnya dan potensi kerusakan yang ditimbulkannya.

b. Penyambungan

Penyambungan keramik pecah menggunakan beberapa bahan perekat yang *reversible*, selanjutnya dibandingkan tingkat kekuatan rekatnya. Dipilihnya bahan perekat yang *reversible* agar ketika terjadi kesalahan penyambungan dapat dilepas kembali. Bahan perekat *reversible* yang dipakai adalah *animal glue*, yaitu gelatin dan anchor. Cara membuat perekat gelatin maupun anchor



Gambar 1. Proses pembersihan endapan karang dengan larutan jenuh CO_2



Gambar 2. Gelatin



Gambar 3. Anchor



Gambar 4. Proses penyambungan dengan animal glue

adalah mencampurkan salah satu dari bahan tersebut dengan air lalu dipanaskan dan diaduk sampai menyatu. Selanjutnya didinginkan dan diaduk sampai mengental, baru kemudian dipakai sebagai perekat. Jika perekat mulai mengeras dapat dipanaskan untuk mencairkan kembali.

Perekat dapat langsung diaplikasikan untuk menyambung pecahan fragmen keramik. Penyambungan dilakukan secara bertahap yaitu setelah sambungan antar fragmen mengering, baru dilakukan penyambungan untuk fragmen berikutnya. Untuk menyangga agar selama proses pengeringan sambungan tidak bergeser digunakan malam (wax).

C. Pembahasan

1. Pembersihan Endapan Karang

Untuk pembersihan endapan karang dilakukan percobaan dengan pengembangan metode baru yaitu dengan menggunakan larutan jenuh CO_2 (aquades yang dialiri gas CO_2). Pertimbangan dipakainya metode baru ini adalah karena pH yang dihasilkan dari larutan jenuh CO_2 tidak terlalu rendah sehingga tidak berbahaya (tidak merusak) untuk keramik itu sendiri.

Dari percobaan ini, aquades yang sebelumnya memiliki pH 5 setelah dialiri gas CO_2 pH-nya turun menjadi 4. Hal ini dikarenakan reaksi antara gas CO_2 dan H_2O membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang merupakan asam lemah. Reaksi ini dapat terjadi karena kelarutan CO_2 dalam air yang cukup tinggi. Asam karbonat inilah yang akan menguraikan garam karbonat yang merupakan penyusun utama endapan karang. Dengan metode ini nantinya perendaman dilakukan dalam waktu yang cukup lama (sampai sehari-hari), mengingat pH yang dihasilkan dari larutan ini masih cukup tinggi.

Selain itu sebagai pembanding untuk pembersihan endapan karang dengan larutan jenuh CO_2 juga

dilakukan pembersihan endapan karang dengan HCl 5 %, asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) 5 % dan dengan cara direbus. HCl merupakan asam kuat sehingga dapat dengan cepat menguraikan garam karbonat. Selain itu juga dilakukan pembersihan endapan karang dengan asam sitrat 5 %. Asam sitrat merupakan asam lemah sehingga diharapkan dapat menghilangkan endapan karang dengan tanpa menimbulkan kerusakan pada keramik.

Pembersihan endapan karang juga dilakukan dengan cara perebusan. Dengan cara ini endapan karang yang tersusun atas garam karbonat akan mengalami dekomposisi akibat adanya pemanasan, sehingga garam karbonat akan menjadi lunak dan mudah dibersihkan. Hal ini dapat terjadi karena jika dipanaskan, kebanyakan garam karbonat cenderung mengalami dekomposisi membentuk oksida logam dan karbon dioksida. Karena itu dalam keadaan panas harus segera dibersihkan dengan bantuan scavel, sebelum kembali mengeras jika suhu turun.

Gambar 5, 6, 7, dan 8 adalah hasil pembersihan endapan karang dengan menggunakan metode-metode diatas.

Dari percobaan pembersihan endapan karang dengan larutan jenuh CO_2 (aquades yang dialiri gas CO_2) ini, untuk keramik no. 3 dilakukan perendaman selama 2 hari, sedangkan untuk keramik no. 1 dilakukan perendaman sampai gas habis (± 25 hari). Hasilnya adalah endapan karang pada keramik no. 3 telah menjadi lunak sehingga dapat dengan mudah dilakukan pembersihan mekanis dengan scavel. Penggunaan scavel diperlukan karena metode mekanis masih tetap yang paling aman untuk menghilangkan endapan karang (Hamilton, 1999).

Untuk keramik no. 1 dibiarkan terendam sampai gas CO_2 habis. Ini dilakukan untuk melihat sejauh mana larutan ini dapat menghilangkan endapan karang dengan



Gambar 5. Kondisi keramik sebelum dibersihkan



Gambar 6. Kondisi keramik setelah dibersihkan dengan larutan jenuh CO₂



Gambar 7. Kondisi keramik sebelum dibersihkan



Gambar 8. Kondisi keramik setelah dibersihkan dengan larutan jenuh CO₂

sendirinya. Hasilnya terlihat bahwa endapan karang yang lunak dapat terlepas sedangkan untuk endapan karang yang keras telah menjadi lunak. Persentase endapan karang yang lepas dengan sendirinya pada keramik no. 1 sekitar 25 %. Selanjutnya untuk endapan karang yang masih menempel pada keramik dibersihkan secara mekanis dengan scavel. Pembersihan dapat dilakukan dengan mudah karena endapan karang yang masih menempel telah menjadi lunak. Yang menjadi kekurangan dari metode ini adalah noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang.

Selain menggunakan larutan jenuh CO₂ untuk pembersihan endapan karang, sebagai pembanding juga digunakan HCl 5 %, asam sitrat 5 % dan dengan cara direbus. Pembersihan endapan karang dengan HCl 5 % dilakukan dengan perendaman selama 3 menit, sedangkan dengan asam sitrat 5 % perendaman dilakukan selama 15 menit. Pembersihan endapan karang dengan perebusan

dilakukan selama 1,5 jam pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Untuk mempercepat proses pembersihan juga dibantu dengan cara mekanis menggunakan scavel. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 9, 10, 11, 12, 13, dan 14.

Dari percobaan pembersihan endapan karang pada keramik no. 7 dengan HCl 5 % terlihat bahwa larutan ini sangat efektif dalam melarutkan endapan karang. Hal ini terjadi karena HCl merupakan asam kuat yang sangat reaktif terhadap garam karbonat. Selain itu noda besi yang menempel pada keramik juga ikut hilang. Dampak negatif yang terjadi adalah glasir ikut mengelupas sehingga permukaan keramik menjadi kasar.

Untuk percobaan pembersihan endapan karang pada keramik no. 8 dengan asam sitrat 5 % terlihat bahwa larutan ini cukup efektif untuk menghilangkan endapan karang. Selain itu noda besi yang menempel pada permukaan keramik juga ikut hilang tanpa menghilangkan glasir. Perubahan yang terjadi adalah permukaan keramik



Gambar 9. Kondisi keramik sebelum dibersihkan



Gambar 10. Kondisi keramik setelah dibersihkan dengan HCl 5 %



Gambar 11. Kondisi keramik sebelum dibersihkan



Gambar 12. Kondisi keramik setelah dibersihkan dengan asam sitrat 5 %



Gambar 13. Kondisi keramik sebelum dibersihkan



Gambar 14. Kondisi keramik setelah dibersihkan dengan direbus

menjadi berwarna kekuningan.

Terakhir adalah pembersihan endapan karang pada keramik no. 9 dengan cara direbus. Perebusan dilakukan

pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 1,5 jam. Perebusan ini tidak akan merubah fisik dari keramik karena suhu perebusan berada di bawah suhu pembakaran keramik (porselin)

yang mencapai diatas 1000°C. Hasilnya adalah beberapa bagian dari endapan karang dapat terlepas. Yang menjadi kekurangan dari metode ini adalah di beberapa bagian masih terdapat endapan karang yang keras. Selain itu noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang.

2. Penyambungan Keramik

Untuk melakukan penyambungan keramik pecah ini dilakukan percobaan dengan menggunakan bahan perekat yang *reversible*. Dasar pemilihan bahan perekat jenis ini adalah agar ketika telah dilakukan penyambungan masih dapat dikembalikan ke bentuk semula. Selain itu ketika terjadi kesalahan dalam penyambungan dapat dilepas kembali tanpa merusak permukaan sambungan. Karena itu dipilih untuk menggunakan *animal glue* yaitu bahan perekat yang berasal dari tulang atau kulit binatang. Percobaan pembuatan bahan perekat ini dilakukan dengan menggunakan gelatin dan anchor. Gelatin maupun anchor merupakan protein yang diperoleh dari hidrolisis kolagen yang secara alami terdapat pada tulang atau kulit binatang. Kata kolagen sendiri berasal dari bahasa Yunani yang artinya bersifat lekat atau menghasilkan pelekat. Untuk dapat digunakan sebagai bahan perekat, gelatin maupun anchor direbus dengan air dan selanjutnya didinginkan sampai mengental. Keunggulan perekat jenis ini selain bersifat *reversible* juga dapat digunakan untuk menyambung antar fragmen yang memiliki celah besar karena kekentalannya dapat disesuaikan.

Karena permukaan keramik yang akan disambung

memiliki luasan yang kecil dan tipis, maka agar sambungan menjadi lebih kuat perbandingan antara gelatin maupun anchor dengan air dibuat besar. Untuk keramik jenis porselin bahan perekat dibuat dengan perbandingan 1 : 1 karena bahan perekat hanya akan menempel di permukaan sambungan sehingga dibuat lebih kental. Untuk gerabah yang memiliki porositas besar, bahan perekat dibuat dengan perbandingan 1 : 2 agar lebih encer sehingga dapat meresap ke pori-pori keramik yang akan menjadikan daya rekatnya menjadi lebih besar.

Pada keramik no. 11, ketika fragmen disatukan terlihat adanya celah antar fragmen (tidak menyatu sempurna). Hal ini terjadi karena sebelumnya keramik ini pernah dilakukan penyambungan dengan lem alteco yang sifatnya tidak *reversible* sehingga bekas lem tetap menempel pada permukaan sambungan (tidak dapat dihilangkan). Karena itu untuk melakukan penyambungan kembali dibutuhkan perekat yang kental dan agak tebal sehingga dapat menyatukan fragmen-fragmen keramik yang terpisah. Pada penyambungan keramik no. 11 digunakan anchor dengan perbandingan 1 : 1 dengan air, dan hasilnya sambungan merekat dengan kuat.

Pada keramik no. 14, ketika fragmen disatukan hampir tidak terdapat celah. Untuk itu perekat yang digunakan haruslah tidak terlalu tebal agar tidak membekas pada sambungan dan dapat menyatu dengan sempurna. Pada penyambungan keramik no. 14 digunakan gelatin dengan perbandingan 1 : 1 dengan air. Hasilnya sambungan merekat kuat dan fragmen dapat menyatu dengan sempurna.



Gambar 15. Kondisi keramik sebelum dilakukan penyambungan



Gambar 16. Kondisi keramik setelah disambung dengan anchor 1 : 1



Gambar 17. Kondisi keramik sebelum dilakukan penyambungan



Gambar 18. Kondisi keramik setelah disambung dengan gelatin 1 : 1



Gambar 19. Kondisi gerabah sebelum dilakukan penyambungan



Gambar 20. Kondisi gerabah setelah disambung dengan anchor 1 : 2

Gerabah no. 13 adalah gerabah baru. Ketika fragmen disatukan hampir tidak terdapat celah dan sangat rapat. Karena gerabah memiliki porositas besar dan mudah menyerap cairan maka perekat yang dipakai adalah perekat yang encer agar dapat meresap ke pori-pori gerabah sehingga kekuatannya akan lebih besar. Karena itu yang dipakai sebagai perekat adalah anchor dengan perbandingan 1 : 2 dengan air. Dipilihnya anchor daripada gelatin sebagai perekat adalah karena dengan perbandingan yang sama (dengan air) memiliki bentuk yang lebih encer. Hasilnya sambungan merekat kuat dan fragmen dapat menyatu dengan sempurna.

Untuk mengetahui kekuatan sambungan dilakukan pengujian dengan kuat geser. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sampel bata pres yang dibentuk balok dan dipotong dengan sudut 45°. Selanjutnya pada bidang potongan tersebut diberi perekat dan dibiarkan

sampai mengering lalu diuji kuat gesernya dengan menggunakan *Universal testing Machine* (UTM) dan hasilnya pada tabel 1.

Untuk melepas sambungan keramik dapat dilakukan dengan merendam dalam air, dan dalam beberapa menit sambungan keramik tersebut akan lepas dengan sendirinya. Hal ini terjadi karena sifat dari *animal glue* (gelatin dan anchor) yang larut air.

Tabel 1. Hasil uji kuat geser anchor dan gelatin

Perekat	Kuat geser
Anchor	88,33 kg/cm ²
Gelatin	92,5 kg/cm ²



Gambar 21. Sambungan akan terlepas ketika direndam dalam air

D. Kesimpulan

Dari percobaan pembuatan larutan jenuh CO_2 , pH air menjadi menurun setelah dialiri gas CO_2 secara terus menerus. Untuk pembersihan endapan karang dengan larutan jenuh CO_2 didapatkan hasil bahwa endapan karang yang lunak dapat terlepas sedangkan untuk endapan karang yang keras dapat menjadi lunak, tetapi noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang. HCl 5 % dan asam sitrat 5 % efektif untuk menghilangkan endapan karang sekaligus menghilangkan noda besi pada permukaan keramik, tetapi dampak negatif untuk pembersihan dengan HCl adalah glasir

ikut mengelupas, sedangkan untuk pembersihan dengan asam sitrat adalah permukaan keramik menjadi berwarna kekuningan. Untuk pembersihan endapan karang dengan direbus, di beberapa bagian masih terdapat endapan karang yang keras. Selain itu noda besi yang menempel pada permukaan keramik tidak ikut hilang. Ini berarti dari beberapa metode yang dilakukan untuk pembersihan endapan karang pada keramik, setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Untuk penyambungan keramik digunakan bahan yang *reversible* yaitu dari jenis *animal glue*, agar ketika telah dilakukan penyambungan masih dapat dikembalikan ke bentuk semula dan jika terjadi kesalahan dalam penyambungan dapat dilepas kembali tanpa merusak permukaan sambungan. Untuk penyambungan keramik jenis porselin digunakan bahan perekat yang lebih kental karena luas permukaannya kecil, sedangkan untuk jenis gerabah digunakan bahan perekat yang lebih encer agar dapat meresap ke sampai pori-pori sehingga sambungannya semakin kuat. Sifat *reversible* gelatin dan anchor terletak pada sifatnya yang larut air sehingga untuk melepas sambungan, keramik hanya perlu direndam air dan dalam beberapa menit akan terlepas dengan sendirinya.

Daftar Pustaka

- Hamilton, D.L., 1999, *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*, Texas A&M University, Texas.
(<http://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/File4.htm>)
- Hardiati, E.S., 2001, *Konservasi Keramik*, Museum Nasional, Jakarta.
- Plenderleith, H.J., 1957, *The Conservation of Antiquities and Work of Art (Treatment, Repair and Restoration)*, Oxford University Press, London.
- Suhardi, Nahar Cahyandaru, Sudibyo, 2008, *Konservasi Keramik*, Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Zeebe, Richard, 2009, *Marine Carbonate Chemistry*, Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington
(http://www.eoearth.org/article/Marine_carbonate_chemistry?topic=49553)