

MEMPELAJARI FENOMENA ABSORPSI-DESORPSI AIR DARI BATU CADAS ABASAN DI WILAYAH SANGSIT BULELENG

I Wayan Karyasa

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

Email: karyasa.undiksha@gmail.com

Abstrak

Batu cadas Abasan telah dikenal sebagai bahan bangunan tradisional berarsitektur Bali Utara seperti Pura Beji di Desa Sangsit dan Pura Dalem di Desa Jagaraga karena memiliki ketahanan cuaca dalam kurun waktu yang lama, dan memiliki keunikan variasi warna yang berbeda serta dapat berubah warna dengan adanya air atau perubahan kelembaban. Penelitian awal ini bertujuan mendeskripsikan fenomena absorpsi-desorpsi air dari batu cadas Abasan yang bervariasi warna yaitu merah, merah tua, merah ungu, abu tua, dan hitam. Tiap-tiap variasi warna batu cadas dipilih secara acak di lokasi penggalian di Desa Sangsit yang selanjutnya dibuat sejumlah cuplikan berukuran 7,0 cm x 7,0 cm x 4,0 cm. Tiap-tiap cuplikan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai berat kering, selanjutnya direndam dengan air hingga mendapatkan berat basah. Sekelompok cuplikan (kelompok A) dibiarkan di tempat teduh beberapa hari hingga mencapai berat kering kembali dan sekelompok lagi (kelompok B) dijemur selama 10 jam dan dibiarkan di tempat teduh 14 jam secara berselang-seling. Pengukuran berat cuplikan dilakukan tiap-tiap 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kemampuan absorpsi dan desorpsi air batu cadas yang berbeda warna namun memiliki pola desorpsi yang mirip. Penjelasan absorpsi-desorpsi air batu cadas Abasan dapat dipakai sebagai landasan dalam menemukan *geopolimer smart material* baru.

Kata-kata Kunci: batu cadas, absorpsi, desorpsi

Abstract

Abasan Cadas Stone have already well known as material of Northern Bali architectural traditional buildings such as Beji Temple in Sangsit Village and Dalem Temple in Jagaraga Village because of its time long span resistant against weather, and its different color variation uniqueness and its color changes in the presence of water or moisture. The preliminary research was aimed to describe the phenomena of water absorption-desorption of the stones with color variation, namely red, dark red, violet-red, dark grey, and black. Each color variation of the stones was randomly chosen at mining location in Sangsit Village, and then some stone samples in size of 7.0 cm x 7.0 cm x 4.0 cm. Each sample was dried under sun rays until reaching the dry weight and then it was dipped in water until reaching wet weight. A group of samples (group A) was allowed for water desorption in ambient condition without sun rays, but the other group (group B) was allowed for water desorption with help of sun rays about 10 hours and 14 hours without sun rays. Two series of weight measurements were conducted every 24 hours. As a result, it showed that there was different water absorption-desorption abilities those stones with color variation, however their water desorption patterns were similar. The explanation of water absorption-desorption of Abasan cadas stones may be used as a foundation in finding a new geopolimer smart material.

Keywords: cadas stone, absorption, desorption.

1. Pendahuluan

Batu cadas (Bali: *paras*) merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan dalam arsitektur Bali

tradisional hingga modern. Penggunaan batu cadas dalam bangunan bersitektur Bali tidak saja untuk bahan yang dipakai dasar tembok tetapi juga digunakan sebagai bahan untuk

ekspose atau bahan pajang baik interior (dalam rumah) maupun eksterior (luar rumah). Seiring dengan perkembangan jaman, saat ini di Bali kebutuhan terhadap batu cadas semakin meningkat, sementara ketersediaan batu cadas terutama batu cadas untuk bahan ekspose dalam bangunan berarsitektur Bali tradisional maupun modern semakin langka sehingga harnyapun melambung tinggi. Sebagai contoh perbandingan harga batu cadas Silakarang (Gianyar) kelas satu pada tahun 2012 per biji (ukuran 30 cm x 16 cm x 6 cm) sekitar Rp. 15.000/biji sedangkan hasil survey saat ini (2016) batu cadas tersebut harganya mencapai Rp. 25.000/biji. Batu andesit dan jenis-jenis batu lainnya yang didatangkan dari luar Bali belum mampu menggantikan posisi batu cadas dalam bangunan berarsitektur Bali.

Di Bali Utara tepatnya di Dusun Abasan, Desa Sangsit, Kecamatan Sawan Kabupaten Buleleng terdapat potensi batu cadas yang cukup besar dan sampai saat ini pemanfaatannya masih terbatas. Batu cadas Abasan, demikian diberikan nama oleh penduduk setempat, sebenarnya telah lama digunakan sebagai bahan bangunan tradisional Bali Utara khususnya bangunan candi dan pura yang berukir seperti Pura Beji (didirikan pada tahun 1800an) di Sangsit dan Pura Dalem Segara Madu (didirikan tahun 1865) di Jagaraga Kecamatan Sawan. Kedua pura ini tergolong tua dan ornamen ukiran cadas pada candinya belum pernah dipugar semenjak dibangun namun tetap kokoh dan tidak termakan oleh cuaca dalam rentang waktu yang lama. Hal ini menunjukkan batu cadas Abasan memiliki keistimewaan yang tahan lapuk oleh cuaca maupun organisme pelapuk. Di samping itu, memiliki warna yang berbeda-beda.

Hasil observasi lapangan menemukan paling tidak ada lima varian warna yaitu merah, merah keunguan, ungu muda, abu dan hitam. Warna batu tersebut berubah sesuai dengan tingkat kekeringannya, semakin kering warnanya semakin memudar atau semakin muda. Jika batu cadas Abasan ini dibasahi, semakin banyak menyerap air maka

warnanya semakin tua. Fenomena absorpsi-desorpsi air yang disertai dengan perubahan gradasi warna yang dimiliki oleh batu cadas Abasan menarik untuk diteliti sebagai langkah awal dalam menemukan kandidat geopolimer *smart material* sensitif kelembaban. Penelitian ini ditujukan untuk menjelaskan fenomena absorpsi-desorpsi air batu cadas Abasan dengan menentukan perbandingan massa kering dan masa basah, menentukan perbandingan massa/volume dari cuplikan kering dan cuplikan basah, mengukur kemampuan penyerapan air, serta mendeskripsikan pola desorpsi air oleh batu cadas Abasan berbagai warna yang didiamkan di tempat teduh dan di tempat yang kena sinar matahari langsung.

2. Metode yang diterapkan .

Lima varian warna batu cadas yaitu merah (AM1), merah tua (AM2), merah ungu (AM3), abu tua (AH1) dan hitam (AH2) dipilih secara acak di tempat penggalian batu cadas Abasan. Selanjutnya tiap varian warna batu cadas dipotong kotak dadu dengan ukuran 7 cm x 7 cm x 4 cm sebanyak 8 buah sehingga didapat 40 buah cuplikan batu cadas berbentuk kotak dari kelima varian warna tersebut. Semua cuplikan selanjutnya dikeringkan dengan menjemur di bawah sinar matahari langsung hingga diperoleh berat kering, lalu direndam dalam air selama beberapa malam hingga didapat berat basah. Setelah diperoleh berat basah, masing-masing cuplikan beda warna dibagi dua kelompok yaitu kelompok A yang didiamkan di tempat teduh (tidak terkena sinar matahari langsung) sehari-hari hingga diperoleh berat kering kembali, dan kelompok B yang didiamkan di tempat terkena sinar matahari langsung selama 10 jam (dari jam 6.00 hingga jam 18.00) dan selanjutnya di tempat teduh selama 14 jam (18.00 – 06.00). Setiap 24 jam semua cuplikan ditimbang, di mana hari pertama adalah saat mulai percobaan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan fenomena absorpsi-desorpsi air oleh batu cadas berbeda variasi warna.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan warna cuplikan saat basah dan kering menunjukkan perubahan gradasi

warna yang signifikan seperti ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

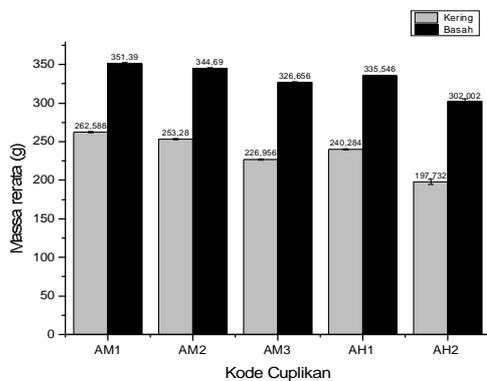


Gambar 1. Warna Cuplikan Saat Basah.



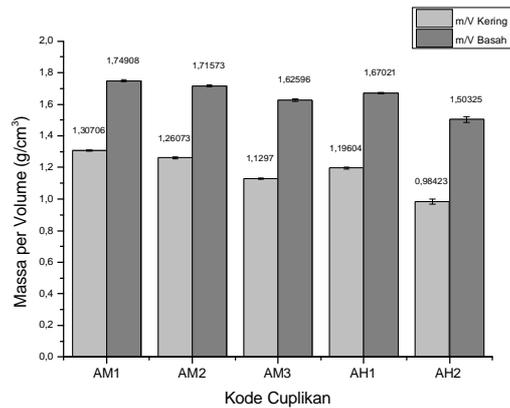
Gambar 2. Warna Cuplikan Saat Kering.

Perbandingan berat kering dan berat basah dari cuplikan menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk tiap varian warna seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Rerata berat kering cuplikan AM1 > AM2 > AH1 > AM3 > AH2. Demikian pula halnya dengan berat basah cuplikan AM1 > AM2 > AH1 > AM3 > AH2.



Gambar 3. Perbandingan Massa Rerata Cuplikan Saat Mencapai Berat Kering dan Berat Basah.

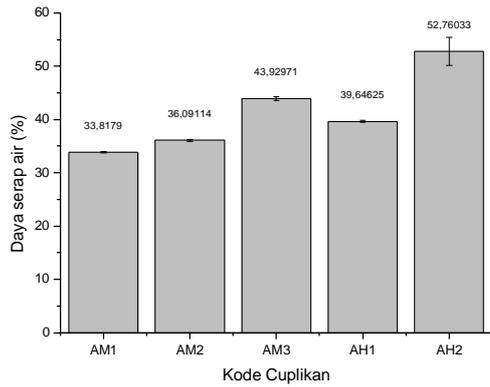
Selama proses pengeringan dan pembasahan cuplikan ukuran panjang, lebar dan tinggi dari semua cuplikan tersebut tidak berubah. Hal ini menunjukkan tidak adanya perubahan volume dari semua cuplikan, yang berarti tidak adanya proses penyusutan dan pemuai volume saat pengeringan maupun pembasahan. Air yang terserap mengisi pori-pori, demikian juga sebaliknya air yang dilepaskan ke udara saat pengeringan keluar dari pori-pori tersebut. Hal ini sejalan dengan perbandingan dari massa/volume rerata dari cuplikan saat mencapai berat kering dan berat basah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Perbandingan massa per volume (g/cm^3) dari cuplikan batu cadas Abasan saat mencapai berat kering dan berat basah ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Massa/Volume Cuplikan Saat Kering dan Basah.

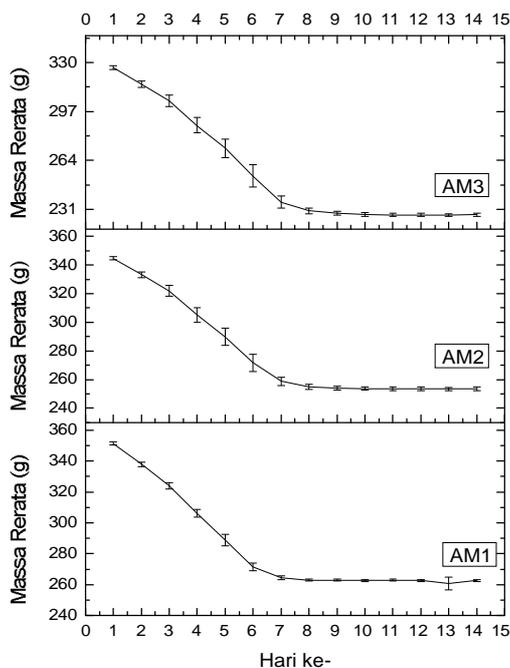
Perbandingan massa/volume (m/v dalam g/cm^3) saat kering dari batu cadas Abasan menunjukkan bahwa m/v AM1 > AM2 > AH1 > AM3 > AH2. Batu cadas yang berwarna hitam paling ringan dengan m/v lebih kecil dari atau mendekati $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ yang berarti lebih ringan atau setara dengan m/v air pada keadaan standar.

Perbandingan daya serap air ($\% \text{ m}/\text{m}$) kelima varian warna cuplikan seperti yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa daya serap air AH2 > AM3 > AH1 > AM2 > AM1 yang berbanding terbalik dengan massa rerata saat kering dan basah dan juga berbanding terbalik dengan perbandingan massa/volumenya.

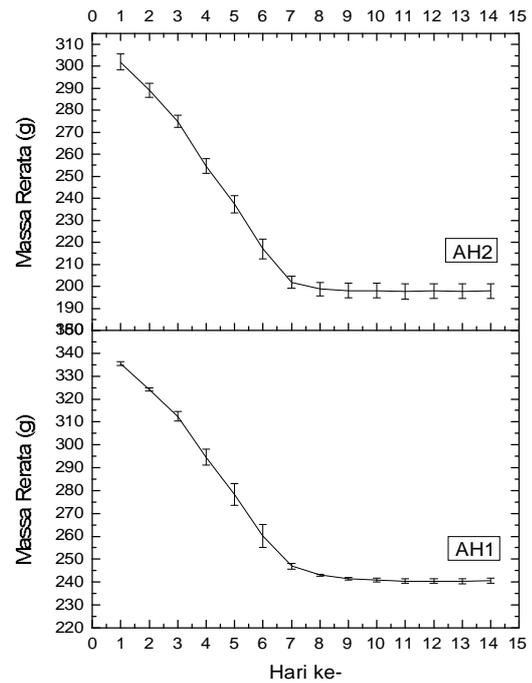


Gambar 5. Daya Serap Air (g/cm³) Cuplikan Bervariasi Warna.

Percobaan desorpsi air kelompok A yang dilakukan dengan pendiaman di tempat teduh selama beberapa hari dan diukur massanya tiap 24 jam diperoleh data seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7. Kedua gambar tersebut menunjukkan pola pelepasan air yang hampir sama yaitu pada hari ke-2 hingga ke-5 terjadi penurunan massa yang drastis sedangkan pada hari ke-6 hingga ke-7 penurunan massa yang landai dan pada hari ke-8 hingga hari ke-14 tidak terjadi perubahan massa yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa kelima kelompok cuplikan variasi warna tersebut telah mencapai berat keringnya pada hari ke-8.

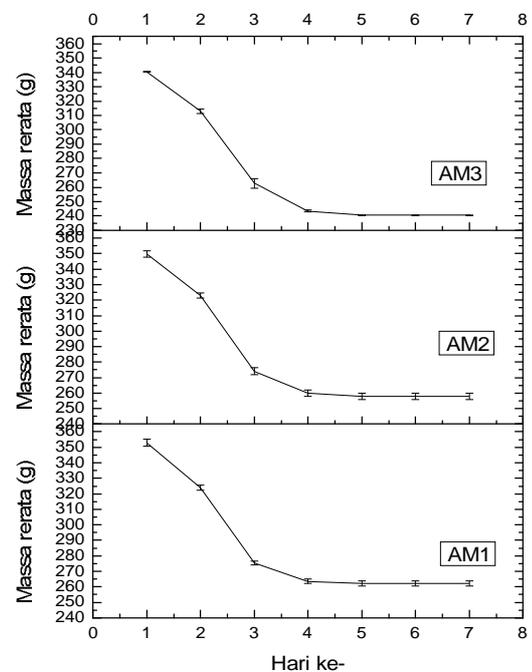


Gambar 6. Pola Desorpsi Air Kelompok A Cuplikan AM1, AM2, dan AM3.

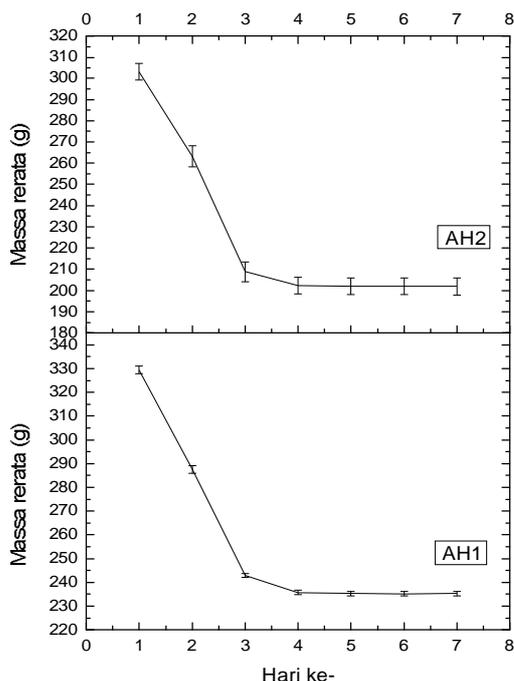


Gambar 7. Pola Desorpsi Air Kelompok A Cuplikan AH1 dan AH2.

Pola desorpsi air kelompok B yaitu pendiaman di tempat yang kena sinar matahari langsung (10 jam) dan tempat teduh (14 jam) ditunjukkan oleh Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Pola Desorpsi Air Kelompok B Cuplikan AM1, AM2 dan AM3.



Gambar 9. Pola Desorpsi Air Kelompok B Cuplikan AH1 dan AH2.

Pola desorpsi air kelompok B menunjukkan kemiripan antara cuplikan batu cadas AM1, AM2, AM3, AH1, dan AH2 dimana 24 jam pertama dan 24 jam kedua terjadi pelepasan air yang tajam, sementara 24 jam kedua masih terjadi pelepasan air dan 24 jam ke-4 hingga 24 jam ke-6 atau hari ke-4 hingga hari ke-7 tidak menunjukkan perubahan yang berarti.

Dibandingkan beberapa hasil penelitian terkait absorpsi dan desorpsi air pada batu alam bahan bangunan yang telah dipublikasikan sebelumnya (Karaca, 2010; Ozguven & Ozcelik; 2013; Ozcelik & Ozguven, 2014), fenomena absorpsi dan desorpsi air yang disertai dengan perubahan gradasi warna dan dengan tanpa adanya perubahan volume batu cadas Abasan ini memerlukan penelitian lanjutan yang bersifat mendasar terkait mekanisme perubahan warna akibat pelepasan atau penerimaan air, investigasi persenyawaan kimia atau gugus-gugus atau spesi-spesi kimia aktif yang memegang peranan penting terhadap fenomena tersebut. Sifat-sifat fisikokimiawi seperti porositas juga memainkan peranan penting dalam daya absorpsi dan desorpsi air seperti

yang dilaporkan oleh Ozcelik & Ozguven (2014). Ditinjau dari penyerapan air pada 24 jam perendaman pada suhu kamar, kelima varian batu cadas Abasan menunjukkan kemampuan absorpsi air yang lebih besar dibandingkan 12 jenis batu alam yang dilaporkan oleh Ozcelik & Ozguven (2014). Sedangkan dari ciri-ciri tampak luar, keberadaannya di alam, perkiraan proses pembentukan terkait pembekuan magma dari letusan Gunung Batur purba seperti halnya batu merah Tajun (Karyasa *et al.*, 2007) yaitu sekitar 15 km dari lokasi batu cadas Abasan serta batu pipih Tejakula (Karyasa, 2013) sekitar 20 km dari lokasi batu cadas Abasan, batu cadas Abasan dapat digolongkan sebagai salah satu varian dari batu plutonik (Kuresevic, 2013), namun batu cadas ini memiliki densitas yang jauh lebih rendah dari jenis-jenis batu plutonik yang dilaporkannya. Bahkan batu cadas Abasan varian AH2 yang berwarna hitam memiliki densitas atau massa/volume pada suhu kamar kurang atau mendekati 1 yang lebih kecil atau sama dengan densitas air sehingga batu cadas Abasan ini tergolong sangat ringan. Di samping itu kemampuan absorpsi air dari AH2 pada suhu kamar di atas 50% m/m dan dapat mendesorpsikannya secara keseluruhan air yang telah diserap tersebut pada perubahan suhu yang kecil dan masih di sekitaran suhu ruang 26-30 °C.

Kemampuan absorpsi-desorpsi air dari kelima varian batu cadas Abasan yang disertai dengan perubahan warna di setiap perubahan kandungan airnya menjadikan batu cadas Abasan memiliki prospek sebagai *smart material*. Smart material merupakan material hasil rekayasa yang menyebabkan material ini memiliki kemampuan untuk merespon perubahan lingkungan seperti adanya perubahan warna akibat perubahan suhu seperti yang didefinisikan oleh Sharp & Clemena (2004). Dalam hal ini, batu cadas Abasan memiliki sensitifitas terhadap perubahan kadar air atau kelembaban lingkungan udara. Namun demikian, rekayasa material terhadap batu cadas Abasan masih diperlukan seperti aktivasi sehingga geopolimer penyusun batu cadas Abasan aktif dan sensitif terhadap air.

5. Simpulan

Fenomena absorpsi dan desorpsi air kelima varian batu cadas Abasan menunjukkan adanya pola penyerapan dan pelepasan air yang mirip dan disertai perubahan gradasi warna yaitu warna memudar dengan berkurangnya kandungan air dalam batu cadas. Perbandingan massa/volume dan daya absorpsi air kelima varian warna batu cadas Abasan menunjukkan bahwa batu dasa yang berwarna hitam (AH2) memiliki massa/volume terkecil dan kemampuan absorpsi air yang terbesar dibandingkan dengan empat varian warna lainnya. Penelitian rekayasa material seperti aktivasi geoplimer yang dikandung batu cadas Abasan masih perlu dilakukan untuk menjadikannya *smart material* sensitif kelembaban ruangan.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan pada Bapak I Made Soma, pemilik lokasi penggalian batu cadas Abasan di Dusun Abasan, Desa Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Propinsi Bali.

7. Daftar Pustaka

Karaca, Z. (2010). Water absorption and dehydration of natural stones versus time, *Construction and Building Materials*, 24(5):786-790.

Karyasa, I W. (2013) Studi X-Ray Fluorescence dan X-ray Diffraction Terhadap Bidang Belah Batu Pipih Asal Tejakula,

Jurnal Sains & Teknologi, 2(2): 204-212.

Karyasa, I W., Suparwati, N. M. A., Wiratma, I G. L. (2008) Iron Diffusion in the Mixture of Brick Clay and Natural Inorganic Pigment of Red Stone from Buleleng Regency (Bali Province) for Better Color Quality of Red Brick. *Proceeding of the Second International Conference of Mathematics and Natural Sciences*. 702-708.

Kuresevic, L. (2013). Tertiary plutonic rocks of central and western Serbia Vardar zone as dimension stone. *Acta Montanistica Slovaca Rocnik*. 18(3): 180-187.

Ozguven, A., & Ozcelik, Y. (2013) Investigation of some property changes of natural building stones exposed to fire and high heat. *Construction and Building Materials*, 38:813-821.

Ozcelik, Y. & Ozguven, A. (2014) Water absorption and drying features of different natural building stones. *Construction and Building Materials*, 63:257-270.

Sharp, S. R. & Clemena, G. G. (2004) State of the arts advanced materials and their potential application in highway infrastructure. Charlottesville: Virginia Transportation Research Council. pp. 1-41.