

## **EFEKTIVITAS PENGAWETAN BAMBU UNTUK BAHAN MATERIAL RUMAH APUNG DANAU TEMPE DI SULAWESI SELATAN**

### **The Preservation Effectiveness Of Bamboo As Material Of Floating House In South Sulawesi**

**<sup>1</sup>Karina Mayasari, <sup>2</sup>Muh. Yunus, <sup>3</sup>Muh. Daud**

Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar  
Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman

Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. Urip Sumoharjo No. 22 Komplek PDAM Panaikang, Makassar 90231

E-mail : <sup>1</sup>karina.maya\_sari@yahoo.com

Diterima : 27 Juli 2015; Disetujui : 21 Oktober 2015

#### **Abstrak**

*Material rumah apung dengan menggunakan rakit dan dinding serta lantai dari bambu, sering kali mengalami kerusakan yang umumnya disebabkan oleh mikroorganisme perusak, sehingga membuat masyarakat pemilik rumah apung merasa kesulitan karena material bambu tersebut mempengaruhi kinerja daya apung dari rakit bambu. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas pengawetan bambu yang dilakukan di rumah apung Danau Tempe Sulawesi Selatan. Pengawetan bambu menggunakan metode Modified Bouchery dengan menggunakan beberapa perlakuan antara lain, sebagai kontrol, menggunakan boron, cuka kayu, dan juga dilapisi oleh epoksi. Hasil penelitian dengan data sampai dengan satu bulan menunjukkan bahwa pemberian boron dan cuka kayu, maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi tidak menyebabkan penurunan sifat fisis (kadar air, kerapatan, berat jenis, proporsi volume rongga) dan sifat mekanis (MOE dan MOR) bambu dan pemberian boron dan cuka kayu, maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi meningkatkan ketahanan bambu dari serangan organisme perusak terutama terhadap jamur pewarna dan jamur pelapuk, serangan rayap dan kumbang belum ditemukan pada semua jenis perlakuan bambu.*

**Kata kunci :** Pengawetan, bambu, boron, cuka kayu, epoksi, rumah apung

#### **Abstract**

*Floating house with raft, wall, and floor made of bamboo often damaged by microorganism, affecting the buoyancy performance of bamboo raft. This research aims to identify the effectiveness of bamboo preservation of floating houses in lake Tempe, South Sulawesi. The method used to preserve bamboo is the Modified Bouchery technique, giving several treatments as control by using boron, wood vinegar, and epoxy coating. After one month of taking data, the results show that 1) boron, wood vinegar, and epoxy coating do not cause the decrease of physical (moisture, density, specific gravity, cavity volume proportion) and mechanical characteristics (MOE and MOR) of bamboo, and 2) boron, wood vinegar, and epoxy coating increase bamboo resistance to destroying organism especially dyes and mold rot fungus. Meanwhile termites and beetles attack have not been found in all kinds of bamboo treatment.*

**Keywords :** Preservation, bamboo, boron, wood vinegar, epoxy, floating house

#### **PENDAHULUAN**

Rumah apung pada Danau Tempe di Kabupaten Wajo memiliki karakteristik yang berbeda dengan rumah apung yang ada di daerah lainnya di Indonesia. Rumah apung di Danau Tempe adalah satu-satunya rumah apung yang bergerak berputar mengikuti arah angin. Rumah apung adalah rumah dengan sistem konstruksi yang tidak melekat/menempel pada permukaan tanah, melainkan bertumpu pada sistem pengapung di atas permukaan air. Rumah terapung di Danau Tempe merupakan rumah panggung tradisional Bugis yang digunakan masyarakat nelayan Danau Tempe sebagai tempat hunian di atas air. Struktur

rumah apung Danau Tempe juga mengikuti bentuk rumah suku Bugis pada umumnya, hanya saja untuk pengganti tanah sebagai tempat berdirinya bangunan, dibuat rakit bambu yang berfungsi sebagai pondasinya atau penopang bangunan rumah apung. Struktur bawah rumah apung Danau Tempe menggunakan bahan material bambu.

Sifat dasar bahan yang sangat berpengaruh dalam penggunaan bahan sebagai bahan konstruksi adalah sifat fisis dan mekanisnya, kondisi bahan (terutama cacat) dan keawetan bahan (Bodig J 1982) (Breyer DE, et al. 2003). Sifat fisis dan mekanis sangat penting dalam menentukan kecocokan suatu jenis bahan sebagai bahan

bangunan dan tujuan konstruksi lainnya. Dalam pemilihan bahan untuk penggunaan struktural, sifat mekanis ini menjadi persyaratan utama (Dumanauw 1990). Dalam penggunaan kayu atau pun bambu sebagai bahan bangunan ada dua sifat mekanis yang sering digunakan yaitu modulus elastisitas dan keteguhan patah.

Sifat mekanis bambu adalah kekuatan dan ketahanan kayu terhadap perubahan bentuk. Kekuatan bambu adalah kemampuan bambu untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya sedangkan ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimanfaatkan, terpuntir atau terlenkung oleh suatu beban yang mengenainya. Perubahan bentuk yang terjadi segera setelah beban dapat dipulihkan jika beban dihilangkan disebut perubahan bentuk elastis. Jika perubahan bentuk terjadi yang menyebabkan bambu mengalami perubahan bentuk permanen maka disebut perubahan bentuk plastis. Batas di mana perubahan bentuk bambu dapat kembali ke bentuk semula disebut batas proporsi.

Sifat mekanis sangat penting dalam menentukan kecocokan suatu jenis bambu sebagai bahan bangunan. Dalam pemilihan bahan dalam penggunaan struktural sifat mekanis ini menjadi persyaratan utama. Dalam penggunaan bambu sebagai bahan bangunan ada dua sifat mekanis yang sering digunakan yaitu sebagai berikut : modulus elastisitas, *Modulus of Elasticity* (MOE) dan keteguhan patah/ *Modulus of Rupture* (MOR). Pengujian terhadap sifat fisis dan mekanis terhadap bambu yang telah diawetkan di Danau Tempe dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan perubahan sifat fisis dan mekanis bambu setelah dimanfaatkan sebagai bahan baku rumah terapung di Danau Tempe.

Penelitian ini untuk mengetahui efektivitas pengawetan bambu yang dilakukan di rumah apung Danau Tempe Sulawesi Selatan dari beberapa perlakuan pengawetan bambu yang dilakukan (dengan menggunakan boron, cuka kayu, dan epoksi).

#### **Bahan Pengawet Bambu (Cuka Kayu)**

Cuka kayu adalah produk kimia organik hasil destilasi asap cair dari proses pembuatan arang (Gusmailina 2007). Nurhayati (2006) melaporkan bahwa komponen kimia cuka kayu terdiri dari asam asetat, metanol, fenol, aseton, kreosol, furfural, metilguaiakol dan sikloheksana. Yatagai (2002) dalam Nurhayati (2006) menyatakan bahwa komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan dan pencegahan penyakit, metanol untuk mempercepat pertumbuhan, fenol dan turunannya sebagai inhibitor atau pencegah hama dan penyakit

serta senyawaan netral untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Iskandar & Santosa (2005) menyatakan bahwa cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai insektisida dan herbisida organik, dimana pemanfaatan cuka kayu sebagai insektisida akan lebih aman bagi lingkungan.

Cuka kayu bisa dimanfaatkan sebagai pengendali serangan hama yang telah diujikan secara *in vitro* maupun *in vivo*. Pengujian secara *in vitro* dilakukan pada hama S. litura. Hama ini dikenal sebagai serangga yang bersifat polifagia, merupakan hama utama yang menyerang tanaman hortikultura dan dikenal juga hama pada tanaman kehutanan, seperti pada *A. mangium* dan Jati (*Tectonagrandis*).

#### **Bahan Pengawet Bambu (Boron)**

Sebagai bahan pengawet digunakan garam boron komersial yang mempunyai komposisi bahan aktif sebagai berikut :  $H_3BO_3$  35,52%,  $Na_2B_4O_7$  35,52%, dan metafora 28,4% (Anonim, 2004). Bahan pengawet tersebut dilarutkan dalam air dengan konsentrasi 5% (w/v) untuk selanjutnya dipakai mengawetkan contoh uji pada suhu kamar dengan menggunakan *modified bouchery*.

#### **Modified Bouchery**

Selain pengawetan tradisional, pengawetan bambu juga telah dilakukan dengan metode pengawetan modern menggunakan tekanan baik yang tanpa menggunakan tekanan (perendaman, pelaburan, penyemprotan) ataupun menggunakan dengan tekanan untuk memompakan bahan pengawet ke dalam bambu (Morisco 1996). Metode ini ini juga telah dikembangkan oleh Pusat Litbang Permukiman (Firmanti, 2006) dengan mengawetkan bambu dengan mengombinasikan gravitasi dan tekanan. Namun kendala utama yang dihadapi dalam proses pengawetan ini adalah pada saat pemasangan bambu ke dalam nosel penghubung terutama kesulitan pemasangan dan kekuatan klem yang lemah. Untuk mengatasi tersebut Balai Penelitian Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar (Balai PTPT Makassar) mengembangkan teknologi vakum tekan pengawet bambu (MOBURI) dengan nosel berbagai ukuran (*multiple size*). Metode MOBURI ini dilakukan dengan melakukan inovasi pada nosel penghubung. Inovasi ini terbukti meningkatnya kemudahan pemasangan bambu, penyesuaian dalam berbagai ukuran bambu (*multiple size*), kekuatan pengelemen yang baik yang ditunjukkan dengan tidak terjadinya kebocoran bahan pengawetan selama proses pengawetan serta, efektifnya distribusi bahan pengawet dari pangkal ke ujung bambu.

#### **Sifat fisis dan Mekanis Bambu**

Sifat dasar bahan yang sangat berpengaruh dalam penggunaan bahan sebagai bahan konstruksi

adalah sifat fisis dan mekanisnya, kondisi bahan (terutama cacat) dan keawetan bahan (Bodig J 1982) (Breyer DE, et al. 2003). Sifat fisis dan mekanis sangat penting dalam menentukan kecocokan suatu jenis bahan sebagai bahan bangunan dan tujuan konstruksi lainnya. Dalam pemilihan bahan untuk penggunaan struktural, sifat mekanis ini menjadi persyaratan utama (Dumanauw 1990). Dalam penggunaan kayu atau pun bambu sebagai bahan bangunan ada dua sifat mekanis yang sering digunakan yaitu modulus elastisitas dan keteguhan patah.

Sifat mekanis kayu adalah kekuatan dan ketahanan kayu terhadap perubahan bentuk. Kekuatan kayu adalah kemampuan kayu untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya sedangkan ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimanfaatkan, terpuntir atau terlenkung oleh suatu beban yang mengenainya. Perubahan bentuk yang terjadi segera setelah beban dapat dipulihkan jika beban dihilangkan disebut perubahan bentuk elastis. Jika perubahan bentuk terjadi yang menyebabkan kayu mengalami perubahan bentuk permanen maka disebut perubahan bentuk plastis. Batas di mana perubahan bentuk kayu dapat kembali ke bentuk semula disebut batas proporsi.

Sifat mekanis sangat penting dalam menentukan kecocokan suatu jenis bambu sebagai bahan bangunan. Dalam pemilihan bahan dalam penggunaan struktural sifat mekanis ini menjadi persyaratan utama. Dalam penggunaan bambu sebagai bahan bangunan ada dua sifat mekanis yang sering digunakan yaitu sebagai berikut : modulus elastisitas, *Modulus of Elasticity* (MOE) dan keteguhan patah/*Modulus of Rupture* (MOR).

#### **Organisme Perusak Bahan Bangunan**

Keawetan bahan bangunan seperti kayu dan bambu berhubungan erat dengan pemakaian, di mana kayu dikatakan awet bila mempunyai umur pakai lama. Kayu dan bambu akan berumur pakai lama bila mampu menahan bermacam-macam faktor perusak. Dengan kata lain, keawetan kayu dan bambu adalah daya tahan setiap jenis kayu dan bambu terhadap faktor-faktor perusak yang datang dari luar kayu dan bambu itu sendiri. Keawetan kayu dan bambu dikatakan rendah bila dalam pemakaian tidak tercapai umur yang diharapkan sesuai dengan ketentuan kelas awet. Dalam hal ini, perlu diketahui faktor-faktor penyebab kerusakan yang pada umumnya digolongkan atas penyebab nonmahluk hidup dan penyebab mahluk hidup. Penyebab nonmahluk hidup meliputi faktor fisik, faktor mekanis dan faktor kimia sedangkan penyebab mahluk hidup meliputi jenis jamur,

jenis serangga dan jenis binatang laut (Dumanauw, 1990; Eaton and Hale, 1993).

Salah satu kelemahan bahan baku bambu adalah tingkat keawetan alami yang rendah sehingga rentan terhadap organisme perusak seperti kumbang bubuk dan rayap. Frekuensi kerusakan bambu yang disebabkan serangga cukup tinggi yaitu 92,6%. Kerusakan ini disebabkan oleh rayap kayu kering sebesar 51%, bubuk kayu kering sebesar 18 % dan sisanya 31% disebabkan oleh rayap tanah dan kumbang *Xylocopa sp.* (Barly, 2009). Hasil Penelitian BPTPT Makassar (2014) menunjukkan bahwa penggunaan bambu untuk rumah terapung, kerusakan bambu banyak terjadi pada komponen rakit akibat interaksi faktor abiotik seperti air danau dan pencucian dan faktor biotik seperti jamur (Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar 2014).

#### **METODE**

##### **Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan yaitu : bambu *Gigantochloa atter* (Parring). Bambu berumur antara 3 - 5 tahun dengan diameter 8 - 12 cm. Bahan lain adalah boron, cuka kayu, epoksi, dan indikator pewarna kurkuma atau *diphenyl carbazida*. Alat yang digunakan adalah alat pengawet pompa tekan MOBURI.

##### **Tahapan Pengerjaan**

Metode pengawetan menggunakan metode pompa tekan (*Bouchery Modified*). Bambu yang digunakan adalah bambu parring (*Gigantochloa atter*) yang berumur antara 3 - 5 tahun dengan diameter 8 - 12 cm. Bahan lain adalah boron 3+, cuka kayu, dan indikator pewarna kurkuma atau *diphenyl carbazida*.

Bambu dibersihkan dari ranting dan daun-daunnya, kemudian dipotong sepanjang 6 m, potongan bambu bagian ujung dan pangkalnya cukup rata. Masing-masing jenis bambu diberi 3 perlakuan pengawetan yaitu kontrol (tanpa pengawetan), pengawetan dengan boron 3+ 10% dan cuka kayu 10% masing-masing disiapkan sebanyak 50 batang sehingga total bambu yang digunakan untuk pengujian teknologi bahan rumah terapung sebanyak 150 batang.

Proses pengawetan bambu menggunakan alat pompa tekan (*Bouchery Modified*). Bahan pengawet dimasukkan ke dalam tangki pengawetan, kemudian pangkal bambu disambungkan pada nosel pipa-pipa dan diikat dengan rapat sedemikian rupa hingga tidak terjadi kebocoran bahan pengawet. Kran aliran bahan pengawet dibuka dengan tekanan sekitar 1 kgf/cm<sup>2</sup>. Proses pengawetan dianggap selesai apabila bahan pengawet telah sampai pada bagian ujung bambu

yang ditandai dengan menggunakan larutan indikator pewarna kurkuma yang menunjukkan perubahan warna dari kuning menjadi merah jambu atau *diphenyl carbazida* yang menunjukkan perubahan warna dari bening menjadi ungu.

Setelah pengawetan, maka dilakukan pengujian langsung di Danau Tempe. Dalam penelitian ini dibuat 12 perlakuan alternatif yaitu kontrol (tanpa pengawetan), pengawetan boron 3+ 10% (untuk pengujian bambu di rumah apung bersentuhan dengan air), pengawetan boron 3+ 10% (untuk

pengujian bambu di ruma apung tanpa bersentuhan dengan air), pengawetan cuka kayu 10% (untuk pengujian bambu di rumah apung bersentuhan dengan air), dan pengawetan cuka kayu (untuk pengujian bambu di rumah apung tanpa bersentuhan dengan air). Selain itu dibuat juga perlakuan yang sama dengan di atas hanya saja ujung bambu ditutup dengan epoksi resin untuk mengurangi masuknya air melalui arah longitudinal. Jumlah sampel untuk masing-masing pengujian di lapangan adalah 15 sampel.



Gambar 1 Proses Pengawetan Bambu Dengan Menggunakan Boron dan Cuka Kayu



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap sifat fisis dan mekanis bambu yang diekspos di Danau Tempe dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan perubahan sifat fisis dan mekanis bambu setelah dimanfaatkan sebagai bahan baku rumah terapung di Danau Tempe.

### Kadar Air

Data kadar air kering udara maupun kadar air basah bambu yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, kadar air kering udara bambu berkisar antara 8.05-9.96% dan cenderung meningkat setelah diekspos di Danau Tempe menjadi berkisar antara 8.39-11.59. Kadar air bambu adalah banyaknya air yang terdapat dalam bambu yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kayu kering tanur. Bambu yang baru ditebang biasanya mengandung banyak air sehingga kayu perlu dikeringkan sebelum dikerjakan lebih lanjut. Kadar air bambu yang

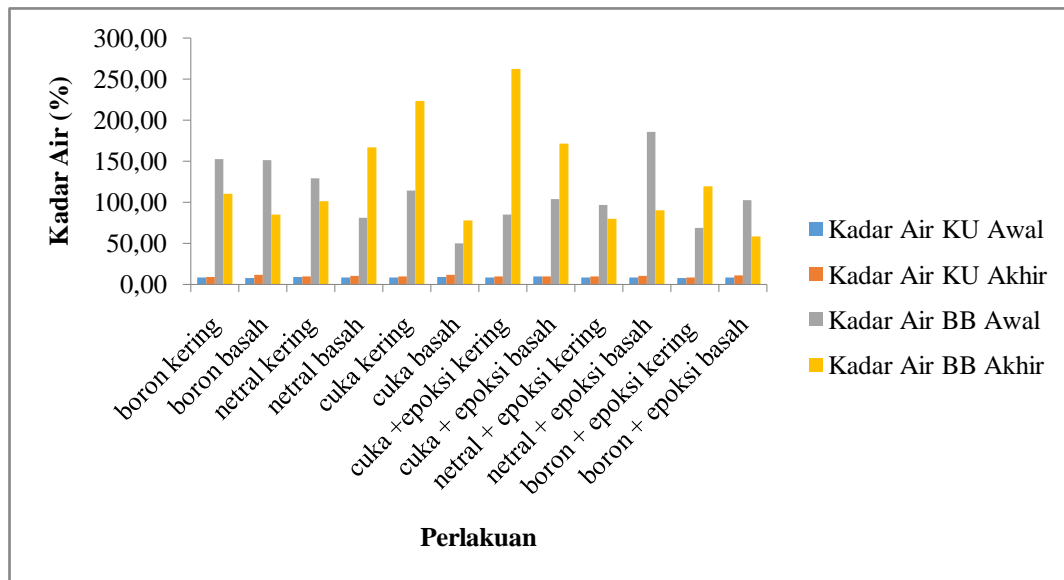
diperoleh sesaat setelah bambu ditebang disebut kadar air segar, namun jika diekspos kadar air ini dapat berkurang namun rongga sel masih berisi air maka kadar air yang diperoleh disebut kadar air basah.

Tabel 1 Kadar Air Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos Di Danau Tempe

Perlakuan	Kadar Air Kering Udara (KU)		Kadar Air Basah (BB)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Boron Kering	8.39	9.11	152.85	110.10
Boron Basah	8.05	11.77	151.53	85.13
Netral Kering	9.06	9.62	129.51	101.08
Netral Basah	8.66	10.08	81.45	167.06
Cuka Kering	8.50	9.50	114.15	223.61
Cuka Basah	8.88	11.59	49.95	78.23
Cuka + Epoksi Kering	8.67	9.48	84.91	262.45
Cuka + Epoksi Basah	9.96	9.96	103.68	171.29
Netral + Epoksi Kering	8.63	9.61	96.59	79.98
Netral + Epoksi Basah	8.14	10.30	185.67	90.14
Boron + Epoksi Kering	8.10	8.39	68.51	119.41
Boron + Epoksi Basah	8.57	10.86	102.28	58.14

Tabel 2 Kerapatan Bambu Yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos Di Danau Tempe

Perlakuan	Kerapatan Kering Tanur (KT)		Kerapatan Kering Udara (KU)		Kerapatan Basah (BB)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Boron Kering	0.52	0.52	0.54	0.55	1.08	0.95
Boron Basah	0.50	0.65	0.52	0.68	0.95	1.01
Netral Kering	0.41	0.65	0.44	0.68	0.82	1.05
Netral Basah	0.70	0.49	0.72	0.53	1.02	1.02
Cuka Kering	0.56	0.35	0.58	0.39	0.90	1.04
Cuka Basah	0.79	0.60	0.82	0.63	1.05	0.93
Cuka + Epoksi Kering	0.62	0.30	0.65	0.32	0.95	0.97
Cuka + Epoksi Basah	0.48	0.45	0.51	0.47	0.85	0.93
Netral + Epoksi Kering	0.64	0.67	0.66	0.70	1.02	1.00
Netral + Epoksi Basah	0.36	0.60	0.38	0.63	0.87	0.97
Boron + Epoksi Kering	0.68	0.64	0.70	0.66	0.93	1.10
Boron + Epoksi Basah	0.62	0.78	0.65	0.81	0.97	1.05



Ket :  
 KU : Kering Udara;  
 BB : Berat Basah

**Gambar 2** Kadar Air Bamboo yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

Air dalam dinding sel bamboo terdapat dalam rongga dan dinding sel. Air yang terdapat pada rongga sel yang sifatnya mudah dikeluarkan tanpa menyebabkan perubahan bentuk bamboo disebut air bebas sedangkan air yang terdapat pada dinding sel yang terikat dengan komponen kimia penyusun dinding yang sifatnya sulit dikeluarkan disebut air terikat. Dalam proses pengeringan bamboo, air bebas akan keluar lebih dahulu dibandingkan air terikat.

Jika bamboo dalam keadaan kadar air basah dikeringkan maka kadar air dalam rongga sel akan habis. Jika air dalam rongga sel kosong namun air dalam dinding sel jenuh air maka keadaan ini disebut kadar air titik jenuh serat. Jika bamboo terus dikeringkan sampai air bebas sudah keluar semua maka air dalam dinding terikat akan keluar. Perubahan jumlah air dalam dinding sel akan mempengaruhi dimensi dinding sel, jika kadar air dalam dinding sel naik pada kondisi di bawah titik jenuh serat akan menyebabkan pengembangan sedangkan jika kadar airnya turun maka akan menyebabkan penyusutan. Jadi perubahan dimensi bamboo hanya terjadi pada kondisi kadar air titik jenuh serat.

Berdasarkan Tabel 1, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan terhadap perubahan kadar air bamboo meskipun demikian ada kecenderungan penggunaan epoksi pada ujung bamboo akan menurunkan kadar air bamboo. Hal ini disebabkan, epoksi ini akan menghambat masuknya air melalui arah longitudinal bamboo sehingga air yang masuk ke rongga dan dinding sel lebih sedikit

dibandingkan dengan yang tidak diberi epoksi. Sesuai dengan sifat bamboo yang higroskopis, kayu cenderung untuk mencapai kadar air keseimbangan dengan lingkungannya. Dalam lingkungan yang kering, bamboo akan mengering sedang dalam lingkungan yang lembab bamboo akan mengisap air. Pada setiap kombinasi suhu dan kelembaban nisbi udara, bamboo mempunyai kadar air tertentu. Keadaan ini disebut kadar air keseimbangan (*Equilibrium Moisture Content*) kayu. Kadar air ini disebut juga kadar air kering udara. Pada keadaan kering udara air dalam rongga sel sudah habis keluar, namun air dalam dinding sel tidak jenuh air, sehingga hal ini akan menyebabkan perubahan dimensi bamboo dengan adanya perubahan kadar air lingkungannya. Demikian pula dengan penggunaan cuka kayu maupun boron, akan menurunkan kadar air bamboo, hal ini disebabkan oleh adanya cuka kayu dan boron akan menghalangi penetrasi air ke dalam dinding sel maupun rongga sel bamboo.

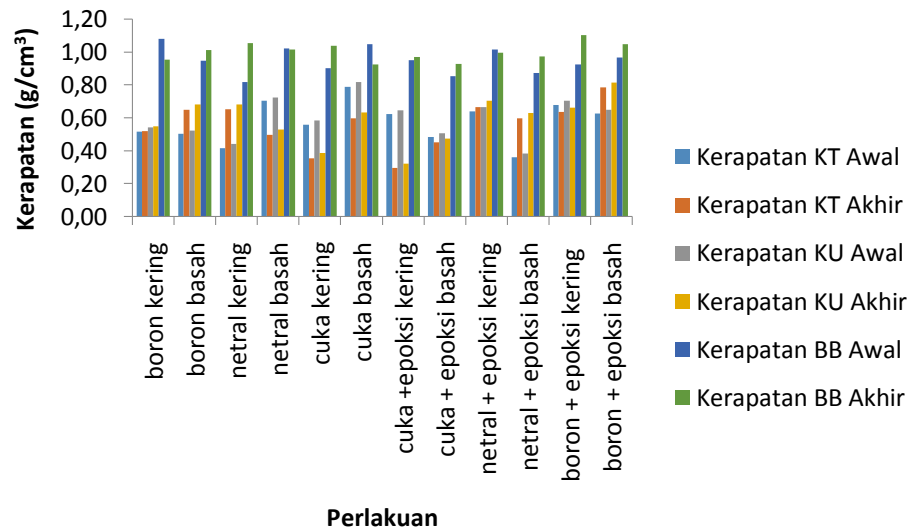
**Kerapatan**

Kerapatan bamboo ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, kerapatan bamboo pada kondisi kering udara sebelum diekspos di Danau Tempe berkisar antara 0.38-0.72 g/cm<sup>3</sup>.

Berdasarkan kerapatannya bamboo memiliki kekuatan yang sedang. Kerapatan bamboo merupakan perbandingan berat kayu terhadap volume bamboo. Kerapatan bamboo menunjukkan volume rongga dalam bamboo. Semakin rendah kerapatan bamboo maka menunjukkan volume rongga sel bamboo tersebut semakin tinggi dan

sebaliknya semakin tinggi kerapatan bambu maka menunjukkan volume rongga sel bambu tersebut semakin rendah. Kerapatan kayu sering digunakan dalam menilai permeabilitas kayu. Oleh karena itu, bambu parring (*Gigantochloa atter*) yang digunakan sebagai bahan uji memiliki permeabilitas kayu sedang. Kerapatan bambu yang yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe meningkat dari kondisi kering tanur, kering udara ke kondisi basah. Hal ini disebabkan

oleh adanya daya serap air oleh bambu yang menyebabkan peningkatan berat bambu. Berdasarkan Tabel 2, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan terhadap perubahan kerapatan bambu meskipun demikian ada penurunan kerapatan pada perlakuan cuka kayu, hal ini ini diduga disebabkan oleh daya serap air pada bambu yang diberi cuka kayu cenderung sedikit sehingga berat bambu tidak mengalami peningkatan secara signifikan.



Ket :

KT : Kering Tanur,

KU : Kering Udara;

BB : Berat Basah

**Gambar 3** Kerapatan Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

### Berat Jenis

Berat jenis bambu adalah perbandingan antara kerapatan bambu tersebut terhadap benda standar. Sedangkan kerapatan bambu adalah perbandingan antara massa atau berat kayu terhadap volumenya. Kerapatan benda standar yang dijadikan acuan adalah kerapatan air pada suhu 4<sup>o</sup> C. Kerapatan air pada keadaan tersebut adalah 1 g/cm<sup>3</sup>. Kerapatan air akan berkurang apabila suhunya dinaikkan, tetapi perubahannya sangat kecil, sehingga dapat diabaikan bila pengukuran dilakukan pada suhu kamar.

Oleh karena berat jenis merupakan perbandingan kerapatan suatu benda (bambu) terhadap kerapatan benda standard (kerapatan air 1 g/cm<sup>3</sup>), sehingga dalam prakteknya berat jenis bambu tidak memiliki satuan. Untuk mendapatkan keseragaman berat jenis umumnya didasarkan pada berat kering tanur. Untuk tujuan praktis, berat jenis diperoleh dengan membandingkan

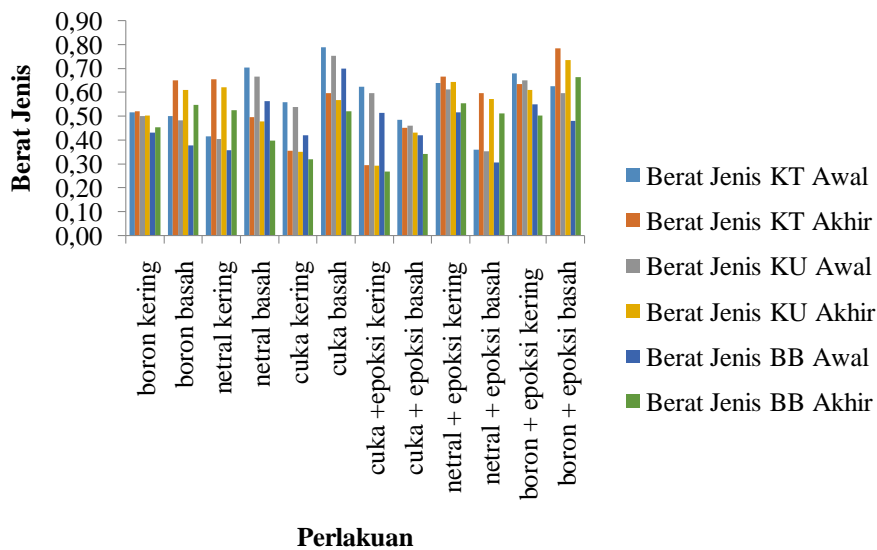
berat bambu pada kondisi kering tanur atau berat disebut saja berat kering tanur (BKT) terhadap volume pada kondisi tertentu.

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa berat jenis bambu pada kondisi kering udara sekitar 0.35-0.75. Hal ini menunjukkan bahwa bambu parring digunakan sebagai bahan baku rumah terapung termasuk jenis bambu yang memiliki berat jenis sedang. Berat jenis sangat berpengaruh terhadap kekuatan bambu menahan gaya luar. Semakin tinggi berat jenis maka semakin tinggi pula kemampuan bambu menahan gaya luar.

Berdasarkan Tabel 3, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan terhadap perubahan berat jenis bambu meskipun demikian ada penurunan kerapatan pada perlakuan cuka kayu, hal ini ini diduga disebabkan oleh daya serap air pada bambu yang diberi cuka kayu cenderung sedikit sehingga tidak terjadi peningkatan secara signifikan terhadap berat bambu.

**Tabel 3** Berat Jenis Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

Perlakuan	Berat Jenis Kering Tanur (KT)		Berat Jenis Kering Udara (KU)		Berat Jenis Basah (BB)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Boron Kering	0.52	0.52	0.50	0.50	0.43	0.45
Boron Basah	0.50	0.65	0.48	0.61	0.38	0.55
Netral Kering	0.41	0.65	0.40	0.62	0.36	0.52
Netral Basah	0.70	0.49	0.67	0.48	0.56	0.40
Cuka Kering	0.56	0.35	0.54	0.35	0.42	0.32
Cuka Basah	0.79	0.60	0.75	0.57	0.70	0.52
Cuka + Epoksi Kering	0.62	0.30	0.60	0.29	0.51	0.27
Cuka + Epoksi Basah	0.48	0.45	0.46	0.43	0.42	0.34
Netral + Epoksi Kering	0.64	0.67	0.61	0.64	0.52	0.55
Netral + Epoksi Basah	0.36	0.60	0.35	0.57	0.31	0.51
Boron + Epoksi Kering	0.68	0.64	0.65	0.61	0.55	0.50
Boron + Epoksi Basah	0.62	0.78	0.60	0.73	0.48	0.66



Ket.  
 KT : Kering Tanur,  
 KU : Kering Udara;  
 BB : Berat Basah

**Gambar 4** Berat Jenis Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

**Proporsi Volume Rongga dan Daya Apung**

Proporsi volume rongga sangat menentukan kerapatan dan daya apung bahan. Semakin tinggi, proporsi volume rongga bahan akan menyebabkan peningkatan daya apung bahan. Daya apung (*buoyancy*) adalah daya tekan ke atas dari fluida/cairan terhadap suatu benda yang sebagian atau seluruhnya dicelupkan di dalam fluida/cairan. Hal ini terjadi karena adanya reaksi dari fluida/cairan terhadap massa/berat benda yang tercelup ke dalam fluida. Daya apung sendiri merupakan kemampuan suatu benda yang berada

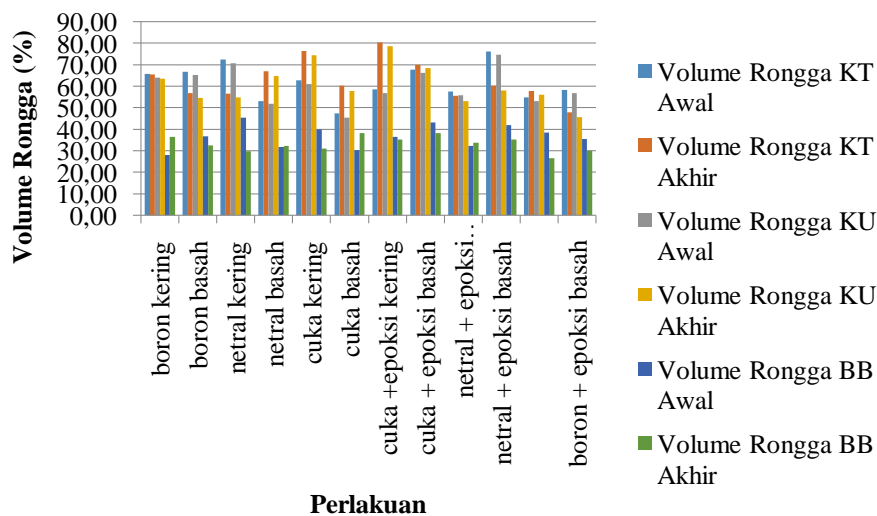
pada fluida untuk mengapung dengan massanya. Daya ini dipengaruhi oleh perbandingan antara massa jenis benda dengan cairan. Massa jenis benda diperoleh dari total massa benda dibagi dengan total volumenya. Daya apung sama dengan berat air yang dipindahkan. Ukuran berat suatu benda hampir sama dengan berat air yang dipindahkan. Bila tidak sama persis, tentu agak sama. Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida-fluida yang dipindahkan.

**Tabel 4** Proporsi Volume Rongga Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

Perlakuan	Volume Rongga Kering Tanur (KT)		Volume Rongga Kering Udara (KU)		Volume Rongga Basah (BB)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Boron Kering	65.58	65.35	63.90	63.37	28.00	36.44
Boron Basah	66.59	56.74	65.22	54.61	36.79	32.57
Netral Kering	72.35	56.44	70.59	54.70	45.44	29.76
Netral Basah	53.07	67.01	51.79	64.81	31.81	32.33
Cuka Kering	62.77	76.33	61.08	74.33	39.94	30.90
Cuka Basah	47.39	60.23	45.41	57.81	30.24	38.29
Cuka +Epoksi Kering	58.40	80.29	56.87	78.66	36.56	35.28
Cuka + Epoksi Basah	67.70	69.99	66.32	68.34	43.05	38.19
Netral + Epoksi Kering	57.49	55.65	55.71	53.08	32.25	33.65
Netral + Epoksi Basah	76.02	60.23	74.53	58.03	41.87	35.12
Boron + Epoksi Kering	54.80	57.66	53.10	55.91	38.31	26.52
Boron + Epoksi Basah	58.33	47.77	56.78	45.70	35.49	30.09

Tabel 4 menunjukkan proporsi volume rongga bambu yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe. Berdasarkan Tabel 4 proporsi volume rongga cenderung dari kondisi kering tanur ke kering udara dan kondisi basah. Hal ini disebabkan oleh adanya, penyerapan air oleh bambu sehingga menyebabkan sebagian rongga sel dan dinding sel terisi oleh air sehingga proporsi volume rongga yang berisi udara mengalami penurunan sehingga menyebabkan daya apungnya mengalami penurunan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa apabila bambu terus diekspos dalam kondisi basah maka daya apungnya akan mengalami penurunan. Secara umum, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan

terhadap perubahan volume rongga bambu meskipun demikian perlakuan kontrol maupun pemberian boron cenderung mengalami penurunan volume rongga bambu yang signifikan setelah diekspos di Danau Tempe sehingga dapat dikatakan bahwa tanpa perlakuan (kontrol) dan pemberian pengawetan boron cenderung menyebabkan daya apung menurun. Hal berbeda pada perlakuan pemberian cuka kayu dan epoksi, pemberian perlakuan ini cenderung menyebabkan proporsi volume rongganya cenderung tetap bahkan sebagian meningkat. Hal ini berarti bahwa pemberian cuka kayu dan epoksi pada bambu cenderung mempertahankan daya apung bambunya.



Ket.  
 KT : Kering Tanur,  
 KU : Kering Udara;  
 BB : Berat Basah

**Gambar 5** Proporsi Volume Rongga Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

**Modulus of Elasticity (MOE)**

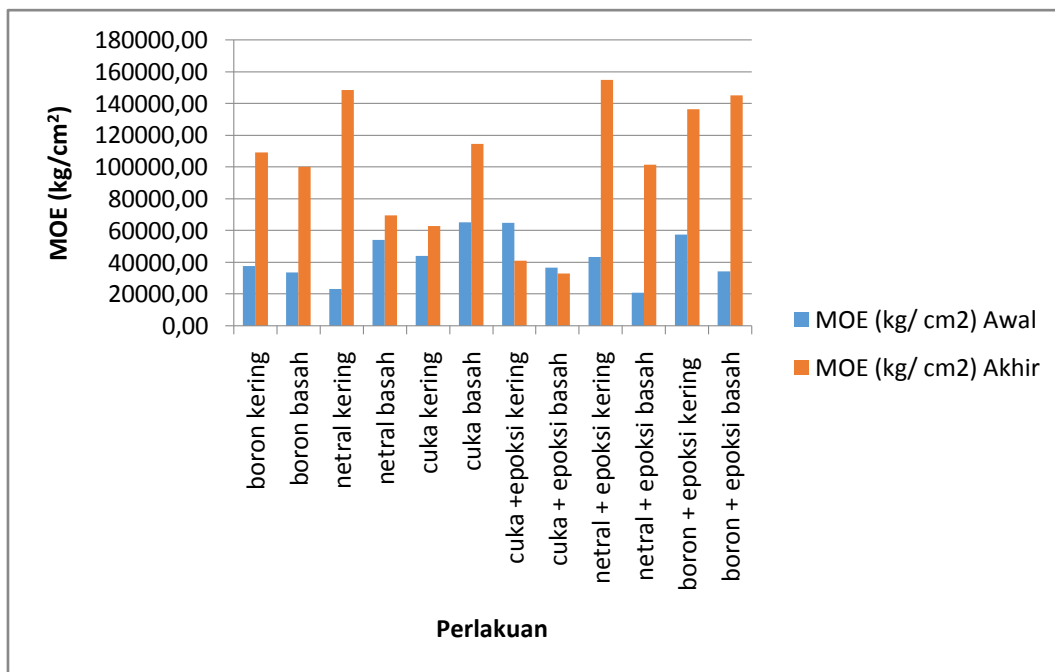
Hasil pengujian MOE bambu yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan terhadap

perubahan MOE bambu. Hal ini berarti bahwa perlakuan tersebut tidak menyebabkan penurunan sifat mekanis bambu. Penurunan sifat mekanis pada umumnya terjadi pada perlakuan yang diberi cuka kayu.

**Tabel 5** MOE Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

Perlakuan	MOE (kg/ cm <sup>2</sup> )		Keterangan Uji t
	Awal	Akhir	
Boron Kering	37615.99	109303.75	Tn
Boron Basah	33584.53	100226.60	Tn
Netral Kering	23149.94	148420.89	Tn
Netral Basah	53990.19	69637.10	Tn
Cuka Kering	43945.66	62755.23	Tn
Cuka Basah	65022.57	114511.59	Tn
Cuka + Epoksi Kering	64697.87	41109.35	Tn
Cuka + Epoksi Basah	36587.35	32985.42	Tn
Netral + Epoksi Kering	43266.36	154859.97	Tn
Netral + Epoksi Basah	20802.41	101578.58	Tn
Boron + Epoksi Kering	57286.54	136391.11	Tn
Boron + Epoksi Basah	34229.24	145073.21	Tn

Keterangan : Tn : Perlakuan Berpengaruh Tidak Nyata Terhadap MOE Pada Taraf Nyata 5%



**Gambar 6** MOE Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

**Modulus of Rupture (MOR)**

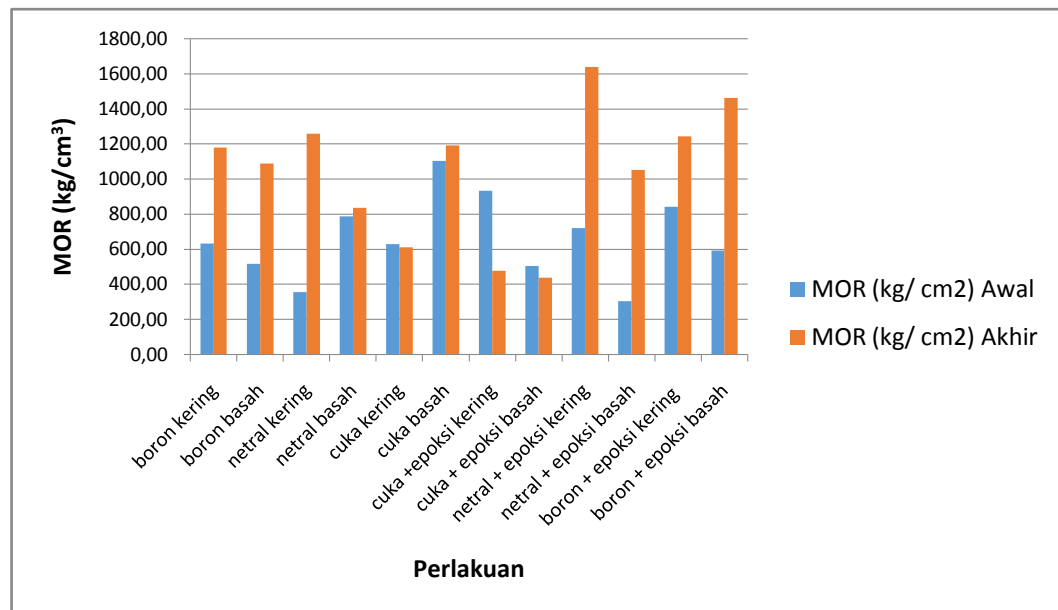
Hasil pengujian MOR bambu yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe ditunjukkan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6, tidak ada pengaruh signifikan perlakuan terhadap

perubahan MOR bambu. Hal ini berarti bahwa perlakuan tersebut tidak menyebabkan penurunan sifat mekanis bambu. Penurunan sifat mekanis pada umumnya terjadi pada perlakuan yang diberi cuka kayu.

**Tabel 6** MOR Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

Perlakuan	MOR (kg/ cm <sup>2</sup> )		Keterangan Uji t
	Awal	Akhir	
Boron Kering	631.29	1178.71	Tn
Boron Basah	517.91	1088.56	Tn
Netral Kering	354.40	1257.51	Tn
Netral Basah	787.77	837.15	Tn
Cuka Kering	630.41	611.88	Tn
Cuka Basah	1103.73	1192.26	Tn
Cuka + Epoksi Kering	933.09	477.03	Tn
Cuka + Epoksi Basah	503.67	438.98	Tn
Netral + Epoksi Kering	721.66	1640.30	Tn
Netral + Epoksi Basah	304.49	1050.69	Tn
Boron + Epoksi Kering	843.36	1244.57	Tn
Boron + Epoksi Basah	592.93	1463.61	Tn

Keterangan : Tn : Perlakuan Berpengaruh Tidak Nyata Terhadap MOE Pada Taraf Nyata 5%

**Gambar 7** MOR Bambu yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos di Danau Tempe

#### Uji Ketahanan Terhadap Organisme Perusak

Hasil pengujian ketahanan terhadap organisme perusak bambu yang diberi beberapa perlakuan setelah diekspos di Danau Tempe ditunjukkan pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7, perlakuan pengawetan berpengaruh signifikan terhadap ketahanan bambu terhadap organisme perusak bambu. Selama bambu diekspos di Danau Tempe belum ditemukan serangan rayap maupun kumbang tetapi serangan jamur pewarna sudah tampak terutama bambu yang tidak diawetkan (netral). Jamur pewarna termasuk kelas *Ascomycetes*. Kelompok jamur ini menyebabkan pewarnaan pada bambu. Jamur ini sebenarnya tidak menurunkan tingkat kekuatan bambu secara nyata jika penyerangan dalam jangka waktu yang

pendek, tapi pada jangka yang lama akan menurunkan kualitas bambu. Perlakuan pengawetan dengan menggunakan boron dan cuka kayu akan menurunkan serangan jamur pewarna ini sedangkan perlakuan pemberian epoksi tidak berpengaruh signifikan terhadap serangan jamur ini. Perlakuan pengawetan dengan boron, cuka kayu maupun dengan epoksi menyebabkan peningkatan keawetan alami bambu dari serangan jamur pelapuk.

Golongan jamur pelapuk yang menyerang bambu termasuk dalam kelas *Basidiomycetes* dan beberapa kelas *Ascomycetes* dan *Deuteromycetes*. Jamur pembusuk atau pelapuk kayu ini merupakan penyebab utama kerusakan bambu terutama pada

bagian ujung-ujung (arah longitudinal) bambu. Jamur ini merombak *selulosa*, *lignin*, dan *hemiselulosa* yang merupakan komponen utama dinding sel bambu sehingga mengubah sifat fisik dan sifat kimia bambu sehingga bambu menjadi lapuk. Setelah mendapat serangan jamur ini, bambu akan mengalami penurunan sifat mekanis baik keteguhan pukul, keteguhan lentur, keteguhan

tekan dan kekerasan. Pemberian pengawet boron dan cuka kayu menyebabkan bambu mengandung racun yang menghambat pertumbuhan jamur sedangkan pemberian epoksi bersifat *physicalbarier* (perintang fisik) serangan jamur pelapuk yang lebih banyak menyerang bambu pada bagian ujung-ujungnya.

**Tabel 7** Uji Ketahanan Terhadap Organisme Perusak Bambu Yang Diberi Beberapa Perlakuan Setelah Diekspos Di Danau Tempe

Perlakuan	Rayap		Jamur Pewarna		Kumbang		Jamur Pelapuk	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Boron Kering	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron Basah	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Netral Kering	0.00	0.00	0.00	46.67	0.00	0.00	0.00	33.33
Netral Basah	0.00	0.00	0.00	66.67	0.00	0.00	0.00	53.33
Cuka Kering	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuka Basah	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuka +Epoksi Kering	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuka + Epoksi Basah	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Netral + Epoksi Kering	0.00	0.00	0.00	46.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Netral + Epoksi Basah	0.00	0.00	0.00	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron + Epoksi Kering	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron + Epoksi Basah	0.00	0.00	0.00	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa :

Pemberian boron dan cuka kayu, maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi tidak menyebabkan penurunan sifat fisis (kadar air, kerapatan, berat jenis, proporsi volume rongga) dan sifat mekanis (MOE dan MOR) bambu.

Kadar air bambu yang diekspos di Danau Tempe dengan pemberian perlakuan pemberian boron, cuka kayu dan tanpa perlakuan menunjukkan peningkatan kadar air yang cukup signifikan namun peningkatan kadar air relatif lebih rendah ditemukan pada perlakuan pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi.

Kerapatan dan berat jenis bambu yang diberi beberapa perlakuan (kontrol, pemberian boron, pemberian cuka kayu maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi) setelah diekspos di Danau Tempe cenderung stabil meskipun demikian ada kecenderungan penurunan kerapatan dan berat jenis pada perlakuan cuka kayu

Proporsi volume rongga dan daya apung mengalami penurunan pada semua perlakuan (kontrol, pemberian boron, pemberian cuka kayu

maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi) meskipun demikian penurunan proporsi volume rongga dan daya apung cenderung lebih rendah pada perlakuan cuka kayu

Sifat mekanis bambu terutama *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Rupture* (MOR) cenderung stabil pada semua perlakuan (kontrol, pemberian boron, maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi) kecuali perlakuan cuka kayu yang menunjukkan penurunan *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Rupture* (MOR)

Pemberian boron dan cuka kayu, maupun pelapisan pada bagian ujung dengan epoksi meningkatkan ketahanan bambu dari serangan organisme perusak terutama terhadap jamur pewarna dan jamur pelapuk, serangan rayap dan kumbang belum ditemukan pada semua jenis perlakuan bambu.

## UCAPAN DAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar karena telah membiayai penelitian ini, serta kepada seluruh anggota tim kegiatan Pengkajian Teknologi Perumahan Tradisional Danau Tempe di Sulawesi Selatan atas bantuannya dalam pengumpulan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar. 2014. "Kajian Teknologi Perumahan Tradisional Danau Tempe Sub Kegiatan A : Material Bangunan." Konsep Laporan Akhir, Makassar.
- Barly. 2009. *Prosiding PPI : Standardisasi Pengawetan Kayu dan Bambu serta Produknya*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Bodig J, Jayne BA. 1982. *Mechanics of Wood and Wood Composite*. New York : van Nostrand Reinhold Company.
- Breyer DE, Friedly KJ, Pollock DG, and Cobeen KE. 2003. *Design of Wood Structure-ASD*. New York : McGraw Hill.
- Dumanauw, JF. 1990. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta : Kanisius.
- Eaton, RA, and M.D.C. Hale. 1993. *Wood : Decay, Pest and Protection*. London : Chapman and Hall.
- Gusmailina. 2007. "Pembuatan Arang dan Arang Kompos dari Limbah PLTB (Penyiapan Lahan Tanpa Bakar)." *Gelar Teknologi Penyiapan Lahan Tanpa Bakar*. Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan : -, November 29.
- Haygreen, JG, dan JL Bowyer. 1993. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu : Suatu Pengantar. (Penerjemah Hadikusumo SA)*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Konsep Laporan Akhir. 2014. Kajian Teknologi Perumahan Tradisional Danau Tempe Sub Kegiatan A : Material Bangunan. Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Makassar. Makassar.
- Morisco. 1996. *Bambu sebagai Bahan Rekayasa*. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Bidang Teknik Konstruksi, Yogyakarta : Universitas Gadjah mada.
- Nurhayati, TRA Pasaribu, and D. Mulyadi. 2006. "Produksi Pemanfaatan Arang dan Cuka Kayu dari Serbuk Gergaji Kayu Campuran." *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 24 No. 5 Oktober 2006*.