

## **STUDI KUAT TEKAN BAMBU BETUNG DAN BAMBU HITAM AKIBAT SERANGAN RAYAP TANAH**

Cut Nyamon Desi<sup>1\*)</sup>, Gina Bachtiar<sup>1</sup>, R. Eka Murtinugraha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur 13220, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: nyamonunj@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan betung dan bambu hitam akibat serangan rayap. Penelitian dilaksanakan di laboratorium uji bahan di Universitas Negeri Jakarta dan Institut Pertanian Bogor dari tanggal 1 Oktober 2016 sampai dengan 30 Januari 2017. Metode penelitian berdasarkan ISO-22157:2004 ini menggunakan pengujian langsung kuat tekan di laboratorium uji bahan. Penelitian ini menggunakan dua jenis bambu yaitu bambu betung dan bambu hitam yang berjumlah 40 sampel. Setiap bambu memiliki 20 sampel. Berdasarkan posisinya, masing-masing dari bagian pangkal dan tengah memiliki sepuluh sampel. Sedangkan masing-masing untuk perlakuan rayap dan tanpa rayap memiliki lima sampel. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai kuat tekan bambu betung dari bagian pangkal dan tengah yang diberi rayap mengalami penurunan dibandingkan dengan bambu yang tidak diberi rayap 14% menjadi 6%. Sebagai perbandingan, bambu hitam di bagian tengah memiliki penurunan yang sama rata-rata nilai kuat tekannya dengan bambu betung 9,2% menjadi 23%. Namun, bambu hitam pada bagian alas memiliki sebaliknya dimana rata-rata kuat tekan yang diberikan rayap lebih besar dibandingkan dengan bambu yang tidak diberi rayap 3,6% menjadi 0%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh tidak adanya serangan rayap pada bagian pangkal sampel bambu hitam. Dalam hal penurunan berat badan, semua sampel kehilangan berat 6,8% menjadi 5,5%. Hal ini terjadi karena rayap menyerang bambu. Namun, bambu yang tidak diserang rayap juga dapat menurunkan berat badan dan dapat disebabkan oleh faktor lain seperti cuaca (panas dan hujan) dan jamur.

Kata kunci: bambu betung, bambu hitam, kajian bambu, serangan rayap

### **Study of Compression Strength of Bamboo Betung and Black Bamboo Due to Terminate Attack**

**Abstract:** *This study aims to determine betung and black bamboo's compressive strength due to termites attacks. The research was conducted at the materials test lab at Universitas Negeri Jakarta and Bogor Agricultural University from 1st October 2016 until 30th January 2017. This research method based on ISO-22157:2004 was using the direct testing of compressive strength in the materials test lab. This research used two kinds of bamboo, betung and black bamboo, which amounts to 40 samples. Each bamboo has 20 samples. By the position, each from the base and middle section has ten samples. While each for the treatment by termites and with no termites has five samples. Based on the research result, it can be concluded that the average of the compressive strength value for the betung bamboo from the base and the middle section that given termites have decreased rather than the bamboo that not given termites 14% to be 6%. In comparison, the black bamboos in the middle section have the same decrease on the average of the compressive strength value with the betung bamboo 9,2% to be 23%. But, black bamboos on the base section have the otherwise where the average of the compressive strength that given termites greater than the bamboo that not given termites 3,6% to be 0%. That matter can be caused by termites' attack absences on the base section of the black bamboo samples. In terms of losing weight, all samples lost the weight 6,8% to be 5,5%. This matter happened because the termites attacked the bamboo. But, the bamboo that termites do not attack also can lose weight and can be caused by other factors such as weather (heat and rain) and fungus*

*Keywords: bamboo betung, black bamboo, study of bamboo, termites attack*

## PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu material dari beberapa material atau bahan konstruksi yang sudah cukup lama dikenal masyarakat. Pada umumnya, jenis bambu yang digunakan oleh masyarakat di Indonesia antara lain seperti bambu tali, bambu betung, bambu duri, bambu andong, bambu hitam, dll (Krisdianto dkk, 2000). Bambu dalam konstruksi biasa digunakan untuk pelat lantai, kuda-kuda, konstruksi jembatan, dll. Selain itu, bambu juga dapat digunakan untuk kegunaan non-struktur seperti perabotan rumah tangga, *furniture*, alat-alat musik, dll. Sebagai material atau bahan konstruksi, bambu mempunyai beberapa keunggulan, yaitu mempunyai nilai kuat tarik yang tinggi, tidak memerlukan perawatan khusus, rumpun bambu yang sudah dibakar dapat tumbuh kembali dan bambu yang berkualitas bagus dapat diperoleh pada saat berumur 3 - 5 tahun (Morisco, 2006).

Di dunia diperkirakan terdapat sekitar 1200 jenis bambu. Sedangkan di Indonesia, jenis bambu yang sudah terdata ada 143 jenis dan 60 jenis diantaranya tumbuh di pulau Jawa termasuk bambu betung (petung) dan bambu hitam (wulung) (Widjaja, 2001). Bambu betung dan bambu hitam banyak dipilih karena mudah ditemukan di pulau Jawa. Secara khusus, bambu betung banyak dipilih karena dimensinya relatif besar dan terlihat kokoh. Hal ini membuat bambu betung cocok digunakan sebagai tiang penyangga bangunan. Sedangkan bambu hitam dipilih karena mempunyai warna hitam yang berbeda dari bambu lainnya (nilai estetika). Selain mempunyai banyak keunggulan, bambu juga mempunyai kelemahan dari segi ketahanan terhadap hama perusak termasuk pada bambu betung dan bambu hitam. Hama perusak pada bambu antara lain seperti kumbang bubuk, mikroorganisme laut dan rayap. Salah satu hama perusak yang mempunyai serangan yang cukup ganas adalah rayap. Rayap merupakan hama perusak kayu dan bangunan yang mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Pada tahun 1999, kerugian ekonomis akibat serangan rayap pada bangunan di Indonesia mencapai angka tiga triliun rupiah (Nandika dkk, 2003). Kerusakan bangunan kayu ini pada umumnya disebabkan oleh serangan rayap dari genus *Coptotermes*.

Rayap mempunyai cara untuk merusak kayu dan bangunan. Cara yang digunakan adalah dengan membuat liang kembara dan menjadikannya sebagai tempat tinggal sekaligus sumber nutrisi koloni rayap. Menurut Tarumingkeng (2001), Rayap memakan zat selulosa atau zat rasa manis yang terkandung dalam bambu. Hal tersebut menyebabkan bambu menjadi keropos dan hancur. Rayap hidup secara berkoloni semasa hidupnya. Satu koloni dapat mencapai ribuan ekor rayap. Seekor rayap dengan berat tubuh sekitar 2,5 miligram/ekor dapat memakan serat bambu sampai 0,24 miligram/hari (Nandika dkk, 2003). Oleh karena itu, satu koloni rayap dapat menyebabkan berkurangnya bobot bambu yang membuat penurunan kuat tekan yang dimiliki oleh bambu. Hal ini juga dapat terjadi pada bambu yang digunakan untuk konstruksi.

## METODE

Untuk mendapatkan data yang aktual, maka penelitian menggunakan metode eksperimen. Dengan melibatkan 20 sampel bambu betung dan 20 sampel bambu hitam, ukuran sampel sesuai dengan standart ISO 22157:2004 adalah sebesar diameter luar bambu tersebut. Bambu tersebut akan diuji kuat tekannya akibat serangan rayap baik yang tidak diserang rayap maupun yang sudah diserang rayap.

Untuk pengumpulan bambu agar dimakan rayap dilakukan di Arboretum Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Praktek Uji Bahan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Oktober 2016 sampai dengan bulan Januari 2017. Populasi dalam penelitian ini adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan bambu hitam (*Gigantchloa atroviolacea*) yang berumur sudah tua (lebih dari 3 tahun). Bambu betung yang dipakai berasal dari daerah Bogor, Jawa Barat dan bambu hitam berasal dari daerah Serang, Banten. Pada pengujian ini digunakan 2 jenis bambu, yaitu bambu betung dan bambu hitam.



w2 = Diameter Kedua Dalam Bambu

w3 = Diameter Ketiga Dalam Bambu

w4 = Diameter Keempat Dalam Bambu

Pengeringan bambu bisa dengan terkena matahari langsung dan di tempat teduh. Bambu bilah dapat dikeringkan dengan panas matahari langsung dan tidak akan menimbulkan masalah apapun, sedangkan bambu bulat akan mudah pecah karena kurang meratanya penyusutan. Pengeringan di tempat teduh akan memakan waktu 6 sampai 12 minggu tergantung cuaca. Proses pengeringan akan lebih cepat bila disandarkan berdiri (Morisco, 2006). Pada penelitian ini, pengeringan dilakukan di tempat teduh karena bambu yang digunakan adalah bambu bulat. Waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan bambu betung pada penelitian ini dilakukan selama 6 minggu. Sedangkan bambu hitam didapatkan sudah dalam kondisi kering dan siap digunakan sebagai benda uji.

Langkah-langkah dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan dan mengukur bambu yang berukuran 7 meter dibagi menjadi 3 meter untuk bagian pangkal dan 3 meter lainnya untuk bagian tengah. Sedangkan sisa 1 meter dibuang
2. Setelah mengukur sesuai dengan diameternya, kemudian memotong bambu dengan mesin potong. Gerinda yang digunakan untuk memotong berukuran diameter 14 inci.
3. Bambu yang sudah dipotong diukur kembali panjang dan tebal diameternya menggunakan jangka sorong (*caliper*) dan penggaris siku.
4. Bambu dioven dengan suhu 60° C selama 24 jam.
5. Bambu dioven kembali dengan suhu 100° C selama 24 jam.
6. Setelah dioven, bambu diukur kembali panjang dan tebal diameter kemudian ditimbang dengan timbangan listrik.
7. Bambu siap untuk dilakukan uji ketahanan terhadap rayap tanah.
8. Bambu yang sudah diuji ketahanan terhadap rayap bambu dibersihkan.
9. Bambu yang sudah dibersihkan kemudian dioven dengan suhu 60° C selama 24 jam. Selanjutnya dioven kembali dengan suhu 100° C selama 24 jam.
10. Setelah dioven, bambu diukur kembali panjang dan tebal diameter kemudian ditimbang dengan timbangan listrik.
11. Kemudian, bambu yang sudah diumpan rayap dan tidak diumpan rayap diuji tekan dengan menggunakan alat uji tekan atau *Universal Testing Machine* (UTM) merek BALDWIN dengan kecepatan pembebanan 10 mm/menit.

Pengujian benda uji yg dilakukan, yaitu kuat tekan sejajar serat dan kehilangan berat (*Weight Loss*).

1. Kuat tekan bambu dilakukan pada bagian ruas (*internode*). Ukuran panjang benda uji adalah sama dengan diameter bambu pada bagian yang dipotong untuk dijadikan benda uji tekan. Pengujian tekan dilakukan dengan cara memberikan beban secara perlahan-lahan pada bambu dengan kedudukan vertikal sampai benda uji mengalami kerusakan. Kuat tekan bambu dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T_k = \frac{P_{max}}{\frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2)}$$

Keterangan:

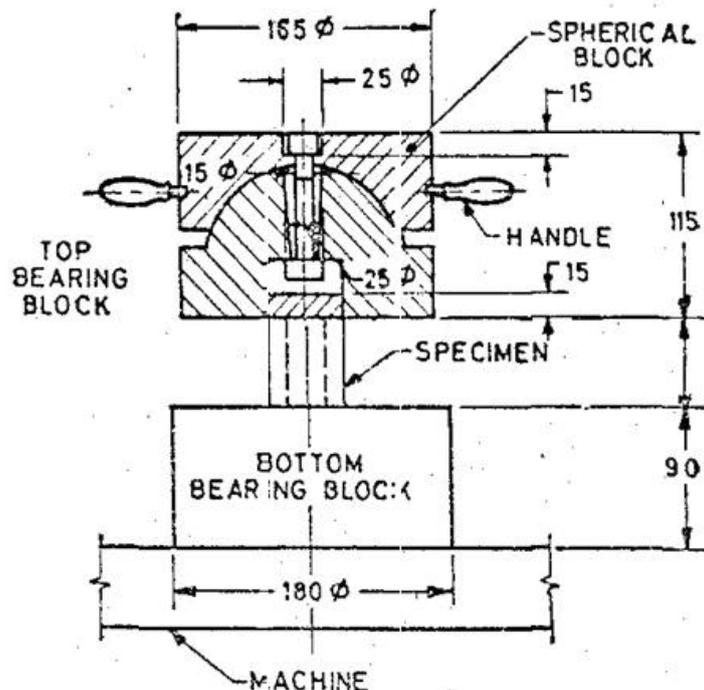
$T_k$  = Kuat tekan maksimum (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{max}$  = Beban maksimal pada saat benda uji mengalami kerusakan (kg)

D = Diameter luar bambu (cm)

d = Diameter dalam bambu (cm)

Gambar pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Uji Tekan Sejajar Serat (ISO 22157:2004)

2. Prosedur Perhitungan Kehilangan Berat (*Weight Loss*), sebagai berikut:
  - a. Benda uji ditimbang beratnya setelah dioven dengan suhu 60° C dan 100° C selama 24 jam sebelum diumpankan rayap tanah (Berat Kering Tanur Bambu Sebelum Diumpankan)
  - b. Benda uji ditimbang beratnya setelah dioven dengan suhu 60° C dan 100° C selama 24 jam setelah diumpankan rayap tanah (Berat Kering Tanur Setelah Diumpankan)
  - c. Hitung kehilangan berat (*Weight Loss*) benda uji dengan rumus:

$$WL = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_L$  = Kehilangan berat (*Weight Loss*) contoh uji bambu (%)

$W_1$  = Berat Kering Tanur Sebelum Diumpankan (gram)

$W_2$  = Berat Kering Tanur Setelah Diumpankan (gram)

- d. Selanjutnya tingkat ketahanan benda uji berdasarkan indikator kehilangan berat dihitung dari nilai rata-rata keseluruhan benda uji dengan menggunakan klasifikasi yang dibuat oleh Badan Nasional Indonesia. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Klasifikasi Ketahanan Kayu Terhadap Rayap Tanah Berdasarkan Penurunan Berat (SNI 01. 7202-2006)

Kelas	Ketahanan	Kehilangan Berat (%)
I	Sangat Tahan	<3,52
II	Tahan	3,52-7,5
III	Sedang	7,5-10,96
IV	Buruk	10,96-18,94
V	Sangat Buruk	18,94-31,89

(Sumber: SNI 01. 7202-2006)

Data pengujian bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan bambu hitam (*Gigantochloa atroviolacea*) didapat dari hasil eksperimen (percobaan) di Arboretum untuk uji ketahanan rayap dan di laboratorium untuk uji kuat tekan. Instrumen penelitian yang digunakan adalah seperangkat alat kuat tekan bambu dan rayap tanah. Teknik analisis data yang dihasilkan merupakan hasil kuat tekan dan kehilangan berat di laboratorium. Hasil pengolahan data akan dibuat dalam bentuk tabel, diagram batang, garis atau titik dengan bantuan program *Microsoft Excel* dan dianalisa secara deskriptif.

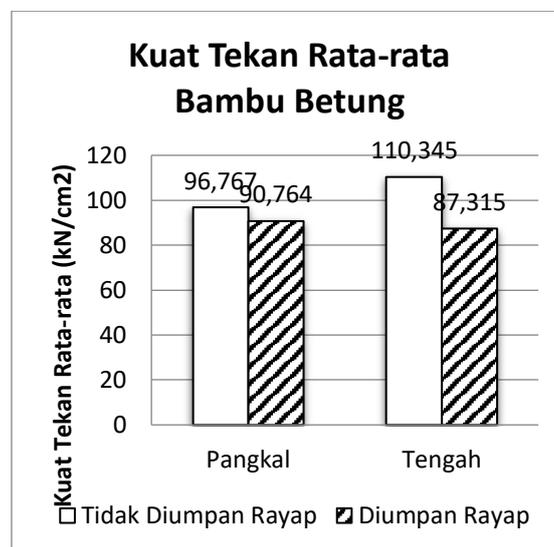
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan berat rata-rata bambu betung dan bambu hitam pada bagian pangkal maupun bagian tengah setelah diumpan rayap selama 49 hari. Kehilangan berat sebagian besar disebabkan oleh serat bambu yang telah dimakan oleh rayap. Namun, terdapat pula bambu yang tidak dimakan oleh rayap secara kasat mata, yaitu bambu hitam pada bagian pangkal. Kehilangan berat pada bambu tersebut dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti cuaca (panas dan hujan) dan jamur.

Tabel 2. Persentase Kehilangan Berat Rata-rata Bambu Setelah Diumpan Rayap

No.	Jenis Bambu	Kehilangan Berat Rata-rata Rambu Setelah Diumpan Rayap (%)	
		Pangkal	Tengah
1	Betung	14.0	9.2
2	Hitam	3.6	6.8

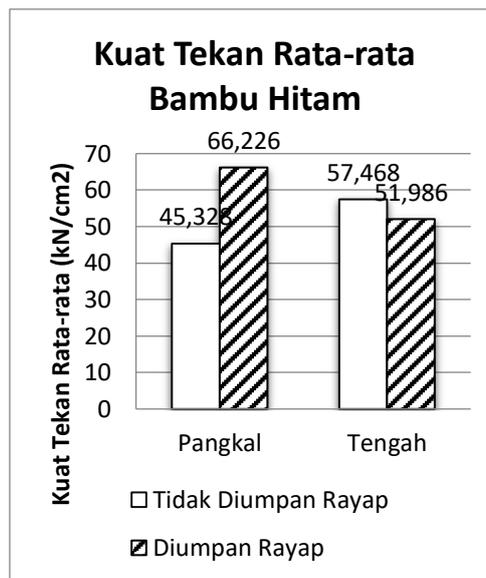
Kuat tekan adalah kemampuan bahan dalam menahan beban yang sejajar dengan sumbu bahan sampai terjadinya kerusakan pada bahan tersebut. Kuat tekan yang diuji adalah kuat tekan sejajar serat bambu. Nilai kuat tekan sejajar serat bambu secara detail dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata sejajar serat dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 4.** Grafik Nilai Kuat Tekan Rata-rata Bambu Betung yang Diumpan dan Tidak Diumpan Rayap

Dapat dilihat hasil penelitian pada Gambar 4 bahwa nilai kuat tekan rata-rata untuk bambu betung pada bagian pangkal yang diumpan rayap sebesar 90,764 kN/cm<sup>2</sup> yang nilainya lebih kecil daripada yang tidak diumpan rayap sebesar 96,767 kN/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata untuk bagian tengah yang diumpan rayap sebesar 87,315 kN/cm<sup>2</sup> yang nilainya

lebih kecil daripada kuat tekan rata-rata yang tidak diumpun rayap, yaitu sebesar 110,345 kN/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 5.** Grafik Nilai Kuat Tekan Rata-rata Bambu Hitam yang Diumpun dan Tidak Diumpun Rayap

Pada Gambar 5. dapat dilihat nilai kuat tekan rata-rata bambu hitam pada bagian pangkal bambu yang diumpun rayap sebesar 66,226 kN/cm<sup>2</sup> nilainya lebih besar daripada yang tidak diumpun rayap, yaitu 45,328 kN/cm<sup>2</sup>. Hal ini diduga bahwa batang bambu yang digunakan sebagai sampel yang diumpun rayap lebih tinggi kuat tekannya karena berasal dari bahan yang berbeda antara sampel bambu yang diumpun rayap dan tidak diumpun rayap.

Bambu yang tidak diumpun rayap dengan bambu yang sudah diumpun rayap tidak terjadi penurunan nilai kuat tekan rata-rata. Presentase penurunan nilai kuat tekan rata-rata menjadi sebesar 0% (lihat Tabel 3). Sedangkan bambu hitam pada bagian tengah mempunyai nilai kuat tekan rata-rata yang diumpun rayap sebesar 51,986 kN/cm<sup>2</sup> yang nilainya lebih kecil daripada kuat tekan rata-rata yang tidak diumpun rayap, yaitu sebesar 57,468 kN/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan rata-rata pada bambu betung yang sudah diumpun rayap mempunyai nilai kuat tekan rata-rata lebih kecil daripada yang tidak diumpun rayap. Sedangkan bambu hitam pada bagian pangkal bambu yang diumpun rayap mempunyai nilai kuat tekan rata-rata yang lebih besar dari yang tidak diumpun rayap. Hal ini diduga bambu hitam pada bagian pangkal secara kasat mata tidak diserang rayap. Oleh sebab itu, nilai kuat tekan rata-rata pada bambu hitam bagian pangkal yang diumpun rayap lebih besar daripada yang tidak diumpun rayap. Untuk persentase penurunan kuat tekan rata-rata bambu betung dan bambu hitam dapat dilihat pada Tabel 3.

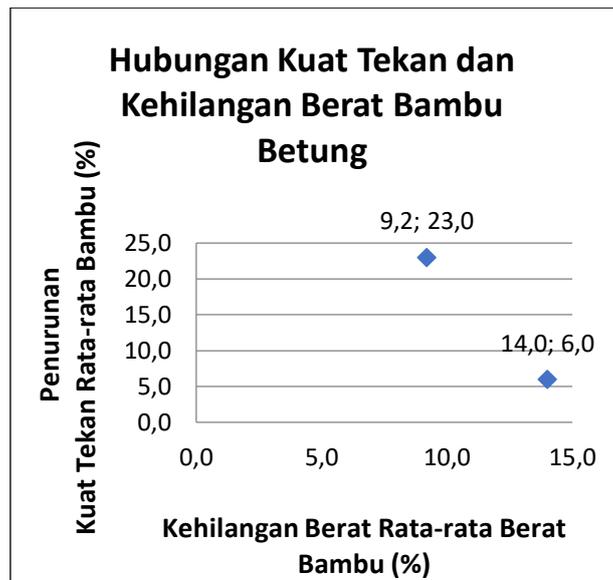
**Tabel 3.** Persentase Penurunan Kuat Tekan Rata-rata Bambu Betung dan Bambu Hitam

No.	Jenis Bambu	Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata Bambu (%)	
		Pangkal	Tengah
1	Betung	6.0	23.0
2	Hitam	0.0	5.5

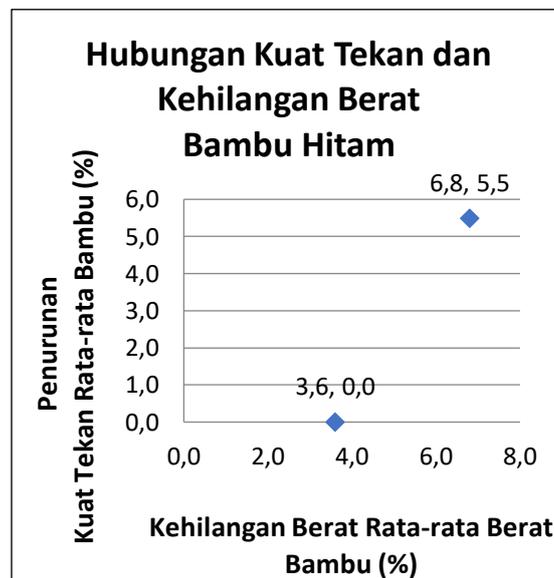
Dibawah ini terdapat Tabel 4 serta grafik Gambar 6 dan Gambar 7 mengenai hubungan penurunan kuat tekan rata-rata bambu dengan penurunan kehilangan rata-rata berat bambu.

Tabel 4. Persentase Kehilangan Rata-rata Berat dan Persentase Penurunan Kuat Tekan Rata-rata Bambu

No.	Posisi Bambu	Kehilangan Berat Rata-Rata Bambu (%)		Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata Bambu (%)	
		Betung	Hitam	Betung	Hitam
1	Pangkal	14.0	3.6	6.0	0.0
2	Tengah	9.2	6.8	23.0	5.5



Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kehilangan Berat Bambu Betung



Gambar 7. Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kehilangan Berat Bambu Hitam

Dari Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa bambu hitam mempunyai ketahanan rayap tanah yang lebih baik daripada bambu betung. Hal ini dapat dilihat bahwa pengaruh kehilangan berat bambu hitam membuat penurunan nilai kuat tekan rata-rata yang lebih kecil dibandingkan bambu betung.

### SIMPULAN DAN SARAN

Bambu betung pada bagian pangkal mengalami kehilangan berat rata-rata sebesar 14% sehingga penurunan kuat tekan rata-rata menjadi 6%. Sedangkan pada bagian tengah mengalami kehilangan berat rata-rata sebesar 9,2% sehingga penurunan kuat tekan rata-rata menjadi 23%. Kehilangan berat rata-rata dan penurunan kuat tekan rata-rata pada bambu betung ini terjadi secara merata pada semua sampel yang diumpun rayap. Untuk bambu hitam pada bagian pangkal kehilangan berat rata-rata bambu sebesar 3,6% dan tidak terjadi penurunan kuat tekan rata-rata. Sedangkan bambu hitam pada bagian tengah mengalami kehilangan berat 6,8% sehingga mengalami penurunan kuat tekan rata-rata menjadi 5,5%. Kehilangan berat rata-rata terjadi penurunan secara merata pada semua sampel yang diumpun rayap. Pada bambu hitam bagian tengah mengalami penurunan kuat tekan rata-rata dari sampel yang tidak diumpun rayap dengan sampel yang diumpun rayap. Sedangkan untuk bambu hitam pada bagian pangkal tidak terjadi penurunan kuat tekan rata-rata yang menyebabkan presentase penurunan kuat tekan rata-ratanya sebesar 0%.

Untuk menghasilkan penelitian yang lebih baik, maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu diperhatikan bambu yang digunakan merupakan bambu yang berumur tua yang biasanya digunakan untuk konstruksi (yang berumur 3 – 5 tahun).
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dipastikan sampel bambu yang digunakan berasal dari satu batang yang sama agar dapat diketahui pengaruh serangan rayap tanah terhadap kuat tekan bambu.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan fokus serangan rayap tanah di laboratorium dan tidak menggunakan metode uji kubur yang menyebabkan penurunan kuat tekan rata-rata bambu tidak hanya oleh serangan rayap, tetapi bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti jamur dan cuaca (panas serta hujan)

### DAFTAR PUSTAKA

- Dransfield, S dan Widjaja, E.A. (1995). *Plant Resource of South East Asia*. Bogor: Prosea.
- Epsiloy, Z.B. (1991). *Efek of Age on the Psycho-Mechanical Properties of Philippine Bamboo*. Proceeding of the Fourth International Bamboo Workshop, Chiangmai, Thailand, p. 180-182.
- Ginoga dalam Ganie. (2008). *Pengaruh Isian Mortar terhadap Kuat Tekan Bambu Wulung [Skripsi]*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Hunt GM, Garrat GA. (1986). *Pengawetan Kayu*. Mohammad Yusuf, penerjemah; Soenardi P, editor. Jakarta: Akademika Pressindo.
- [ISO] International Standard Organization. (2004). 22157-2004. Laboratory Manual on Testing Method for Determination of Pshysical and Mechanical Properties of Bamboo.
- Krisdianto dkk. (2000). *Sari Hasil Penelitian Bambu*. Dalam Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Krishna, K dan F.M. Weesner (Eds). (1969/1970). *Biology of Termites*, Vol. I dan II. Academic Press. New York etc.
- Morisco, (2006). *Diktat Teknologi Bahan Bangunan, Bahan Kuliah Teknologi Bambu*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil UGM.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. (2003). *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*, Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Nandika D, dan Adijuwana H. (1995). *Ekstraksi Enzim Selulase dari Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light serta Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus Holmgren* serta *Macrotermes gilvus Hagen**. Jurnal Penelitian Hasil Hutan; 7(1):35-40.

- Prasetyo KW, Hadi YS. (2005). *Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan dan Kimiawi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Ramadhan, Jatiaryo Sidiq. (2015). *Uji Ketahanan Kayu Sengon (*Paraserlanthes falcatarla* (L) Nielsen yang Dipress terhadap Rayap Tanah* [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta.
- Sitohang, Erdiana. (2001). *Pengaruh Jenis dan Lama Perendaman Bambu Betung {*Dendrocalamus asper* (Schult, F) } Backer ex Heyne terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Supriana, N. (1983). *Perilaku Rayap*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan
- Surjokusumo, S. dan Mugroho, N. (1993). *Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*. Bogor: Fakultas Kehutan IPB. Tidak diterbitkan.
- Suthoni dalam Ganie. (2008). *Pengaruh Isian Mortar terhadap Kuat Tekan Bambu Wulung* [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Tambunan B, Dodi N. (1989). *Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis*. Bogor: Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Tarumingkeng, Rudy C. (2001). *Biologi dan Pengendalian Rayap Hama Bangunan di Indonesia*. <http://tumoutou.ney/5termitebiologyandcontrol.html>(diakses 17 Oktober 2016).
- \_\_\_\_\_. (2004). *Biologi dan Pengenalan Rayap Perusak Kayu Indonesia*. Manajemen Deteriorasi Hasil Hutan.
- Widjaja, Elizabeth A.. (1987). *Jenis-jenis Bambusa di Indonesia (The Bambusa Species in Indonesia)*. Nasional Biological Congress (Kongres Nasional Biologi). Bogor.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Identikit Jenis-jenis Bambu di Jawa*, Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi.