



Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren Menggunakan Ekstrak Daun *Avicennia marina*

Ulin Nikmatul Aflah[✉], Niken Subekti, R. Susanti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 Maret 2021
Disetujui: 30 Maret 2021
Dipublikasikan: 15 April 2021

Keywords: *termites, mangroves, pesticides vegetable rayap, bakau, pestisida nabati*

Abstract

*Termite is one type of insect include order Isoptera, that recorded about 200 species in Indonesia and has been identified just 179 species. Economic losses caused of termites in Indonesia have reached billions rupiah each year. One of the control it using the vegetable insecticide, which can be used as an alternative to ontroled insect because it meets the criteria that is safe, cheap, and easy to apply the farmers. One of the ingredients that can be used as an insecticide substitute is the mangrove. Secondary metabolites found in mangroves are alkaloids, phenolics, steroids and terpenoids where the active component is pharmacological, toxic and ecologic. This study aims to determine the effect of mangrove leaf extract of *Avicennia marina* as a vegetable pesticide against mortality of ground termites *Coptotermes curvignathus* Holmgren. The design of this study was experimental study with the dose tested 5 different treatments is 0% (C-), 0.5%, 1%, 2% and borax 1% (C+) and the different duration is 3 hours, 5 hours, and 7 hours in 5 repetitions. Data analysis using factorial test followed by Duncan test. Based on the result of the research, the concentration of 0,5% mangrove leaf extract solution with 3 hours long wood soak can kill the ground termite of *Coptotermes curvignathus* Holmgren 100% in 3 weeks.*

Abstrak

Rayap merupakan salah satu jenis serangga dalam ordo Isoptera yang tercatat di Indonesia sekitar 200 jenis dan baru 179 jenis yang sudah teridentifikasi. Kerugian ekonomis akibat rayap di Indonesia telah mencapai milyaran rupiah tiap tahunnya. Salah satu pengendaliannya dengan menggunakan insektisida nabati, yang dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian serangga hama karena memenuhi kriteria yaitu aman, murah, dan mudah diterapkan petani. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi insektisida adalah bakau. Metabolit sekunder yang ditemukan pada bakau-bakauan adalah golongan alkaloid, fenolat, steroid dan terpenoid dimana komponen aktif tersebut bersifat farmakologik, toksik dan ekologik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun bakau *Avicennia marina* sebagai pestisida nabati terhadap mortalitas rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Rancangan penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan dosis yang diujikan 5 perlakuan berbeda yakni 0% (C-), 0,5%, 1%, 2% dan boraks 1% (C+) serta variasi lama rendam kayu 3 jam, 5 jam, dan 7 jam sebanyak 5 kali ulangan. Analisis data menggunakan uji Faktorial dilanjutkan uji Duncan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi larutan ekstrak daun bakau 0,5% dengan lama rendam kayu 3 jam efektif dapat membunuh rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren sebesar 100% dalam 3 minggu.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan salah satu jenis serangga dalam ordo Isoptera yang tercatat di Indonesia sekitar 200 jenis dan baru 179 jenis yang sudah teridentifikasi. Jenis rayap di Indonesia yang secara ekonomi sangat merugikan ada tiga jenis rayap subterranean (*Coptotermes curvignathus* Holmgren, *Macrotermes gilvus* Hagen, serta *Schedorhinotermes javanicus* Kemner) dan satu jenis rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). Kerugian ekonomis akibat rayap di Indonesia telah mencapai milyaran rupiah tiap tahunnya. Rayap merusak konstruksi bangunan dan material berselulosa lainnya di dalam bangunan gedung. Bahkan rayap dapat menyerang pohon dan tanaman hidup, terutama di areal perkebunan kelapa sawit, karet dan tanaman hutan industri seperti pinus, eukaliptus, dan lain-lain (Subekti *et al.* 2008). Insektisida nabati dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian serangga hama karena memenuhi kriteria yaitu aman, murah, dan mudah diterapkan petani. Bahan alami tersebut dapat diisolasi atau diekstrak dari tumbuhan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bagian tanaman seperti kayu, kulit batang, daun, bunga, buah, dan biji berpotensi mencegah pertumbuhan jamur dan serangga perusak kayu (Arif *et al.* 2012). Penelitian Rohmah dan Tukiran (2012) menyatakan bahwa ekstrak kloroform kulit batang kayu bakau bersifat toksik terhadap ulat grayak serta dapat digunakan sebagai bioinsektisida alami. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai substitusi insektisida adalah bakau. Bandaranayake (2002) melaporkan bahwa metabolit sekunder yang ditemukan pada bakau-bakauan adalah golongan alkaloid, fenolat, steroid dan terpenoid dimana komponen aktif tersebut bersifat farmakologik, toksik dan ekologi. Salah satu spesies yang ditemukan di Pulau Karimun Jawa adalah bakau spesies *Avicennia marina*, atau biasa disebut bakau api-api. Berdasarkan latar belakang tersebut, daun *Avicennia marina* diduga mengandung senyawa bioaktif yang memiliki daya toksisitas terhadap organisme perusak kayu terutama rayap *C. curvignathus* dan bisa dijadikan sebagai substitusi bahan pengawet sintetis.

METODE

Kayu uji adalah kayu bakau *Avicennia marina* umur 3 tahun dipreparasi dengan metode SNI 01-7207- 2006. Kayu direndam dalam larutan ekstrak daun bakau spesies *Avicennia marina*. Kayu ditiriskan selama 24 jam, kemudian ditimbang. Kemudian kayu dioven dengan suhu 60°C selama 2×24 jam. Kayu diberikan pada rayap dengan metode SNI 01-7207-2006. Daun segar dikeringanginkan pada tempat yang tidak terkena matahari selama satu bulan (Harborne 1987). Pembuatan ekstrak daun bakau sama dengan metode yang diterapkan oleh Hajra *et al.* (2010). Penelitian ini menggunakan 2 macam perlakuan (*two groups statics design*) yaitu variasi bahan pengawet yaitu kelompok kontrol (tanpa perlakuan dan boraks 1%) dan perlakuan ekstrak daun bakau (0,5%; 1,0% dan 2,0%), serta variasi lama rendaman (3, 5 dan 7 jam) pada setiap

variasi konsentrasi dengan 5 kali ulangan. Ekstrak bakau dianalisis kandungan senyawa aktif menggunakan GC-MS di Laboratorium Kimia Organik UGM. Pengamatan yang dilakukan yaitu nilai absorpsi kayu, retensi kayu, kehilangan berat (*weight loss*), derajat kerusakan dan mortalitas rayap. Data 5 variabel yang sudah diperoleh, dianalisis menggunakan uji statistik *two way ANOVA* dilanjutkan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh ekstrak daun bakau *Avicennia marina* terhadap rayap, didapatkan data absorpsi kayu, retensi kayu, mortalitas rayap, kehilangan berat kayu dan derajat kerusakan serta hasil GC-MS dari ekstrak daun bakau *Avicennia marina*. Berdasarkan Tabel 1, absorpsi kayu tertinggi pada ekstrak daun bakau konsentrasi 0.5% dan absorpsi kayu terendah pada ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0% pada setiap lama rendaman. Pada kontrol positif (boraks 1%) lama rendaman 3 jam nilai absorpsi kayu lebih kecil dibandingkan ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0%. Pada setiap jenis ekstrak yang diuji, nilai absorpsi kayu tertinggi terdapat pada ekstrak daun bakau konsentrasi 0,5% dengan lama perendaman 7 jam.

Tabel 1. Rerata nilai absorpsi kayu pada berbagai konsentrasi ekstrak daun bakau

Preservatives	Absorption value (kg/m ³)		
	3h	5h	7h
C+ (Borax 1%)	83.40	146.51	162.78
Mangrove Extract 0.5%	119.04	152.61	171.89
Mangrove Extract 1%	87.65	118.59	113.20
Mangrove Extract 2%	87.88	99.54	132.28

Berdasarkan analisis statistik, lama rendaman dan konsentrasi ekstrak berpengaruh sangat nyata terhadap nilai absorpsi kayu pada taraf α 0.05, tetapi interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap nilai absorpsi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui pada ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0%, dan 1,0% mempunyai nilai absorpsi kayu yang tidak berbeda nyata dengan boraks 1%. Ekstrak daun bakau konsentrasi 0,5% menunjukkan nilai absorpsi kayu paling baik dibandingkan dengan ekstrak lain. Pada variasi lama rendaman, nilai absorpsi kayu dengan lama rendaman paling baik pada perlakuan 5 jam, karena lama rendaman 5 jam tidak berbeda nyata dengan lama rendaman 7 jam.

Tabel 2. Rerata Retensi Kayu pada Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun Bakau

Preservatives	Retention value (kg/m ³)		
	3h	5h	7h
C+ (Borax 1%)	0.19	0.56	0.73
Mangrove Extract 0.5%	0.19	0.37	0.51
Mangrove Extract 1%	0.27	0.48	0.52
Mangrove Extract 2%	0.57	0.78	1.41

Berdasarkan Tabel 2, pada setiap lama rendaman nilai retensi kayu tertinggi pada ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0%. Pada setiap lama rendamana, nilai retensi kayu pada kontrol positif (larutan boraks 1%) lebih kecil dibandingkan retensi kayu konsentrasi ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0%. Berdasarkan analisis statistik, lama rendaman dan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap nilai retensi, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap nilai retensi. Hasil uji Duncan menunjukkan nilai retensi kayu pada ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0% mempunyai nilai retensi kayu yang berbeda nyata dengan ekstrak lainnya, sedangkan nilai retensi kayu dengan lama rendam 7 jam berbeda nyata dengan lama rendam 3 dan 5 jam, tetapi lama rendam 5 jam berbeda nyata dengan lama rendam 3 jam. Data kehilangan berat kayu (*weight loss*) tersaji dalam Tabel 3. Rata-rata kehilangan berat kayu terendah dengan lama rendam 3 jam yaitu boraks 10% sebesar 10,19%. Pada lama rendam 5 jam, kehilangan kayu terendah pada ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0% (12,82%). Kehilangan kayu terendah pada lama rendam 7 jam yaitu ekstrak daun bakau konsentrasi 1,0%.

Tabel 3. Rerata persentase kehilangan berat (*weight loss*) dan derajat kerusakan kayu

Bahan pengawet	Lama rendaman (jam)	Kehilangan berat (%)	Derajat kerusakan kayu (%)
C- (Tanpa Perlakuan)	-	28.99	-
C+ (Boraks 1%)	3	10.19	35.1
	5	18.75	64.7
	7	18.74	64.7
Eks Bakau 0.5%	3	12.25	42.3
	5	17.71	61.1
	7	21.45	74.0
Eks Bakau 1%	3	11.49	39.6
	5	15.21	52.5
	7	15.68	54.1
Eks Bakau 2%	3	12.18	42.0
	5	12.82	44.2
	7	16.11	55.6

Berdasarkan uji analisis, variasi konsentrasi bahan pengawet dan lama rendam kayu tidak berpengaruh terhadap nilai kehilangan berat kayu. Akan tetapi, interaksi antara variasi konsentrasi ekstrak daun bakau dan lama rendaman sangat berpengaruh nyata terhadap nilai kehilangan berat kayu. Untuk mengetahui persentase pengaruh konsentrasi ekstrak dengan lama rendaman dilakukan uji regresi. Berdasarkan hasil uji regresi, diketahui nilai *R square* sebesar 0,20, hal ini menunjukkan pengaruh konsentrasi ekstrak dan lama rendam secara simultan terhadap persentase kehilangan berat sebesar 2%. Data derajat kerusakan menunjukkan intensitas serangan rayap terhadap contoh uji. Pada lamarendaman 3 jam persentase derajat kerusakan kayu terendah pada boraks konsentrasi 1,0% yaitu 35,1%. Pada lama rendaman 5 jam, persentase derajat kerusakan terendah pada kayu yang direndam larutan ekstrak daun bakau konsentrasi 2,0% yaitu 44,2%. Pada lama rendaman 7 jam, persentase derajat kerusakan tertendah pada kayu yang direndam larutan ekstrak bakau konsentrasi 1,0% yaitu 54,1%. Hasil uji mortalitas rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren tersaji dalam Tabel 3. Persentase mortalitas rayap pada minggu pertama memperlihatkan hasil yang bervariasi. Persentase mortalitas rayap pada minggu kedua bervariasi dari 96,9%-100%. Kematian total pada boraks 1% terjadi pada minggu ke dua, sedangkan untuk ekstrak daun bakau (konsentrasi 0,5% 1,0% dan 2,0%) terjadi pada minggu ke tiga. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun bakau yang diperlakukan pada kayu dan diumpankan ke rayap, maka data mortalitas rayap diuji dengan uji statistik faktorial.

Berdasarkan analisis statistik, diketahui bahwa konsentrasi ekstrak yang digunakan dan lamaperendaman kayu tidak berpengaruh terhadap mortalitas rayap pada minggu pertama dan kedua. Hal tersebut terjadi karena mortalitas rayap pada kayu yang diberi perlakuan di akhir pengujian (selama 21 hari) menghasilkan data yang seragam, maka tidak dilakukan uji lanjut.

Tabel 3. Rerata mortalitas rayap setelah uji preferensi kayu selama 21 hari

Dosis	Lama Rendaman (jam)	Mortalitas per minggu (%)		
		I	II	III
C- (Tanpa Perlakuan)	-	31.8%	62.9%	85.6%
C+ (Boraks 1%)	3	77.2%	99.8%	100.0%
	5	69.4%	100.0%	100.0%
	7	69.9%	100.0%	100.0%
	7	69.9%	100.0%	100.0%
Eks Bakau 0.5%	3	49.3%	99.5%	100.0%
	5	78.9%	99.8%	100.0%
	7	62.8%	99.6%	100.0%
Eks Bakau 1%	3	73.7%	99.8%	100.0%
	5	88.6%	99.9%	100.0%
	7	74.9%	96.9%	100.0%
Eks Bakau 2%	3	81.7%	98.4%	100.0%
	5	42.9%	99.2%	100.0%
	7	65.2%	99.1%	100.0%

Analisis kandungan ekstrak daun bakau *Avicennia marina* dengan menggunakan metode GC-MS (*Gas Chromatography Spectrofotometry Massa*) terdapat 4 macam senyawa yang terindikasi dalam ekstrak daun bakau dan banyaknya kandungan didalamnya yang tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan senyawa aktif pada ekstrak daun bakau *Avicennia marina*

No	Senyawa Metabolit	Nilai (%)
1.	9-Eicosyne (C ₂₀ H ₃₈)	52.72%
2.	Pentadecanal (C ₁₅ H ₃₀ O)	19.63%
3.	Hexadecanoic acid (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)	16.07%
4.	9-Octadecenoic acid (C ₁₉ H ₃₆ O ₂)	11.58%

Perendaman Kayu Uji Dalam Larutan Pengawet

Nilai absorpsi kayu yang efisien pada kayu rendaman konsentrasi ekstrak daun 0,5% dengan lama rendaman 5 jam. Nilai absorpsi kayu semakin kecil dengan semakin kentalnya larutan yang digunakan (semakin besar nilai konsentrasi), akan tetapi nilai absorpsi kayu meningkat dengan semakin lamanya waktu perendaman kayu. Menurut Hunt dan Garrat (1986) nilai absorpsi bergantung pada beberapa faktor yaitu spesies kayu, arah peresapan dan jenis bahan pengawet yang dipakai. Tobing (1977) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya absorpsi bahan pengawet adalah struktur anatomi kayu, persiapan kayu sebelum diawetkan, metode pengawetan, jenis dan konsentrasi bahan pengawet. Dalam penelitian ini, ekstrak daun bakau dengan konsentrasi dan lama perendaman kayu yang berbeda-beda memperlihatkan pengaruh nyata terhadap nilai absorpsi pada kayu bakau.

Absorpsi kayu terbaik adalah kayu yang direndam dalam ekstrak daun bakau 0,5%, akan tetapi retensi kayu tertinggi pada ekstrak daun bakau 2.0% pada setiap perlakuan lama rendaman. Nilai absorpsi kayu tidak selaras dengan nilai retensi kayu. Retensi merupakan banyaknya bahan pengawet yang tertinggal di dalam kayu. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa retensi kayu terhadap ekstrak daun bakau dipengaruhi oleh interaksi antara jenis kayu dengan konsentrasi larutan bahan pengawet yang digunakan dan lama perendaman kayu. Menurut Hunt dan Garrat (1986), semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet berarti bahan aktif yang terkandung di dalamnya semakin banyak. Semakin banyak bahan aktif, maka peluang terjadinya ikatan antara bahan aktif dengan gugus hidroksil bebas (-OH-) akan semakin besar. Retensi bahan pengawet merupakan indikator keberhasilan proses pengawetan (Suheryanto 2010). Bahan pengawet dengan kemampuan retensi yang tinggi mengindikasikan bahwa bahan pengawet tersebut mampu terserap (terabsorpsi) dengan baik ke dalam kayu. Jumlah bahan pengawet yang terserap ke dalam kayu akan menentukan tingkat daya perlindungan kayu dari gangguan organisme perusak. Faktor jenis kayu juga berpengaruh terhadap nilai absorpsi dan retensi kayu, terutama struktur anatomi sel-sel penyusun, proporsi sel penyusun, ketebalan dan kondisi lapisan dinding sel, serta isi rongga sel dan komposisi

kimiawi dinding selnya terutama jumlah gugus hidroksil bebas (-OH-) yang menandakan reaktif tidaknya kayu terhadap bahan kimia (Hunt dan Garrat 1986).

Uji Preferensi Pada Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Efektivitas bahan pengawet kayu dapat dilihat dari kemampuan bahan tersebut mengurangi serangan rayap setelah diaplikasikan ke contoh uji. Semakin rendah persentase kehilangan berat menunjukkan semakin efektif bahan pengawet tersebut. Berdasarkan hasil pengujian contoh uji pada kayu bakau, tingkat kehilangan berat kayu uji kontrol sebesar 28,99 %. Menurut data Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat (2015) kayu bakau termasuk kelas awet III yang rentan terhadap rayap tanah. Klasifikasi ketahanan kayu berdasarkan persentase kehilangan berat akibat serangan rayap tanah, kayu bakau termasuk ketahanan V yang artinya tidak tahan terhadap rayap tanah. Efektivitas bahan pengawet tertinggi terlihat dari pengurangan berat sampel terendah. Kayu uji yang direndam dalam boraks konsentrasi 1,0% selama 3 jam mengalami pengurangan berat sebesar 10,19%. Perlakuan konsentrasi bahan pengawet dan lama rendaman berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat contoh uji. Penelitian Salmayanti (2013) pada kayu bayur memperlihatkan bahwa pada bahan pengawet tembelean konsentrasi 150 gram perendaman 2 hari memiliki nilai kehilangan berat 9,23%. Menurut Mariana (2013), pada bahan pengawet alami kumis kucing konsentrasi 200 gram perendaman 3 hari pada kayu durian memperlihatkan kehilangan berat 2,83 %. Hasil penelitian Tascioglu *et al.* (2013) menunjukkan bahwa meningkatnya nilai retensi dan menurunnya kehilangan berat kayu seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak *mimosa*, *quebracho* dan *pine bark* berturut-turut pada pengawetan kayu *scotch pine*, *beech* dan *poplar*.

Derajat kerusakan terendah (35,1 %) pada kayu yang direndam boraks konsentrasi 1,0% selama 3 jam, sedangkan derajat kerusakan kayu tertinggi (74,0 %) pada ekstrak daun bakau konsentrasi 0,5% dengan lama rendam 7 jam. Pada penelitian Azis (2013), kerusakan kayu benuang yang diawetkan dengan ekstrak kumis kucing konsentrasi 1:4 menunjukkan nilai derajat kerusakan 70,37 %. Sari (2009) juga meneliti bahwa besar derajat kerusakan kayu manga yang diawetkan dengan ekstrak daun kecubung konsentrasi 1:4 adalah 87 %. Berdasarkan data kehilangan berat kayu (*weight loss*) dan derajat kerusakan terendah, ekstrak daun bakau konsentrasi 1,0% dengan lama perendaman 3 jam nilainya tidak berbeda jauh dengan boraks 1,0% dengan lama rendam 3 jam. Peningkatan lama perendaman tidak selalu menurunkan nilai pengurangan berat contoh uji dan derajat kerusakan. Hal tersebut terlihat pada penelitian ini, semakin lama perendaman dan besar konsentrasi bahan pengawet, semakin besar juga nilai kehilangan berat kayu (*weight loss*) dan derajat kerusakan. Hasil analisis sidik ragam pada absorpsi dan retensi menunjukkan lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap kedua parameter tersebut dimana semakin lama perendaman semakin tinggi nilainya. Dari kecenderungan tersebut terlihat peningkatan absorpsi dan retensi terhadap peningkatan lama

perendaman dan konsentrasi tidak berhubungan dengan parameter pengurangan berat contoh uji dan derajat kerusakan.

Suheryanto (2010) dalam penelitiannya menyimpulkan semakin besar konsentrasi tembaga sulfat (CuSO_4) dan lama waktu perendaman, semakin besar ketahanan kayu karet terhadap serangan jamur dan serangga perusak kayu. Pada penelitian ini rentang waktu yang digunakan selama 3 jam, sedangkan pada penelitian Suheryanto (2010) selama 24 jam, sehingga kenaikan peresapan zat pengawet pada contoh uji lebih besar. Selain itu antara kayu bakau dan karet memiliki sifat keawetan alami yang berbeda. Penelitian Sumaryanto *et al.* (2013) menggunakan bahan pengawet asam borat (H_3BO_3) dan boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) masing-masing konsentrasi 5% dengan lama perendaman 12, 24, 36 dan 48 jam. Hasilnya menunjukkan nilai absorpsi, retensi dan penetrasi dipengaruhi oleh lama rendaman, tetapi nilai kehilangan berat kayu (*weight loss*) dan derajat kerusakan tidak dipengaruhi lama rendaman dan konsentrasi. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Sumaryanto *et al.* (2013), yaitu lama perendaman dan konsentrasi tidak berpengaruh pada pengurangan berat dan derajat kerusakan karena rentang waktu yang digunakan berbeda.

Keawetan kayu dipengaruhi beberapa faktor yaitu kandungan zat ekstraktif, umur pohon, bagian kayu dalam batang, kecepatan tumbuh dan tempat kayu tersebut dipergunakan (Elsppat 1997). Dari beberapa hasil penelitian, faktor utama yang menentukan ketahanan alami kayu adalah adanya zat ekstraktif. Zat ekstraktif merupakan salah satu komponen kimia kayu yang berpengaruh terhadap sifat kayu seperti bau, warna, keawetan kayu dan lainnya. Keawetan kayu secara alami ditentukan oleh jenis dan banyak zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap organisme perusak kayu (Cahyono 2012). Menurut Sudarmadi (2013) kandungan ekstraktif di dalam kayu sangat kecil dibandingkan kandungan selulosa, hemiselulosa maupun lignin, namun pengaruhnya cukup besar terhadap sifat kayu, sifat pengolahannya, serta keawetan kayu. Hal yang sama ditambahkan oleh Haygreen dan Bowyer (1996) apabila kayu secara alami dapat tahan terhadap serangan cendawan dan serangga berarti sebagian zat ekstraktif bersifat racun atau paling tidak menolak jamur pembusuk dan serangga. Menurut Elsppat (1997), faktor suhu, kelembaban udara dan faktor fisik lainnya akan ikut mempengaruhi kegiatan organisme perusak kayu tersebut. Zat ekstraktif yang terdapat dalam batang bakau *Avicennia marina* yaitu flavonoid (Tukiran 2013; Khafagi *et al.* 2003), glikosida (Khafagi *et al.* 2003), steroid (Mouafi *et al.* 2014) dan tanin (Khafagi *et al.* 2003; Bandaranayake 1994). Zat ekstraktif tersebut dapat digunakan sebagai antimikroba dan antioksidan (Thatoi *et al.* 2016). Mortalitas rayap pada masing-masing konsentrasi ekstrak daun bakau menghasilkan jumlah yang sama pada akhir pengujian selama 3 minggu. Pada konsentrasi terendah yaitu ekstrak daun konsentrasi 0,5% mempunyai jumlah rerata mortalitas yang sama dengan kontrol positif (boraks 1%). Pada lama rendaman terendah yaitu 3 jam mempunyai rerata mortalitas yang sama dengan lama rendaman 5 jam dan 7 jam. Klasifikasi tingkat aktivitas anti rayap ekstrak

daun bakau yaitu sangat kuat (A) (Syafii *et al.* 1994), dengan mortalitas 100%. Berdasarkan hasil GC-MS ekstrak daun bakau *Avicennia marina*, terdapat 4 senyawa utama yang terdeteksi, yaitu 9-Eicosyne (golongan hidrokarbon), Pentadekanal (golongan *fatty aldehydes*), Hexadecanoic acid (golongan *fatty acid ester*), dan 9-Octadecanoic acid (golongan *fatty acid*). Hasil GC-MS pada penelitian ini kurang bervariasi, maka diperlukan metode ekstraksi lain dengan menggunakan pelarut yang berbeda untuk mendapatkan metabolit sekunder yang lebih bervariasi.

Mekanisme kematian rayap terjadi karena proses pencernaan dalam usus rayap terganggu akibat matinya simbiosis oleh metabolit sekunder dalam bakau. Dalam usus rayap *Coptotermes curvignathus* berupa flagelata yaitu genus *Pseudotriconympha*, *Holomastigoitoides*, dan *Spiritriconympha* (Nandika *et al.* 2003). Kerja protozoa simbiosis dalam usus rayap terganggu akibat adanya pentadekanal. Pada penelitian Federica (2015), pentadekanal menurunkan viabilitas *Leishmania infantum* pada fase promastigot dan amastigot sampai 14% dengan dosis 300 µM. Pentadekanal lebih efektif melawan pada fase amastigot dengan penghambatan pertumbuhan sebesar 77% pada dosis yang sama setelah 48 jam pengobatan. Pentadekanal yang terdapat pada minyak esensial dan ekstrak kasar beberapa tanaman menunjukkan aktivitas antimikroba (Genovese *et al.* 2009). Menurut Pellegrini *et al.* (2017), pentadekanal merupakan senyawa volatil yang dapat mengganggu kerja membran sel bakteri *Paenibacillus larvae*. Antimikroba pentadekanal bekerja seperti timol dan carvacrol, merusak integritas membran dengan merubah homeostasis pH dan ekuilibrium ion anorganik.

Senyawa 9-Octadecanoic acid merupakan derivat *fatty acid* (Igwe 2014). Dalam analisis GC-MS Dalam penelitian Selvin *et al.* (2009) ditemukan senyawa aktif (*Z*)-9-octadecenamida dan 9,12-octadecadienoic acid methyl ester adalah molekul non-hemolitik, bakterisida dan surfaktif. Senyawa surfaktif adalah senyawa bioaktif yang dapat berinteraksi dengan membran dan mempengaruhi adhesi bakteri. Gottenbos *et al.* (2001) menunjukkan 9-Octadecanoic acid merupakan biomaterial bermuatan positif, memberikan efek antimikroba pada kelompok bakteri gram negatif namun tidak pada bakteri gram positif. Berdasarkan penelitian Ramin *et al.* (2008), dalam usus rayap *Coptotermes curvignathus* terdapat 3 jenis bakteri yaitu *Clavibacter argopyri*, *Enterobacter aerogenes* dan *Enterobacter cloacae*. *Enterobacter aerogenes* dan *Enterobacter cloacae* merupakan bakteri gram negatif yang bertugas mendegradasi lignoselulosa yang terletak di bagian tengah lambung rayap. Senyawa 9-Octadecanoic acid yang terkandung dalam kayu dan termakan oleh rayap, menyebabkan terganggunya aktivitas metabolisme lignoselulosa oleh bakteri. Terganggunya aktivitas metabolisme lignoselulosa menyebabkan ketersediaan energi untuk rayap menurun sehingga rayap akan kematian (Suciati 2012).

Salah satu senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun bakau berdasarkan hasil GC-MS adalah *hexadecanoic acid* atau asam palmitat. Minyak esensial menunjukkan aktivitas *repellent* dan toksisitas yang sangat kuat terhadap rayap *Formosan sp* karena adanya senyawa volatil (Kim *et al.* 2006). Demikian pula, minyak nilam menunjukkan toksisitas dan repelen tinggi terhadap *R.*

speratus. Keduanya menyebabkan kerusakan jaringan di dalam exoskeleton rayap (Zhu *et al.* 2003). Menurut Mulyawati *et al.* (2010) senyawa aktif dalam ekstrak etil asetat biji sirsak seperti asam lemak akan bergetar di dalam jaringan tubuh serangga uji (*thrips*) sehingga serangga uji kehilangan energi dan mati. Mekanisme kerja senyawa tersebut adalah menyerang jaringan syaraf dalam tubuh serangga, mengakibatkan kehilangan nafsu makan, ketidakmampuan serangga untuk bergerak merusak (memakan atau mengerat) tanaman, tidak mempunyai energi dan berakibat kematian.

Pada penelitian ini, belum ada kajian mengenai seberapa dalam larutan masuk ke dalam kayu serta kondisi kayu setelah perendaman yang disebut sifat fisis mekanik kayu. Sifat fisis mekanik kayu setelah pengawetan bisa menjadi lebih baik atau buruk. Sifat fisis mekanik kayu meliputi perhitungan penetrasi, ketahanan kayu setelah dicuci air, kelenturan kayu, kadar zat ekstraktif berat jenis dan lain-lain (Cahyono 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Arif AM, Natsir U & Fatmawaty S. 2012. Sifat Anti Rayap dari Ekstrak Ijuk Aren *Arenga pinnata* Merr. *Jurnal Parrenial*, 3: 15-18.
- Azis A, Prayitno TA, Sutjipto AH & Mahdi S. 2013. Uji Ekstrak Etanol Kumis Kucing (*Orthosiphon sp.*) Sebagai Pengawet Alami Kayu. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7 (1): 47-56.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-7207-2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu terhadap Organisme Perusak Kayu.
- Bandaranayake WM. 1994. Phyto-Chemical Constituents and Pigments in Mangrove Species and Mangrove Associates of Northern Australia. Australia: Australian Institute of Marine Science (AIMS).
- Bandaranayake WM. 2002. Bioactivities, Bioactive Compounds of Chemical Constituent and Mangrove Plants. *Wetlands Ecology and Management Journal*, 10: 421-452.
- Cahyono TD, Syarif O & Fauzi F. 2012. Beberapa Sifat Kimia dan Keawetan Alami Kayu Samama (*Antocephalus macrophyllus* Roxb.) Terhadap Rayap Tanah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 10 (2): 168-178.
- Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat. 2015. *Kayu Perdagangan*. <http://dishut.jabarprov.go.id>. [diakses 26/05/2015].
- Elsppat, T. 1997. *Pengawetan Kayu dan Bambu*. Jakarta: Puspa Swara.
- Federica B, Germano C, Antonella M, Maria P, Antonella G, Vincenza LV, Simona C, Giuseppa N & Fabrizio V. 2015. Cytotoxic Screening and In Vitro Evaluation Of Pentadecane Against *Leishmania Infantum* Promastigotes and Amastigotes. *J. Parasitol*, 101(6): 701-705.
- Genovese G, Tedone L, Hamann MT & Morabito M. 2009. The Mediterranean Red Alga *Asparagopsis*: A Source of Compounds Against *Leishmania*. *Marine Drugs*, 7: 361-366.
- Gottenbos B, Grijpma DW, Van der Mei HC, Feijen J & Busscher HJ. 2001. Antimicrobial Effects of Positively Charged Surfaces on Adhering Gram-positive and Gram-negative Bacteria. *Journal Antimicrob Chemother*, 48:7-13.
- Hajra S, Mehta A, Pandey P, John J & Mehta P. 2010. Antibacterial Property of Crude Ethanolic Extract of *Mikania micrantha*. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 1: 158-160.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia*. Bandung: Penerbit ITB.
- Haygreen J.G. & Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Suatu Pengantar Terjemahan Hadikusumo, S.A dan Prawirohatmodjo, S. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hunt GM & Garratt GA. 1986. *Pengawetan Kayu*. Translated by Mohamad Yusuf. Jakarta: Penerbit CV. Akademika Presindo.
- Igwe OU. 2014. Chromatographic and Spectrometric Characterization of Bioactive Compounds from the Leaves of *Hyptis lanceolata* Poir. *International Journal of Chemistry and Pharmaceutical Sciences*, 2 (1): 547-553.
- Khafagi I, Gab-Alla A, Salama W & Fouda M. 2003. Biological Activities and Phytochemical Constituents of The Gray Mangrove *Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh. *Egyptian Journal Biology*, 5: 62-69.

- Kim JH, Liu KH, Yoon Y, Sornnuwat Y, Kitirattrakarn T & Anantachoke C. 2006. Essential leaf oils from *Melaleuca cajuputi*,” in *Traditional Medicine and Nutraceuticals ISHS. III WOCMAP Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, U.R. Palaniswamy, Z.E.Gardner and L.E.Craker Eds., vol.6,p. 680, Acta Horticulturae, Chiang Mai, Thailand.
- Mariana E, Ariyanti & Erniwati. 2013. Uji Retensi dan Efektifitas Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*) pada Kayu Durian (*Durio zibethinus*). *Jurnal Warta Rimba*, 1(1): 1-8.
- Mariana E, Ariyanti & Erniwati. 2013. Uji Retensi dan Efektifitas Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*) pada Kayu Durian (*Durio zibethinus*). *Jurnal Warta Rimba*, 1(1): 1-8.
- Mulyawati AP, Hayati EK, Nashihuddin A & Tukimin. 2010. Uji Efektivitas dan Identifikasi Senyawa Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* Linn.) yang Bersifat Bioaktif Insektisida Nabati Terhadap Hama *Thrips*. *Alchemy*, 2 (1): 104-157.
- Nandika D, Rismayadi DY & Diba F. 2003. *Rayap, Biologi dan Pengendalian*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Pellegrini MC, Rosa MAS, Maria LU, Carmen R & Sandra RF. 2017. Chemical Composition, Antimicrobial Activity and Mode of Action of Essential Oils Against *Paenibacillus Larvae*, Etiological Agent of American Foulbrood On *Apis mellifera*. *Chem Biodivers*, 14 (4): 1-44.
- Ramin M, Alimon AR, Abdullah N, Panandam JM & Sijam K. 2008. Isolation and Identification of Three of Bacteria from the Termite *Coptotermes curvignathus* (Holmgren) Present in the Vicinity of University Putra Malaysia. *Research Journal of Microbiology*, 3(4): 288-292.
- Rohmah IF & Tukiran. 2012. Uji Bioaktivitas Ekstrak Kloroform Mangrove *Rhizophora Apiculata* Blume Terhadap *Spodoptera Littura* Fabr Sebagai Insektisida Nabati. *Prosiding Seminar Nasional Unesa Surabaya* 25 Februari 2012.
- Salmayanti S, Ariyanti A & Abdul H. 2013. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Bahan Pengawet Daun Tembelekan (*Lantana camara* L) pada Kayu Bayur (*Pterospermum sp.*) terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*) *Jurnal Warta Rimba*, 1(1): 1-8.
- Sari SP. 2009. Efikasi Ekstrak Daun Kecubung (*Datura metel* L.) pada Pengawetan Kayu Mangga (*Mangifera indica*) terhadap Serangan Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7 (1): 47-56.
- Selvin J, Shanmughapriya S, Gandhimathi R, Kiran GS, Ravji TR, Natarajaseenivasan K & Hema TA. 2009. Optimization and Production of Novel Antimicrobial Agents From Sponge Associated Marine Actinomycetes *Nocardiopsis dassonvillei* MAD08. *Appl Microbiol Biotechnol*, 83:435-445.
- Subekti N, Dedy D, Dodi N, Sujono S & Syaiful A. 2008. Sebaran dan Karakter Morfologi Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen di Habitat Hutan Alam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(1): 27-33.
- Suciati A. 2012. Efektifitas Ekstrak Daun *Rhizophora mucronata* dalam Menghambat Pertumbuhan *Aeromonas salmonicida* dan *Vibrio harveyi*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1 (1): 1-8.
- Suheryanto D. 2010. Pengaruh konsentrasi cupri sulfat terhadap keawetan kayu karet. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010*. Teknik Kimia UNDIP Semarang, 4-5 Agustus 2010. Sumaryanto A, Sutjipto AH & Ganis L. 2013. Pengawetan Kayu Gubal Jati Secara Rendaman Dingin dengan Pengawet Boron untuk Mencegah Serangan Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7 (2): 93-107.
- Syafii W, Sofyan K, Nandika D & Febrianto F. 1994. *Kemungkinan Pemanfaatan Zat Ekstraktif Kayu Tropis Indonesia Sebagai Bahan Pengawet*. Laporan Penelitian. Bogor: Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.
- Tascioglu C, Yalcin M, Sen S, & Akcay C. 2013. Antifungal Properties of Some Plant Extracts Used As Wood Preservatives. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85: 23-28.
- Thatoi H, Dibyajyoti S & Swagat K.D. 2016. The Genus *Avicennia*, A Pioneer Group of Dominant Mangrove Plant Species with Potential Medicinal Values: A Review. *Frontiers in Life Science*, 9 (4): 267-291.
- Tobing T. 1977. *Pengawetan Kayu*. Lembaga Kerjasama Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tukiran B. 2013. Phytochemical Analysis of Some Plants in Indonesia. *Journal Biology Agriculture Healthc*, 3: 6-11.
- Yusro F. 2010. Rendamen Ekstrak Etanol dan Uji Fitokimia Tiga Jenis Tumbuhan Obat Kalimantan Barat. *Jurnal Tengkuwang*, 1:29-36.
- Zhu BC, Henderson G, Yu Y & Laine RA. 2003. Toxicity and Repellency of Patchouli Oil and Patchouli Alcohol against Formosan Subterranean Termites *Coptotermes formosanus* Silari (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51 (16): 4585-4588.