



## Isolasi Flavonoid Kulit Buah Durian dan Uji Aktivitasnya sebagai Antirayap *Coptotermes sp.*

Tasqia Tunnisa , Sri Mursiti, dan Jumaeri

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima Desember 2017

Disetujui Januari 2018

Dipublikasikan Mei 2018

#### Keywords:

flavonoid  
kulit buah durian  
antirayap

### Abstrak

Kulit buah durian diketahui mengandung flavonoid yang memiliki manfaat dalam bidang pengobatan maupun sebagai pestisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi senyawa flavonoid dan uji aktivitas antirayap terhadap *Coptotermes sp.* Penelitian ini dibagi atas tiga tahapan, yaitu isolasi flavonoid, identifikasi isolat, uji antirayap. Hasil skrining menunjukkan isolat mengandung flavonoid. Identifikasi menggunakan FT-IR menunjukkan adanya gugus O-H, C-H alifatik, C=O, C=C, dan CO. Analisis spektra UV-Vis menunjukkan serapan maksimum pada pita II dan pita I pada panjang gelombang 290 dan 305 nm. Penambahan pereaksi geser NaOH 2N, AlCl<sub>3</sub>, dan AlCl<sub>3</sub> + HCl menyebabkan adanya pergeseran pada pita II dan pita I. Hasil analisis menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dalam kulit buah durian diduga golongan flavanon. Uji aktivitas antirayap menggunakan metode umpan paksa dengan variasi konsentrasi 0; 1; 2,5; 5, 7,5; dan 10%. Larutan uji 10% menyebabkan kematian rayap paling tinggi dengan mortalitas 89,67% dan pengurangan berat kertas umpan paling kecil sebesar 0,35%.

### Abstract

Durian fruit peel is known containing bioactive compound of flavonoid group. It gives a lot of benefits in medicinal sector and agricultural sector; as medicine and pesticide. The research aims to isolate flavonoid compound from durian fruit peel and to know anti-termite activity towards *Coptotermes sp.* The research is divided into three phases; flavonoid isolation, isolate identification, and anti-termite activity test. The result of fitochemistry shows that the isolate contains flavonoid. Analyzing using FT-IR reports the presence of cluster O-H, C-H aliphatic, C=O, C=C, and CO. Analyzing using UV-Vis results maximum absorption of ribbon II on 290 nm and ribbon I on 305 nm. The addition of shift reagent NaOH 2N, AlCl<sub>3</sub>, and AlCl<sub>3</sub> + HCl causes displacement of ribbon I and ribbon II. According to the analysis results flavonoid compound contained by durian fruit peel is presumed as flavone group. The anti-termite activity test was done using feed-back method by giving variety of concentrations 0, 1, 2.5, 5, 7.5, and 10%. Concentration which gives greatest anti-termite activity is on 10% with termite mortality 89.67% and losing the heavy of paper test on 0.35%.

© 2018 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: [tunnisatazqia@gmail.com](mailto:tunnisatazqia@gmail.com)

p-ISSN 2252-6951

e-ISSN 2502-6844

## Pendahuluan

Rayap merupakan serangga sosial yang dapat menyebabkan kerusakan terhadap kayu pada bangunan, pertanian, hasil hutan, dan produk-produk seperti kertas. Kerusakan yang ditimbulkan tidak terhitung banyaknya, sehingga menimbulkan kerugian yang tidak sedikit (Nandika *et al.*, 2003). Rayap mempunyai peranan penting dalam proses dekomposisi material organik yang mengandung selulosa menjadi material anorganik. Perubahan lingkungan yang signifikan menyebabkan terganggunya keseimbangan alam dan memaksa serangga ini untuk mencari sumber makanan dari luar habitatnya. Masyarakat sekarang lebih mengenal rayap sebagai hama yang menyerang tanaman serta konstruksi bangunan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengendalikan rayap. Salah satu diantaranya menggunakan pestisida sintesis dengan bahan aktif aldrine, fipronil, dan benzene hexa chloride (BHC). Penggunaan pestisida sintesis relatif mahal, di sisi lain dapat membunuh organisme nontarget lainnya dan berpotensi sebagai polutan bagi manusia yang bersifat karsinogen, serta dapat merusak lingkungan hidup sekitarnya karena bersifat nonbiodegradable (Kadir *et al.*, 2015).

Beberapa ekstrak tumbuhan dan minyak esensial bisa menjadi sumber alternatif pengendalian rayap salah satunya tanaman durian. Durian merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis. Bagian kulitnya yang keras dan tebal mencapai hampir seperempat bagian dari buahnya merupakan bagian yang dibuang begitu saja sehingga menimbulkan limbah bagi lingkungan. Masyarakat tradisional di beberapa wilayah tertentu biasa memanfaatkan kulit buah durian untuk mengobati ruam pada kulit dan susah buang air besar. Beberapa penelitian menunjukkan kulit buah durian mempunyai aktivitas antirayap. Aktivitas antirayap diperkuat oleh penelitian Sholehah *et al.* (2015) yang telah melakukan uji aktivitas antirayap terhadap ekstrak etanol kulit buah durian dengan tingkat kematian rayap sebesar 94,7%. Setyowati *et al.* (2014) melaporkan hasil skrining fitokimia kulit buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) mengandung senyawa flavonoid. Azhari (2015) dalam penelitiannya menunjukkan hasil uji KLT bahwa senyawa kimia yang terkandung di dalam ekstrak etanol kulit buah durian petruk salah satunya berupa flavonoid. Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol terbesar yang ditemukan di alam dan salah satu metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan. Senyawa ini dapat digunakan sebagai antimikroba, antijamur, antivirus, antikanker, dan antitumor serta memiliki sifat insektisida terhadap berbagai jenis serangga (Upadhayay *et al.*, 2012).

Penelitian senyawa flavonoid sebagai antirayap pada ekstrak tanaman telah banyak dilakukan, namun sejauh ini belum ada yang melakukan penelitian terhadap flavonoid dalam kulit buah durian untuk pengendalian rayap. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi senyawa flavonoid kulit buah durian dan mengetahui aktivitas antirayap sehingga dapat mengatasi masalah yang disebabkan oleh aktivitas rayap tanah *Coptotermes sp.*

## Metode

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, neraca analitik, evaporator yang dilengkapi dengan sistem vakum (*rotary vacuum evaporator*), ayakan 100 mesh, desikator, spektrofotometer FT-IR *Perkin Elmer Spectrum Version 10.03.06*, spektrofotometer UV-Vis *Pharo 300*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah durian varietas petruk yang didapat dari daerah Gunungpati Semarang, etanol (teknis), *n*-heksana, etil asetat, fipronil, kertas Whatman No.42 serbuk Mg, HCl p.a, akuades, pasir, vaselin, pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf, FeCl<sub>3</sub>, kloroform, ammonia, serbuk norit, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, anhidrida asetat, natrium hidroksida, aluminium (III) klorida, dan rayap tanah *Coptotermes sp.*

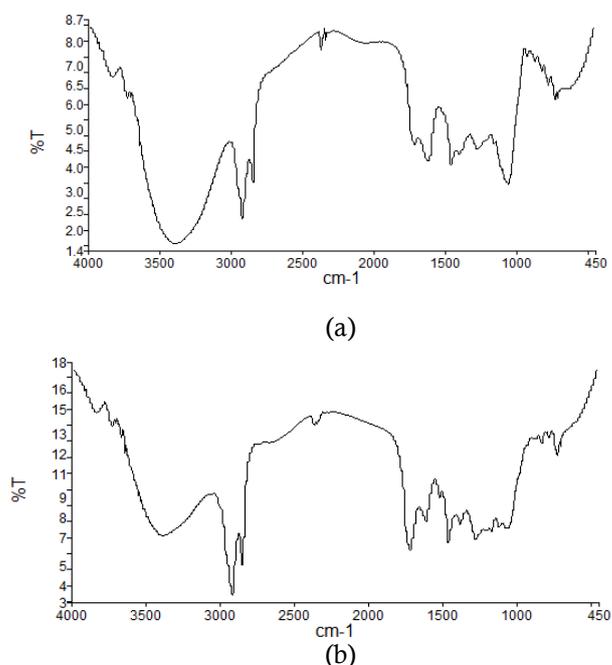
Isolasi flavonoid dilakukan secara bertahap mengacu pada Mursiti (2015). Sebanyak 700 g kulit buah durian dimaserasi dalam *n*-heksana selama 3x24 jam. Residu dimaserasi kembali dengan etanol selama 3x24 jam. Filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan *vacuum rotary evaporator*. Ekstrak kental yang diperoleh dipartisi menggunakan pelarut akuades dan etil asetat dengan perbandingan 1:1. Isolat hasil partisi dilakukan dengan uji flavonoid. Isolat ditambah dengan 5 mL etanol panas, kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh ditambah 0,01 g serbuk Mg dan beberapa tetes HCl pekat. Terbentuknya perubahan warna menunjukkan adanya flavonoid (Harborne, 1987). Identifikasi flavonoid dilakukan dengan spektrofotometer FT-IR dan UV-Vis. Analisis dengan spektrofotometer FT-IR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm<sup>-1</sup>. Pengukuran spektrum UV-Vis dilakukan pada panjang gelombang 200-600 nm. Analisis dilakukan dengan melarutkan 1 mg isolat dalam 10 mL metanol dan ditambahkan pereaksi geser NaOH 2N, NaOH 2N setelah 5 menit, AlCl<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>+HCl (Markham, 1998).

Uji aktivitas antirayap dilakukan dengan melakukan aklimasi rayap *Coptotermes sp.* selama 2 minggu agar rayap dapat beradaptasi dengan lingkungan barunya. Pada penelitian ini hanya rayap yang sehat dan aktif yang digunakan. Uji toksisitas dilakukan berdasarkan metode Adfa *et al.* (2015) dan Sudrajat *et al.* (2012) dengan beberapa modifikasi. Kertas Whatman no.42 dengan diameter 5,5 cm direndam ke dalam

larutan uji yang telah diberi isolat dengan konsentrasi (b/v) 0, 1; 2,5; 5; 7,5; 10% dan larutan fipronil 0,25% (v/v) sebagai kontrol positif. Kertas umpan dikeringkan di dalam desikator selama 24 jam lalu ditimbang. Rayap *Coptotermes sp.* sebanyak 45 ekor kasta pekerja dan 5 ekor rayap kasta prajurit dimasukkan ke dalam bejana uji dengan diameter 8 cm yang berisi 20 g pasir steril dan 4 mL akuades. Kertas umpan diletakkan di atas pasir dengan alas plastik strimin dan ditutup dengan kain hitam dan disimpan di ruang gelap selama 7 hari. Jumlah rayap mati dihitung setiap harinya.

### Hasil dan Pembahasan

Isolasi senyawa flavonoid dilakukan dengan proses maserasi menggunakan *n*-heksana bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa metabolit sekunder kulit buah durian yang bersifat non polar (Nugraha *et al.*, 2016). Maserasi dilanjutkan dengan menggunakan pelarut etanol yang bersifat polar, hal tersebut bertujuan untuk mengikat senyawa flavonoid yang bersifat polar. Filtrat hasil maserasi dengan etanol dipekatkan menjadi ekstrak kental dengan rendemen sebesar 6,41%. Ekstrak pekat etanol dianalisis menggunakan spektrofotometer FT-IR dan dipartisi lebih lanjut menggunakan air dan etil asetat yang akan memisahkan senyawa-senyawa berdasarkan tingkat kepolarannya. Fraksi etil asetat yang diperoleh dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* dan dilanjutkan dengan skrining fitokimia terhadap flavonoid dengan hasil positif terjadinya perubahan warna pada isolat. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Suhendi *et al.* (2011) bahwa fraksi etil asetat hasil partisi mengandung flavonoid. Identifikasi flavonoid dilakukan dengan analisis menggunakan spektrofotometer FT-IR dan UV-Vis. Spektrum FT-IR ekstrak etanol dan isolat kulit buah durian disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Spektrum FT-IR (a) ekstrak etanol, (b) isolat

Hasil spektrum inframerah Gambar 1. menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan isolat kulit buah durian mengandung gugus fungsi OH dari alkohol yang terikat pada gugus alifatik dan aromatik yang terjadi pada bilangan gelombang  $3394,43\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol dan  $3394,56\text{ cm}^{-1}$  untuk isolat. Diduga proses partisi menyebabkan perbedaan pada spektrum inframerah ekstrak etanol dan isolat flavonoid yang ditunjukkan dengan berkurangnya intensitas serapan gugus OH. Adanya CH aromatik ditunjukkan serapan tajam pada  $2926\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol  $2925\text{ cm}^{-1}$  untuk isolat. Serapan tajam juga terdapat pada bilangan gelombang  $1718\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol dan  $1718,15\text{ cm}^{-1}$  untuk isolat yang menunjukkan adanya ikatan C=O yang merupakan ciri khas suatu senyawa flavonoid. Pada bilangan gelombang  $1624\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol dan  $1609\text{ cm}^{-1}$  untuk isolat menunjukkan adanya C=C aromatik. Ikatan C-N terjadi pada serapan bilangan gelombang  $1459\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol. Adanya serapan dengan intensitas sedang pada  $1056\text{ cm}^{-1}$  untuk ekstrak etanol dan  $1273\text{ cm}^{-1}$  untuk isolat yang menunjukkan adanya ikatan C-O keton. Hasil analisis spektrum inframerah ekstrak etanol kulit dan isolat mengandung gugus-gugus fungsi OH, C-H alifatik, C=O, C=C aromatik, C-N, dan C-O.

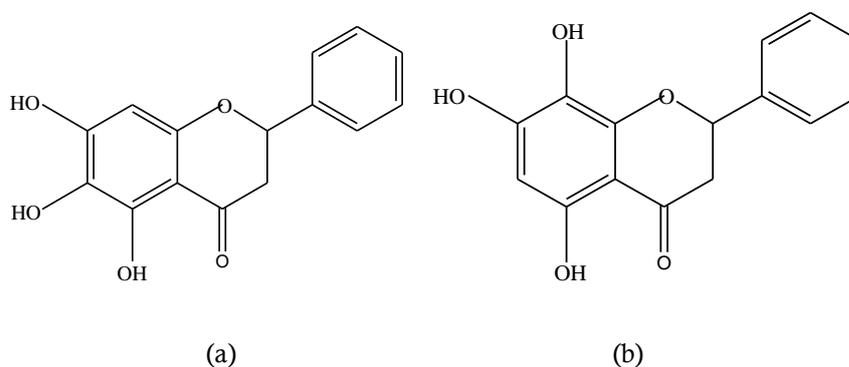
Identifikasi dilanjutkan dengan spektrofotometer UV-Vis dengan pengamatan panjang gelombang 200-600 nm. Spektra flavonoid terdiri dari dua absorbansi maksimal yaitu pada pita I dan pada pita II. Penambahan pereaksi geser digunakan untuk mengetahui adanya gugus tambahan yang melekat pada gugus utama flavonoid yang memiliki reaksi khusus sehingga dapat diketahui berdasar pergeseran panjang gelombang ( $\lambda$ ) maksimalnya. Adapun data spektrum UV-Vis dari isolat flavonoid sebelum dan sesudah penambahan pereaksi geser dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data panjang gelombang dan pergeseran panjang gelombang

Perlakuan	Panjang gelombang (nm)		Pergeseran (nm)		Keterangan
	Pita II	Pita I	Pita II	Pita I	
Isolat + methanol	290	305	-	-	Flavanon
Isolat + methanol + NaOH	292	318	+2	+13	5,7-OH pada cincin A
Isolat + methanol + NaOH setelah 5 menit	292	329	+2	+24	-
Isolat + methanol + AlCl <sub>3</sub>	288	309	-2	+4	5-OH dan <i>o</i> -diOH
Isolat + methanol + AlCl <sub>3</sub> + HCl	289	302	-1	-3	Penguraian <i>o</i> -diOH

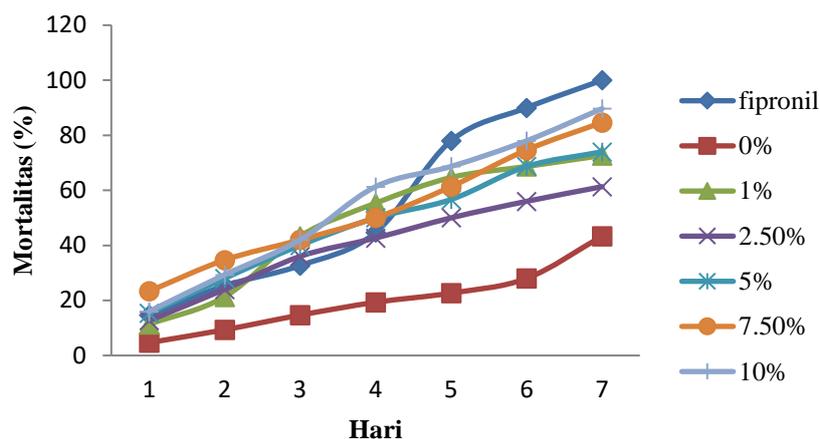
Berdasarkan Tabel 1. NaOH mengalami pergeseran panjang gelombang yang lebih besar (batokromik) pada pita II sebesar 2 nm dan pita I sebesar 13 nm yang mengindikasikan adanya gugus 5,7-OH pada cincin A. Pereaksi NaOH setelah 5 menit mengalami pergeseran batokromik terhadap methanol sebesar 2 nm pada pita II dan 24 nm pada pita I serta mengalami penurunan absorbansi pada pita II terhadap pereaksi NaOH dari 0,991 setelah 5 menit menjadi 0,945. Hal tersebut menunjukkan terjadinya dekomposisi senyawa flavonoid (Suhendi *et al.*, 2011).

Pereaksi geser lainnya adalah AlCl<sub>3</sub> yang akan membentuk kompleks dengan orto dihidroksi maupun hidroksi keton. Penambahan HCl akan mengurai kembali karena Al yang terbentuk pada orto di-OH tidak stabil. Pada Tabel 1. memperlihatkan terjadinya pergeseran ke panjang gelombang lebih kecil (hipsokromik) pada pita II sebesar 2 nm dan pergeseran batokromik pada pita I sebesar 4 nm pada penambahan AlCl<sub>3</sub> yang menunjukkan adanya kompleks yang terbentuk dari hidroksi keton atau *o*-diOH. Sedangkan pada penambahan HCl dari AlCl<sub>3</sub> terjadi pergeseran hipsokromik pada pita II dan pita I sebesar 1 nm dan 3 nm menunjukkan adanya kompleks yang terurai. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan adanya gugus 5-OH dan *o*-diOH (6,7 dan 7,8) pada cincin A. Dari hasil identifikasi senyawa flavonoid menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan penambahan pereaksi geser NaOH, AlCl<sub>3</sub>, dan AlCl<sub>3</sub>+HCl diduga senyawa flavonoid yang terkandung dalam isolat kulit buah durian diduga 5,6,7 trihidroksiflavanon atau 5,7,8 trihidroksiflavanon yang disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** a) 5,6,7 trihidroksiflavanon, b) 5,7,8 trihidroksiflavanon

Uji aktivitas antirayap pada penelitian ini menggunakan metode umpan paksa dengan parameter mortalitas rayap dan kehilangan berat kertas uji yang dijadikan umpan rayap. Persentase mortalitas rayap disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Angka mortalitas rayap terhadap waktu

Mortalitas rayap pada hari ke-1 dan hari ke-2 efek mortalitas sejalan dengan besarnya konsentrasi. Pada hari ketiga konsentrasi 1% mengalami kenaikan mortalitas yang lebih besar dari konsentrasi lainnya. Pada hari ke-7 pengujian presentase mortalitas secara umum berkorelasi positif dengan besarnya konsentrasi. Besarnya mortalitas pada hari ke-7 pengujian konsentrasi larutan uji 0; 1; 2,5; 5; 7,5; dan 10% berturut-turut sebesar 43,33; 72,67; 61,33; 74; 84,67; 89,67%. Mortalitas larutan fipronil sebagai kontrol positif pada hari ke-7 pengujian sebesar 100%. Hal ini diduga rayap tidak bisa menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan barunya dan dihadapkan pada kondisi tidak ada pilihan makanan lain. Larutan uji dengan konsentrasi 10% memiliki nilai toksisitas tertinggi dari konsentrasi lainnya. Hal ini dikarenakan besarnya konsentrasi maka senyawa flavonoid yang terlarut dalam larutan uji semakin tinggi. Di sisi lain mortalitas larutan uji 10% memiliki mortalitas lebih rendah dari kontrol dikarenakan pestisida nabati tidak membunuh rayap secara cepat, tetapi berpengaruh mengurangi nafsu makan, menghambat pertumbuhan, daya reproduksi, hambatan menjadi serangga dewasa, sebagai pemandul, menghambat proses perkawinan, serta mudah diabsorpsi tanaman. Sedangkan mortalitas pada larutan uji dengan konsentrasi 1% lebih besar daripada mortalitas larutan uji dengan konsentrasi 2,5%. Hal tersebut diduga karena pengaruh keragaman umur rayap dan kondisi rayap pada saat pengambilan tidak sama, serta disebabkan adanya perbedaan kemampuan dalam menetralkan daya toksik suatu zat, karena masing-masing spesies memiliki batas kisaran toleransi yang berbeda-beda (Kardiman, 2000).

Mortalitas rayap selama pengumpulan diduga karena senyawa flavonoid yang bersifat racun terhadap rayap yang dapat mematikan protozoa hidup dalam usus rayap. Menurut Nandika *et al.* (2003) terdapat tiga genus protozoa yang bersimbiosis dalam usus rayap yaitu *Pseudotrichonympha*, *Holomastogoides*, dan *Spirotrichonympha*. Protozoa tersebut merupakan simbiosis yang menghasilkan enzim *selulase* yang berfungsi mencerna selulosa dan mengubahnya menjadi gula sederhana yang dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi rayap. Seperti yang telah diketahui rayap tidak bisa mencerna selulosa secara langsung sehingga memerlukan enzim untuk mengubahnya menjadi gula sederhana. Diduga senyawa flavonoid dalam kulit buah durian mampu membunuh protozoa dalam rayap sehingga menyebabkan kematian pada rayap. Udebuni *et al.* (2015) menyatakan bahwa senyawa flavonoid mengganggu kerja enzim dalam mitokondria sehingga mengganggu proses metabolisme serangga. Agnetha (2008) dalam penelitiannya mengatakan bahwa adanya gangguan pada mitokondria dapat menghambat sistem pengangkutan elektron yang menyebabkan penurunan pemakaian oksigen oleh mitokondria yang dapat mematikan serangga. Dari hal tersebut diketahui bahwa senyawa flavonoid diduga mampu menghambat proses metabolisme pada rayap sehingga menyebabkan kematian pada rayap. Parameter lain pada uji antirayap adalah kehilangan berat kertas uji yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai presentase kehilangan berat beragam pada tingkat konsentrasi isolat yang diberikan. Kehilangan berat kertas uji berkisar antara 6,68-0,35%. Secara umum semakin tinggi konsentrasi isolat, semakin rendah nilai presentase kehilangan berat kertas uji. Semakin kecil presentase kehilangan berat kertas uji menunjukkan semakin tinggi toksisitasnya. Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi menunjukkan bahwa senyawa flavonoid yang ditambahkan ke dalam kertas uji semakin banyak sehingga toksisitasnya tinggi, sehingga menyebabkan aktivitas makan rayap berkurang karena rayap menolak untuk memakannya sehingga kematian rayap meningkat.

**Tabel 2.** Presentase kehilangan berat kertas

Larutan uji (%)	Kehilangan berat (%)
Fipronil	3,36
0	6,68
1	5,68
2,5	4,68
5	3,44
7,5	1,64
10	0,35

Persentase kehilangan berat pada fipronil sebagai kontrol positif cenderung lebih besar dibandingkan dengan larutan uji dengan konsentrasi 7,5 dan 10%. Hal ini membuktikan bahwa isolat flavonoid berperan dalam penghambatan aktivitas makan rayap. Namun pada konsentrasi larutan uji 1; 2,5 dan 5% kehilangan berat kertas uji lebih besar dari fipronil (kontrol positif). Diduga senyawa flavonoid pada konsentrasi tersebut tidak memiliki aktivitas penghambatan makan yang cukup besar. Sedangkan kehilangan berat kertas uji pada konsentrasi 0% merupakan kehilangan dengan persentase tertinggi sebesar 6,68% dikarenakan tidak adanya senyawa yang terkandung pada kertas uji sehingga tingkat makan rayap menjadi tinggi.

### Simpulan

Senyawa flavonoid dalam kulit buah durian dapat diisolasi dengan metode partisi menggunakan corong pisah yang ditunjukkan dengan adanya gugus fungsi OH, CH alifatik, C=O, C=C, dan CO sedangkan analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan senyawa dalam kulit buah durian diduga 5,6,7 trihidroksilflavanon atau 5,7,8 trihidroksilflavanon. Hasil uji aktivitas antirayap tertinggi ditunjukkan oleh larutan uji konsentrasi 10% dengan mortalitas 89,67% dan kehilangan berat kertas uji sebesar 0,35%.

### Daftar Pustaka

- Adfa, M., L. Fio, P.M. Neva, M. Syalfinal, N. Masayuki, G. Irfan, M.H.P. Agus, S. Rochman, & K. Mamoru. 2015. Termiticidal Activity of *Acorus calamus Linn.* Rhizomes and Its Main Constituents Against *Coptotermes curvignathus* Holmgren. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18(3): 47-50
- Agnetha, A.Y., 2008. Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum L*) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes sp. Skirpsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Azhari, F. 2015. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus Murr.*) terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Shigella sonnei* serta Bioautografinya. *Jurnal Farmasi*, 13(4): 45-53
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan ke-2. Padmawinata K dan Soediro W, penerjemah; Niksolihin S. Terjemahan dari: *Phytochemical Methods* editor. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Kadir, R., A. Khairul, K. Zaitihaiza, & S. Zaini. 2015. Chemical Compositions and Termiticidal Activities of the Heartwood from *Calophyllum inophyllum L.* *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 87(2): 743-751
- Kardiman, A. 2000. *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasinya*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Markham, K.R. 1988. *Cara Identifikasi Flavonoid*. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Mursiti, S. 2015. Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Antihiperqlikemik dari Biji Mahoni. *Disertasi*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Gadjah Mada
- Nandika, D., Y. Rismayadi, & F. Diba. 2003. *Rayap: Biologi dan Pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Nugraha, A.C., A.T. Prasetya, & S. Mursiti. 2016. Isolasi Identifikasi dan Uji Aktivitas Senyawa Flavonoid sebagai Antibakteri dari Daun Mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2): 91-96

- Setyowati, W.A.E., Ashadi, S.R.D. Ariani, B. Mulyani, & C.P. Rahmawati. 2014. Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr.*) Varietas Petruk. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Solo: Universitas Sebelas Maret
- Sholehah, D.N. & D. Achmad. 2015. Potensi Berbagai Limbah Pertanian sebagai Anti Rayap. *Jurnal Agrovigor*, 8(1): 68-72
- Sornuwat, Y., M. Takahashi, T. Yoshimura, K. Tsunoda, & C. Vongkaluang. 1995. Natural Resistance of Seven Commercial Timbers Used in Building Construction in Thailand to Subterranean Termite *Coptotermes Gestroi Wasmann*. *Japanese Society of Enviromental Entomology and Zoology*, 3(3): 43-48
- Sudrajat. 2012. Toksisitas Ekstrak Batang Kayu Bawang (*Scorodocarpus borneensis Becc.*) Fraksi Etanol-Air terhadap Rayap *Coptotermes sp. (Isoptera: Rhinotermitidae)*. *Mulawarman Scientifie*, 11(1): 29-40
- Suhendi, A., Muhtadi, A.H. Leonita, A.S. Tanti, & Haryoto. 2014. Aktivitas Sitotoksik dari Ekstrak Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus Murr.*) dan Kelengkeng (*Dimocarpus longan Mark.*) terhadap Sel Vero dan HeLa. *Simposium Nasional RAPI XIII*: 59-64
- Udebuni, A.C., P.C. Abara, K.O. Obasi, & S.U. Okuh. 2015. Studies on the Insecticidal Properties of *Chromolaena odorata (Asteraceae)* Against Adult Stage of *Periplaneta americana*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(1): 318-321
- Upadhayay, R.K., P. Dwivedi, & S. Ahmad. 2012. Screening of Antibacterial Activity of Six Plant Essential Oils Against Pathogenic Bacterial Strains. *Asian Journal of Medical Sciences*, 2(3): 152-158