

**Karakterisasi Senyawa Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal Kultivar
Lampung Utara Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Kutu Putih Kakao
(*Planococcus minor*, Hemiptera: Pseudococcidae)**

**Characterization of Flavonoid Compounds from Polar Leaf Gamal Cultivar Extract
North Lampung and Test its Activity Against Cocoa White Mites
(*Planococcus minor*, Hemiptera: Pseudococcidae)**

Nismah Nukmal, Agata Yelin Pasutri dan Gina Dania Pratami

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
agata11yelin@gmail.com.

Abstract

Cocoa is one of the export commodities that have great prospects. The quality of cocoa in Indonesia are not satisfactory, this is caused by cocoa mealybug (*Planococcus minor*). Gamal (*Gliricidia maculata*) contains flavonoid compounds which can be used as bioinsecticides. The aims of research to determine the characteristic of flavonoid compounds in gamal leaf powder which is effective for kill of cocoa mealybug *P. minor*. Extraction and spectroscopy analysis (UV-Vis and FTIR) were done in the Integrated Laboratory of Technology Innovation Center (ILTIC) and the bioassay was done at Zoology Laboratory of Unila. The results shows that the crude water extract of gamal leaf powder North Lampung Cultivar (NLC) more effective killed lower than purified water extract. It was indicated by value of $LC_{50,72\text{hours}}$ the crude water extract than purified water extract (0.11%: 0.27%). The flavonoid compounds of gamal leaf powder NLC have the characteristics of blue fluorescence in UV light 254 and 366 nm. The flavonoid with the maximum peak of wavelength 310 could be grouped to flavonone with structural frame O-H, C=O carbonyl, aromatic C=C, and C-O.

Key Words : *Cocoa ; Planococcus minor ; flavonoids ; gamal leaves*

Abstrak

Kakao merupakan salah satu komoditi ekspor yang memiliki prospek cukup cerah. Dilihat dari segi mutu, kakao di Indonesia hasilnya kurang memuaskan, hal ini disebabkan oleh serangan hama kutu putih (*Planococcus minor*). Tanaman gamal (*Gliricidia maculata*) diketahui mengandung senyawa flavonoid yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter senyawa flavonoid yang terkandung dalam serbuk daun gamal yang efektif dalam mematikan *P. minor*. Ekstraksi dan analisis spektrokopis (UV-Vis dan FTIR) dilakukan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) dan bioassay di Laboratorium Zoologi Unila. Hasil yang diperoleh diketahui ekstrak kasar air serbuk daun gamal Kultivar Lampung Utara (KLU) lebih efektif dalam mematikan hama *P. minor* dibandingkan dengan ekstrak murni air, karena memiliki nilai $LC_{50,72\text{jam}}$ lebih kecil dibandingkan ekstrak murni (0,11% : 0,27%). Senyawa flavonoid yang terkandung dalam serbuk daun gamal KLU memiliki ciri-ciri fluoresensi warna biru pada sinar UV 254 dan 366 nm. Senyawa flavonoid dengan panjang gelombang maksimum 310 nm termasuk kedalam golongan flavonon dengan gugus fungsi O-H, C=O karbonil, C=C aromatik, dan C-O.

Kata kunci: *Kakao ; Planococcus minor ; flavonoid ; daun gamal*

PENDAHULUAN

Tanaman kakao berasal dari Amerika Tengah dan di bagian utara Amerika Selatan (Wahyudi dkk,

2008). Di Indonesia, penanaman kakao pertama kali dikembangkan pada skala perkebunan pada tahun 1780 di Minahasa. Kemudian Ambon serta Seram

turut mengembangkan perkebunan kakao ini pada tahun 1858 (Rahardjo, 2011).

Ditinjau dari penambahan luas areal, perkebunan kakao rakyat dan swasta terlihat memiliki perkembangan yang sangat memuaskan. Kakao menjadi salah satu komoditi ekspor nonmigas yang memiliki prospek cukup cerah (Susanto, 1994). Dilihat dari pihak lain seperti dari segi mutu hasil, kakao dari perkebunan rakyat hasilnya kurang memuaskan (Rahardjo, 2011).

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) telah menyebabkan banyak kerusakan pada tanaman kakao. Salah satu hama yang berada pada buah kakao yaitu kutu putih (*Planococcus minor*) (Badan Penelitian dan Perkembangan Perkebunan, 2015).

Kutu putih akan menetap dan menghisap cairan pada buah. Akibatnya, pertumbuhan buah akan terhambat, buah mengkerut, mengeras, serta akan memiliki bentuk yang tidak beraturan (Badan Penelitian dan Perkembangan Perkebunan, 2015). Selain menyebabkan terhambatnya pertumbuhan buah, kutu putih juga dapat menjadi vektor virus yang dapat merusak tanaman kakao (Brybroo & Solutions, 2012).

Upaya pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan secara terpadu. Penggunaan insektisida sintetis diketahui membawa dampak yang buruk bagi organisme dan lingkungan, akan lebih merugikan dibanding manfaat yang dihasilkan (Siswanto & Karmawati, 2012). Saat ini alternatif paling aman digunakan untuk pengganti insektisida sintetis yaitu dengan menggunakan insektisida nabati.

Tanaman gamal merupakan salah satu tanaman yang dinilai dapat digunakan sebagai bahan insektisida nabati. Daun gamal diketahui mengandung senyawa aktif seperti flavonoid yang efektif untuk mengendalikan ulat dan hama penghisap buah (Sudarmo, 2005).

Beberapa penelitian mengenai daya insektisida serbuk daun gamal sudah dilakukan. Hasil penelitian Nukmal dkk (2011), diketahui senyawa flavonoid dari empat jenis ekstrak air serbuk daun gamal bersifat toksik terhadap hama kutu putih pepaya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $LC_{50;48jam}$ keempat jenis ekstrak < 5% (0,75% - 1,82%) maka dapat dikatakan efektif sebagai

insektisida nabati untuk hama kutu putih pepaya (*Paracoccus marginatus*).

Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terdapat dalam hampir semua tumbuhan. Flavonoid memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antivirus, antiradang, antialergi dan antikanker. Flavonoid memiliki kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzena (C6) terikat pada suatu rantai propan (C3) sehingga membentuk suatu susunan C6-C3-C6 (Gafur dkk, 2013).

Analisis kualitatif flavonoid dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Spektrum serapan ultra violet dan serapan tampak merupakan cara tunggal yang paling bermanfaat untuk mengidentifikasi struktur flavonoid. Metode tersebut juga dapat digunakan untuk melakukan uji secara kuantitatif untuk menentukan jumlah flavonoid yang terdapat dalam ekstrak dengan mengukur nilai absorbansinya (Neldawati dkk, 2013).

BAHAN DAN METODE

Isolasi dan Pemurnian Senyawa Golongan Flavonoid

Maserasi Bertingkat Ekstrak Metanol dan Air Daun Gamal Kultivar Lampung Utara

Sebanyak 1.000 gram serbuk daun gamal dimaserasi menggunakan pelarut heksana, diklorometana, metanol dan air. Maserasi dengan keempat pelarut dilakukan selama 1x24 jam dengan 4 kali ulangan hingga tidak ada lagi senyawa-senyawa organik yang dapat ditarik.

Evaporasi

Filtrat metanol dan filtrat air selanjutnya dievaporasi hingga tidak ada lagi kandungan pelarutnya. Hasil evaporasi filtrat metanol dan air kemudian dipekatkan dengan metode rekristalisasi menggunakan *freeze dryer* hingga membentuk ekstrak kasar dalam bentuk pasta.

Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Ekstrak kasar metanol dan air di KLT menggunakan plat KLT silika fluoresensi (5x2cm), dengan larutan identifikasi $CeSO_4$ 10% dan $AlCl_3$ 15% dengan perbandingan 1:1. Eluen yang digunakan yaitu isopropanol : heksana dengan perbandingan 2:8 dan heksana : etanol dengan perbandingan 1:1.

Fraksinasi Menggunakan *Medium Pressure Liquid Chromatography* (MPLC)

Fraksi-fraksi yang didapat dari kromatogram MPLC dikelompokkan berdasarkan puncak tertinggi. kemudian fraksi dievaporasi. Hasil evaporasi dianalisis KLT kembali hingga didapatkan fraksi aktif kaya flavonoid yang dapat digunakan untuk Bioassay. MPLC ekstrak kasar metanol menggunakan pelarut etanol dan heksana sedangkan untuk ekstrak kasar air menggunakan pelarut aquapure.

Fraksinasi Menggunakan Kromatografi Kolom C-18

Fraksi yang didapat dari pemurnian menggunakan MPLC dimurnikan kembali menggunakan kromatografi kolom C-18. Pelarut yang digunakan yaitu aquapure dan metanol 10%. Hasil yang didapatkan dari pemisahan kemudian di KLT dan dilihat senyawa yang mempunyai nilai *R_f* yang sama.

Spektrofotometri UV-Vis

Sampel ditimbang sebanyak 0,4 gram kemudian diencerkan hingga 500x. Kemudian sampel dianalisis dan ditentukan panjang gelombang maksimum dengan melihat nilai absorbansi pada ekstrak.

Spektrofotometri FTIR

Sebanyak 0,1 gram sampel dipekatkan dan diteteskan pada alat kemudian diukur puncak-puncak serapannya untuk mendeteksi gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam struktur senyawa isolat.

Bioassay Fraksi Aktif terhadap Hama *Planococcus minor*

Setiap senyawa yang ditemukan pada tahapan fraksinasi kemudian dilakukan bioassay terhadap hama kutu putih. Bioassay dilakukan dengan menggunakan ekstrak kasar dan ekstrak murni.

Serangga uji yang digunakan yaitu *P. Minor* betina dewasa dan menggunakan media uji buah kakao muda. Uji residu dilakukan dengan merendam media uji dengan 5 taraf tingkatan konsentrasi (0%; 0,04%; 0,08%; 0,12% dan 0,16%) (Andriyani, 2016) selama 10 menit, 10 ekor serangga uji (*P. minor*) betina dewasa yang sudah diaklimasi selama 1 hari sebelum perlakuan diletakkan pada media uji dan dipelihara pada wadah uji.

Pengamatan mortalitas serangga uji dilakukan pada 24, 48 dan 72 jam setelah perlakuan. Percobaan ini dilakukan masing-masing 3 kali ulangan.

Bioassay ekstrak murni menggunakan cara kerja yang sama seperti pada bioassay ekstrak kasar hanya saja pada bioassay ekstrak murni menggunakan konsentrasidari nilai LC_{50} hasil bioassay ekstrak kasar sebagai nilai tengah dengan range dua tingkat keatas dan dua tingkat kebawah.

Analisis Data

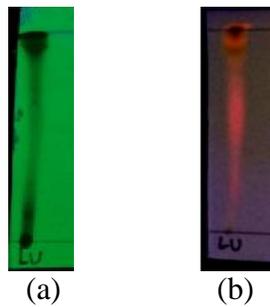
Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC_{50} dan uji lanjut dengan Tukey's digunakan untuk menentukan larutan yang efektif sebagai insektisida nabati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Pemurnian Senyawa Golongan Flavonoid Ekstrak Metanol

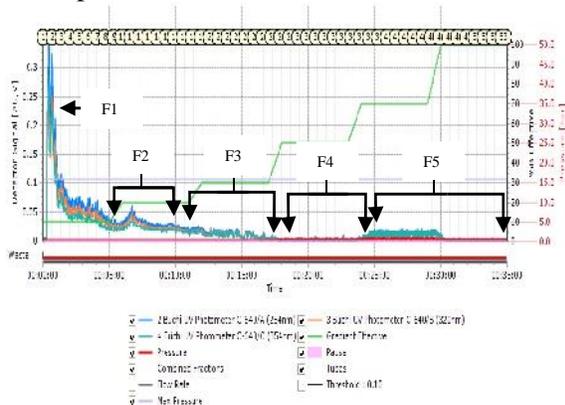
Hasil maserasi bertingkat 1.000 gram serbuk daun gamal kultivar Lampung Utara (KLU) berupa filtrat metanol sebanyak 4.500 mL. Filtrat metanol dievaporasi dan didapat sebanyak 14,7 gram ekstrak pekat dalam bentuk pasta yang berwarna hijau pekat.

Hasil analisis KLT ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU dengan larutan identifikasi $AlCl_3$ dan eluen isopropanol : heksana dengan perbandingan 2:8 menunjukkan noda warna hijau kehitaman pada cahaya lampu UV dengan panjang gelombang 254 nm. Sedangkan pada panjang gelombang 366 nm noda pada plat KLT berwarna jingga (Gambar 8). Noda warna jingga menunjukkan bahwa ekstrak kasar metanol mengandung senyawa flavonoid (Afriyawan, 2013). Nilai *Retention Factor* (*R_f*) ekstrak kasar metanol yaitu 1.



Gambar 1. Kromatogram KLT ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU pada panjang gelombang (a) 254 nm (b) 366 nm

Hasil partisi sebanyak 9 gram ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU dengan pelarut etil asetat dan air menghasilkan 6 gram fraksi etil asetat. Hasil pemurnian fraksi etil asetat menggunakan MPLC dikelompokkan berdasarkan puncak tertinggi dari kromatogram yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kromatogram MPLC ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU

Hasil pengelompokan fraksi berdasarkan puncak pada kromatogram diperoleh 5 fraksi. Dari 5 fraksi hasil MPLC hanya terdapat 1 fraksi yang menunjukkan kromatogram dengan puncak tertinggi yaitu fraksi 1 (F1).

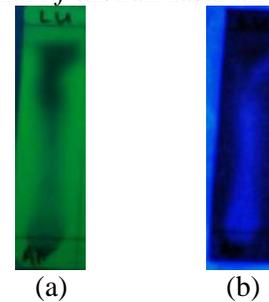
Pemurnian ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU tidak dilanjutkan karena ekstrak yang didapat dari hasil MPLC tidak cukup untuk dilakukan pemurnian lanjutan. Hasil pemurnian ekstrak yang didapat dari MPLC yaitu sebanyak 2,4 gram.

Ekstrak Air

Hasil maserasi bertingkat 1.000 gram serbuk daun gamal KLU berupa filtrat air sebanyak 7.500

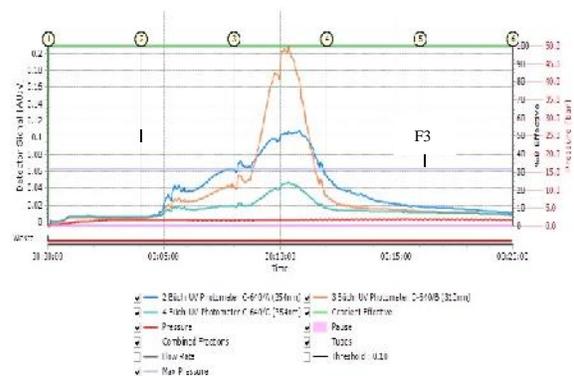
mL. Filtrat air dievaporasi dan di *freeze dryer* menghasilkan 98,2 gram ekstrak kasar air dalam bentuk pasta yang berwarna coklat.

Hasil analisis KLT ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU dengan larutan identifikasi $AlCl_3$ dan eluen etanol : heksana dengan perbandingan 1:1 menunjukkan noda warna biru pada cahaya lampu UV dengan panjang gelombang 254 dan 366 nm (Gambar 10). Noda warna biru menunjukkan bahwa ekstrak kasar air mengandung senyawa flavonoid. Nilai R_f ekstrak kasar air yaitu 0,95.



Gambar 3. Kromatogram KLT ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU pada panjang gelombang (a) 254 nm (b) 366 nm

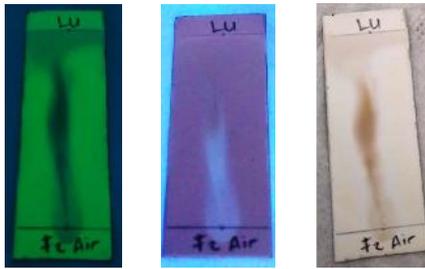
Hasil dari 7 gram ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU yang difraksinasi menggunakan MPLC didapatkan 3 fraksi. Diantara ketiga fraksi, fraksi 2 (F2) memiliki titik puncak kromatogram paling tinggi.



Gambar 4. Kromatogram MPLC ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU

Hasil analisis KLT F2 ekstrak air serbuk daun gamal KLU menggunakan larutan identifikasi $AlCl_3$ dan $CeSO_4$ menunjukkan nilai R_f sebesar 0,7 (Gambar 12). Beberapa eluen dengan berbagai variasi komposisi telah dicoba. Eluen yang

menghasilkan pemisahan terbaik yaitu campuran etanol dan heksana dengan perbandingan 1:1.



(a) (b) (c)
 Gambar 5. Kromatogram KLT dari fraksi 2 hasil MPLC ekstrak air serbuk daun gamal KLU (a) 254 nm AlCl₃ (b) 366 nm AlCl₃ (c) CeSO₄

Hasil pemurnian lanjutan sebanyak 0,2 gram F2 ekstrak air serbuk daun gamal KLU menggunakan kolom C-18 didapatkan sebanyak 21 fraksi.



Gambar 6. Fraksi yang diperoleh dari kromatografi kolom C-18

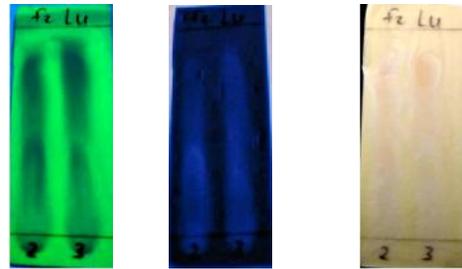
Hasil analisis KLT untuk menentukan senyawa dengan karakter yang sama ditunjukkan oleh F2 nomor 2 dan 3.



Gambar 7. Fraksi 2 dan 3 hasil kromatografi kolom

Hasil analisis KLT F2 (2-3) mempunyai warna yang sama saat diamati menggunakan lampu

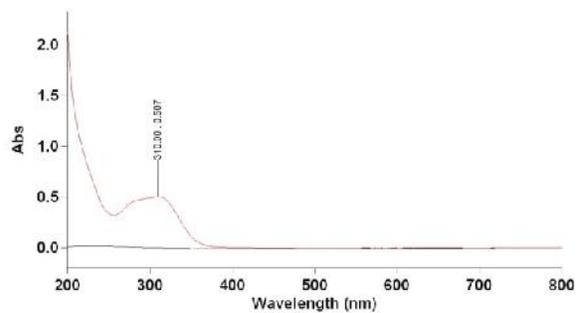
UV dan pelarut visualisasi AlCl₃ dan CeSO₄. Nilai R_f dari keduanya juga menunjukkan nilai yang sama yaitu 0,95 (Gambar 15). Nilai R_f yang sama mengidentifikasi bahwa senyawa tersebut memiliki karakteristik yang sama. Sedangkan apabila nilai R_f berbeda, maka senyawa tersebut merupakan senyawa yang berbeda (Apriliyani, 2016).



(a) (b) (c)
 Gambar 8. Kromatogram KLT fraksi 2 dan 3 kromatografi kolom (a) 254 nm AlCl₃(b) 366 nm AlCl₃ (c) CeSO₄

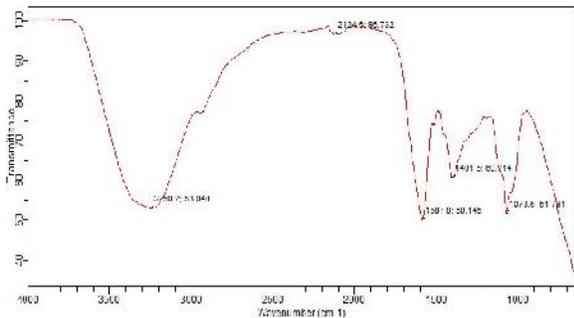
Adanya fluoresensi pada plat KLT menunjukkan karakter dari senyawa flavonoid. Geissman (1962) mengungkapkan bahwa senyawa flavonoid dengan fluoresensi warna biru pucat pada panjang gelombang 366 nm termasuk golongan flavonon. Mabry dkk (1970) juga menambahkan, senyawa flavonoid golongan flavonon memiliki fluoresensi warna biru pada sinar UV.

Hasil analisis spektrofotometri UV-Vis ekstrak F2 yang sudah dievaporasi dan relatif murni pada rentang panjang gelombang 200-800 nm menunjukkan puncak dengan panjang gelombang maksimum 310 nm.



Gambar 9. Spektrum UV senyawa hasil isolasi

Dari hasil KLT dan analisis serapan panjang gelombang ekstrak air serbuk daun gamal diduga termasuk senyawa flavonoid golongan flavonon. Neldawati dkk (2013) mengungkapkan bahwa panjang gelombang dengan puncak 300-330 nm merupakan senyawa flavonoid golongan flavonon. Hasil karakterisasi menggunakan spektrum inframerah dapat dilihat pada



Gambar 10. Spektrum inframerah hasil isolasi

Berdasarkan analisis spektrum inframerah menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi. Hasil analisis isolat ini yaitu adanya serapan melebar pada daerah bilangan gelombang 3250,2 cm^{-1} merupakan serapan uluran dari gugus O-H (Akbar, 2010). Gugus C=O pada daerah bilangan gelombang 1587,8 cm^{-1} menunjukkan bahwa senyawa yang memiliki gugus karbonil (C=O) merupakan senyawa flavonoid (Sukadana, 2010). Serapan uluran C=C aromatik muncul pada daerah bilangan gelombang 1401,5 cm^{-1} . Kemudian serapan pada daerah bilangan gelombang 1073,5 cm^{-1} merupakan serapan uluran dari gugus C-O. Sesuai dengan penelitian Akbar (2010) adanya gugus fungsi O-H, C=O, C=C aromatik, dan C-O menunjukkan bahwa isolat tersebut termasuk golongan flavonoid.

Bioassay Fraksi Aktif terhadap Hama *Planococcus minor*

Bioassay Ekstrak Kasar Metanol dan Air

Hasil perhitungan LC_{50} dengan menggunakan analisis probit dari ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU diperoleh nilai sebesar 0,05% dan ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU sebesar 0,11%. Nilai LC_{50} ekstrak kasar metanol serbuk daun gamal KLU lebih kecil dibandingkan dengan nilai LC_{50} ekstrak kasar air.

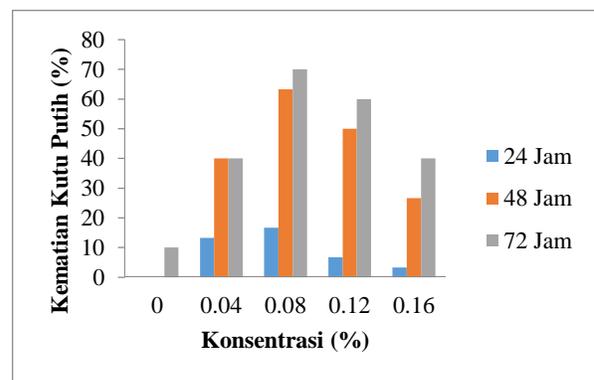
Hal ini diduga karena senyawa aktif yang larut dalam pelarut metanol bersifat lebih toksik terhadap hama kutu putih pada tanaman kakao dibandingkan dengan senyawa aktif yang larut pada pelarut air. Rivai dkk (2013) mengungkapkan bahwa daya toksisitas suatu pelarut dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang larut dalam campuran tersebut.

Perbedaan nilai LC_{50} yang didapatkan dari hasil perlakuan disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu faktor perbedaan pelarut. Syahputra & Endarto (2012) mengungkapkan bahwa perbedaan jenis pelarut dan kandungan bahan aktif didalam ekstrak dapat mempengaruhi tingkat toksisitas pada suatu senyawa.

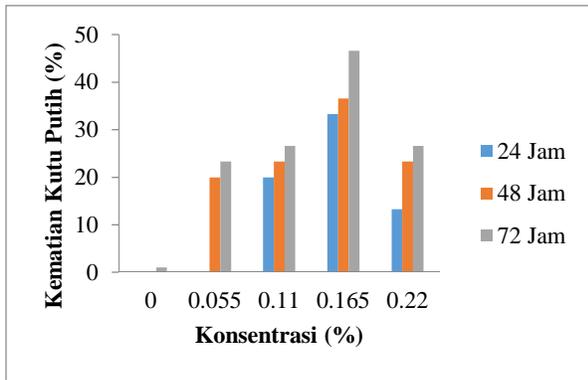
Nilai LC_{50} ekstrak kasar air digunakan sebagai nilai tengah untuk pengujian bioassay ekstrak air yang telah dimurnikan. Sedangkan untuk ekstrak metanol tidak dilakukan bioassay lanjutan dikarenakan ekstrak kasar tidak cukup untuk dimurnikan.

Bioassay Ekstrak Murni Air

Persentase kematian hama kutu putih pada buah kakao dengan perlakuan ekstrak kasar dan murni air daun gamal dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Persentase kematian hama kutu putih (*P. minor*) pada buah kakao dengan perlakuan ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU pada konsentrasi dan waktu yang berbeda



Gambar 12. Persentase kematian hama kutu putih (*P. minor*) pada buah kakao dengan perlakuan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLU pada konsentrasi dan waktu yang berbeda

Hasil bioassay ekstrak kasar dan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLU memberikan efek kematian terhadap kutu putih kakao. Kematian kutu putih kakao dengan persentase tertinggi menggunakan perlakuan ekstrak kasar air pada konsentrasi 0,08% dengan kematian mencapai 70% pada 72 jam setelah perlakuan. Sedangkan pada perlakuan menggunakan ekstrak murni air persentase kematian tertinggi pada konsentrasi 0,165% dengan kematian mencapai 46,6%.

Hasil uji Tukey's pada taraf 5% rata-rata kematian hama kutu putih yang diperlakukan dengan ekstrak kasar dan ekstrak murni air serbuk daun gamal pada konsentrasi ekstrak yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kematian kutu putih (ekor ± sd) setelah diperlakukan dengan ekstrak kasar dan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLU 72 jam setelah perlakuan

Ekstrak kasar air		Ekstrak murni air	
Konsentrasi	Rata-rata ± SD	Konsentrasi	Rata-rata ± SD
0,00	1,00 ± 1,00 a	0,000	0,33 ± 0,57 a
0,04	4,00 ± 1,73 b	0,055	0,23 ± 2,51 ab
0,08	7,00 ± 2,64 c	0,110	2,66 ± 1,15 ab
0,12	6,00 ± 1,00 bc	0,165	4,66 ± 2,51 b
0,16	4,40 ± 2,52 b	0,220	2,66 ± 1,15 ab

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf = 5% dengan uji Tukey's

Rata-rata kematian hama kutu putih yang diperlakukan dengan ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU konsentrasi 0% (kontrol) berbeda nyata dengan konsentrasi perlakuan. Tetapi pada konsentrasi 0,12% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,04%; 0,08%; dan 0,16%. Sedangkan pada perlakuan ekstrak murni air, kontrol hanya berbeda nyata dengan konsentrasi 0,165%. Tetapi konsentrasi 0,165% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,055%; 0,110%; dan 0,220%. Adanya perbedaan yang tidak nyata pada perlakuan ekstrak kasar dan ekstrak murni air diduga karena perbedaan rentang konsentrasi yang sangat kecil sehingga jumlah senyawa bioaktif yang terkandung tidak terlalu berbeda dan menyebabkan kematian kutu putih tidak berbeda nyata secara statistik.

Pada konsentrasi rendah hasil kematian rata-rata hama tidak berbeda nyata dengan hasil rata-rata kematian dengan konsentrasi yang tinggi hal ini disebabkan karena hama cenderung menghindari buah dengan perlakuan insektisida konsentrasi tinggi. Sedangkan pada buah dengan perlakuan konsentrasi rendah, serangga tetap menghisap cairan pada buah sehingga racun yang diterima pada perlakuan konsentrasi tinggi maupun rendah tetap sama dan menimbulkan rata-rata kematian yang tidak berbeda nyata. Wirasuta & Niruri (2006) juga mengungkapkan, racun dengan konsentrasi yang rendah tetapi terdapat kontak yang lebih lama akan menimbulkan efek racun yang sama dengan zat yang terpapar pada konsentrasi tinggi dengan waktu kontak yang singkat.

Hasil uji Tukey's pada taraf 5% rata-rata kematian hama kutu putih yang diperlakukan dengan ekstrak kasar dan ekstrak murni air serbuk daun gamal pada waktu pengamatan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kematian kutu putih setelah diberi perlakuan dengan ekstrak kasar dan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLU pada waktu pengamatan berbeda

Waktu setelah perlakuan (Jam)	Rata-rata kematian kutu putih (ekor \pm sd)	
	Ekstrak kasar air	Ekstrak murni air
24	0,80 \pm 0,77 a	1,73 \pm 0,71 a
48	3,60 \pm 0,77 b	2,06 \pm 0,71 a
72	4,40 \pm 0,77 b	2,53 \pm 0,71 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf = 5% dengan uji Tukey's

Rata-rata kematian hama kutu putih yang diperlakukan dengan ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU pada 24 jam setelah perlakuan berbeda nyata dengan 48 dan 72 jam setelah perlakuan. Lamanya waktu perlakuan diduga berpengaruh terhadap toksisitas. Andriyani (2016) mengungkapkan bahwa waktu yang semakin lama akan meningkatkan rata-rata kematian hama kutu putih.

Secara statistik pada perlakuan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLU dengan konsentrasi yang berbeda dengan ekstrak kasar air tidak menunjukkan perbedaan nyata setiap jam setelah perlakuan. Tetapi rata-rata kematian kutu putih kakao semakin meningkat sejalan dengan lama waktu perlakuan. Hal ini didukung oleh pernyataan Raini (2007) bahwa lamanya waktu perlakuan akan menyebabkan keracunan kronik oleh zat toksik yang telah terakumulasi dan dapat menyebabkan kematian pada serangga.

Keefektifan dari ekstrak kasar dan murni air serbuk daun gamal KLU juga dapat dilihat dari hasil analisis probit kedua ekstrak pada 24-72 jam setelah perlakuan dan pada konsentrasi berbeda (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai LC₅₀ hasil analisis probit ekstrak kasar dan murni air serbuk daun gamal KLU pada 24-72 jam setelah perlakuan

Waktu (Jam)	Nilai LC ₅₀ (%)		Selisih (%)
	Ekstrak Kasar Air	Ekstrak Murni Air	
24	-	-	-
48	0,16	0,39	0,23
72	0,11	0,27	0,16

Pada 24 jam setelah perlakuan nilai LC₅₀ tidak bisa ditentukan. Hal ini karena kematian serangga uji belum mencapai 50%. Nilai LC₅₀ ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU lebih rendah antara 0,16-0,23% dibandingkan dengan ekstrak murni air pada waktu perlakuan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU lebih efektif dibandingkan dengan ekstrak murni air, karena untuk mematikan 50% serangga uji dibutuhkan konsentrasi ekstrak kasar air yang lebih kecil dibandingkan dengan ekstrak murni air. Diduga senyawa flavonoid yang terdapat pada ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU bekerja secara sinergis sehingga akan lebih efektif apabila terdapat senyawa lain yang bekerja sama dengan senyawa flavonoid untuk mematikan hama kutu putih pada tanaman kakao. Menurut Rijayanti (2014), senyawa metabolit sekunder memiliki berbagai mekanisme kerja yang bekerja secara sinergis.

Hernani (2011) juga menyatakan, efikasi dari ekstrak yang digunakan disebabkan adanya sinergisitas antara senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak tersebut. Sinergisitas dapat mencegah terjadinya resistensi senyawa dan dapat bekerja lebih baik. Sinergisitas dari berbagai metabolit sekunder juga dinilai dapat menurunkan efek samping yang tidak diinginkan.

Senyawa metabolit sekunder yang digunakan sebagai insektisida dan dapat bekerja secara sinergis yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin (Aminah, 2001). Rimijuna dkk (2017) menambahkan, setiap senyawa metabolit sekunder dan sulfur memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengendalikan hama. Penelitian Agnetha (2005) menunjukkan bahwa sulfur akan merusak membran sel hama, sedangkan flavonoid akan berperan dalam kematian hama. Sulfur bekerja sebagai inhibitor pernapasan dan flavonoid mengganggu metabolisme energi didalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron. Saponin bekerja menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa. Sedangkan tannin bekerja menyusutkan jaringan dan menutup struktur protein pada mukosa.

Menurut Sinaga (2009) kandungan metabolit sekunder seperti glikosida flavonoid pada tanaman bersifat racun perut. Apriliyani (2016) menambahkan, hama kutu putih mendapatkan

makanan dengan menghisap cairan yang ada pada tanaman inangnya, oleh karena itu kutu putih akan mati akibat racun perut yang terhisap saat kutu putih menghisap tanaman inang

KESIMPULAN

Senyawa flavonoid yang terkandung dalam serbuk daun gamal KLU memiliki ciri-ciri fluoresensi warna biru pada sinar UV dan memiliki panjang gelombang dengan puncak 310 nm yang termasuk kedalam golongan flavonon dengan gugus fungsi O-H, C=O karbonil, C=C aromatik, dan C-O.

Ekstrak kasar serbuk daun gamal KLU lebih efektif dalam mematikan hama kutu putih kakao (*P. minor*) dibandingkan dengan ekstrak murni serbuk daun gamal KLU yang dilihat dari nilai LC₅₀ ekstrak kasar sebesar 0,11% sedangkan nilai LC₅₀ ekstrak murni sebesar 0,27%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DRPM Kemeristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Berbasis Kompetensi tahun anggaran 2018/2019 dengan Dengan SK Nomor: 01/E/KPT/2018 dan Nomor Kontrak: 384/UN26.21/PN/2018, serta terimakasih kepada Ibu Nurul Utami yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriorawan. 2013. Karakterisasi Senyawa Flavonoid Hasil Isolasi Ekstrak Metanol Daun Gamal (*Gliricidia maculata*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Agnetha, A.Y. 2005. Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes* sp. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Akbar, H.R. 2010. Isolasi dan Identifikasi Golongan Flavonoid Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans*) Berpotensi Sebagai Antioksidan. *Skripsi*. Departemen Kimia, Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor.
- Aminah. 2001. *S. rarak*, *D. metel* dan *E. prostata* sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. Cermin Dunia Kedokteran No.131.
- Andriyani, R. 2016. Daya Insektisida, Jenis, dan Struktur Isolat Murni Ekstrak Polar Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia Maculata* Hbr.) Terhadap Kutu Putih (*Planococcus Minor* Maskell) Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) *Tesis*. Universitas Lampung. Lampung.
- Apriliyani. 2016. Pengembangan Insektisida Nabati dari Senyawa Flavonoid Ekstrak Daun Gamal (*Gliricidia maculata*, Hbr.) untuk Mengendalikan Hama Kutu Putih (*Planococcus citri*, Risso.) pada Tanaman Kopi (*Coffea robusta*, L.). *Tesis*. Universitas Lampung.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2015. *Info Tek Perkebunan Media Bahan Bakar Nabati Dan Perkebunan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 7 (11). Bogor.
- Brybrook, D., & Solutions, V. 2012. Mealybug Management. Australian Government Grape and Wine Research and Development Corporation. <http://www.gwrdc.com.au>. Diakses pada tanggal 13 November 2017.
- Gafur, M.A., Isa, I., & Bialangi, N. 2013. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dari Daun Jamblang (*Syzygium cumini*). *Jurnal*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Geissman, T.A. 1962. *The Chemistry of Flavonoid Compound*. Pergamon Press. Oxford
- Hernani. 2011. *Pengembangan Biofarmaka sebagai Obat Herbal untuk Kesehatan*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 7 (1): 20-19.
- Mabry, T.J., Markham, K. R., & Thomas, M.B. 1970. *The Systematic and Identification of Flavonoid*. Springer-Verlag. New York. Heldenberg-Berlin.
- Neldawati, Ratnawulan, & Gusnedi. 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Jurnal*. Universitas Negeri Padang.
- Nukmal, N., Utami, N., & Pratami, G.D. 2011. Isolasi Senyawa Flavonoid dari Ekstrak Air Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia Maculata*) dan Uji Toksisitasnya Terhadap Hama Kutu Putih Pepaya (*Paracoccus Marginatus*).

- Prosiding Penelitian Hibah Strategi Unila.*
Universitas Lampung.
- Rahardjo, P. 2011. *Menghasilkan Benih dan Bibit Kakao Unggul.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Raini, M. 2007. Toksikologi Pestisida dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan.* 17 (3). Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Rijayanti, R.P. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mangga Bacang (*Mangifera foetida L.*) terhadap *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Naskah Publikasi.* Universitas Tanjungpura.
- Rivai, H., Widiya, E., Rusdi. 2013. Pengaruh Perbandingan Pelarut Etanol-Air terhadap Kadar Senyawa Fenolat Total dan Daya Antioksidan dari Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata L.*). *Jurnal.* Universitas Andalas. Padang
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Insektisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (*Lepidoptera: Noctuidae*) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*) *Skripsi.* Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siswanto & Karmawati, E. 2012. Pengendalian Hama Utama Kakao (*Conopomorpha Cramerella* dan *Helopeltis Spp.*) dengan Pestisida Nabati dan Agens Hayati. *Control Of Cocoa Main Pest (Conomorpha Cramerella and Helopeltis Spp.) Using Botanical Pesticide And Biological Agents.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesian Center For Estate Crops Research And Development. Bogor.
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya.* Kanisius. Yogyakarta.
- Sukadana, I.M. 2010. *Aktivitas Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Awar-awar.* 4 (1):63-67.
- Susanto, F.X. 1994. *Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil.* Kanisius. Yogyakarta.
- Syahputra, E. & Endarto, O. 2012. Aktivitas Insektisida Ekstrak Tumbuhan terhadap *Diaphorina citri* dan *Toxoptera citricidus* serta Pengaruhnya terhadap Tanaman dan Predator. *Jurnal.* Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Suptropika. Jawa Timur.
- Wahyudi T, T.R. Panggabean, & Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wirasuta, I.M.A.G., & Niruri, R. 2006. *Buku Ajar Toksikologi Umum.* Universitas Udayana. Bali.