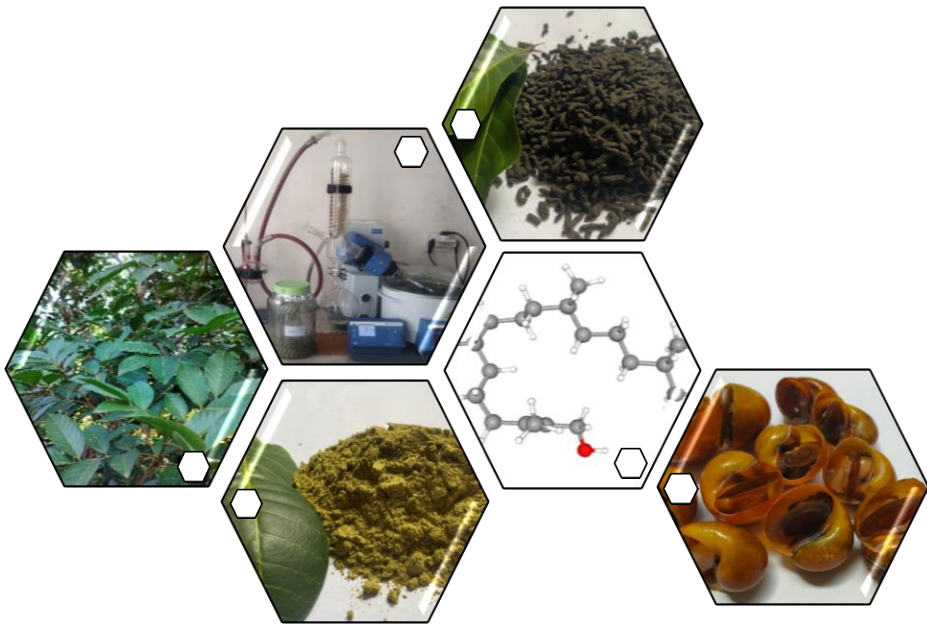


**EFIKASI FORMULASI BAHAN ALAMI TANAMAN
SEBAGAI MOLUSKISIDA TERHADAP HAMA KEONG MAS
(Gastropoda:*Pomacea canaliculata*) PADA TANAMAN PADI**

**EFFICACY OF FORMULATION OF NATURAL PLANT
INGREDIENTS AS MOLLUSCICIDES AGAINST GOLDEN APPLE
SNAIL PESTS (Gastropoda: *Pomacea canaliculata*)
IN RICE CROPS**



HAMZAH

P013191019



**PROGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

HALAMAN JUDUL

**EFIKASI FORMULASI BAHAN ALAMI TANAMAN
SEBAGAI MOLUSKISIDA TERHADAP HAMA KEONG MAS
(Gastropoda:*Pomacea canaliculata*) PADA TANAMAN PADI**

**HAMZAH
P013191019**



**PROGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**EFIKASI FORMULASI BAHAN ALAMI TANAMAN
SEBAGAI MOLUSKISIDA TERHADAP HAMA KEONG MAS
(Gastropoda:*Pomacea canaliculata*) PADA TANAMAN PADI**

Disertasi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar doktor

Program Studi S3 Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

**HAMZAH
P013191019**

Kepada

**PROGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

DISERTASI

**EFIKASI FORMULASI BAHAN ALAMI TANAMAN
SEBAGAI MOLUSKISIDA TERHADAP HAMA KEONG MAS
(Gastropoda: *Pomacea canaliculata*) PADA TANAMAN PADI**

**HAMZAH
P013191019**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Doktor pada 16 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

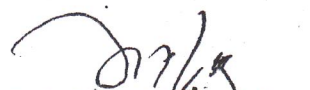
**Program Studi Ilmu Pertanian
Sekolah Pasca Sarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar**

Mengesahkan:
Promotor,



Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjani, M.Sc.
NIP. 195709081983032001

Ko Promotor



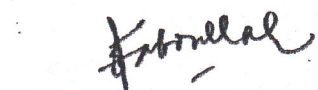
Dr. Ir. Ahdin Gassa, M.Sc.
NIP. 196005151986091002

Ketua Program Studi




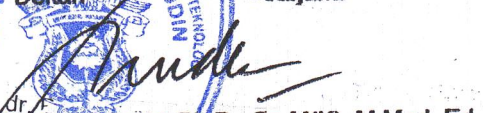
Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224198601101

Ko Promotor



Dr. Ir. Fatin Abdullah, M.Si
NIP. 196408071990021001

Dekan Sekolah Pasca Sarjana



Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med. Ed.
NIP. 196612311995031009

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul “Efikasi Formulasi Bahan Alami Tanaman Sebagai Moluskisida Terhadap Hama Keong Mas (*Gastropoda: Pomacea Canaliculata*) Pada Tanaman Padi” adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S. sebagai Promotor dan Dr. Ir. Ahdin Gassa, M.Sc. sebagai co-promotor-1 serta Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si. sebagai co-promotor-2. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan di Jurnal *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, Vol. 12. No. 4, 2024 dengan judul artikel “Molluscicides Efficacy of Leaf Powders from *Agave angustifolia*, Cashew and Rambutan on Mortality of the Golden Snails (*Pomacea canaliculata* L.)”. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Juli 2024



HAMZAH
P013191019

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan disertasi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S. sebagai Promotor dan Dr. Ir. Ahdin Gassa, M.Sc. sebagai co-promotor-1 serta Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si. sebagai co-promotor-2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada tim penguji, Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Dr. Ir. Melina, M.P., Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si., dan Dr. Sulaeha, S.P., M.Si. yang telah memberikan saran-saran untuk pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kepada Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Program studi Agroteknologi serta Ketua Program Studi Farmasi Universitas Muhammadiyah Makassar atas kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium agroteknologi dan laboratorium fitokimia. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar Prof. Dr. Ambo Asse, M.Ag. atas bantuan biaya Pendidikan dan biaya penelitian. Kepada Kemendikbud, saya mengucapkan terima kasih atas beasiswa BPPDN yang diberikan (No. B/67/D.D3/KD.02.00/2019) selama menempuh program pendidikan doktor. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program doktor serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian. Terima kasih juga kepada rekan kerja di LPKA Universitas Muhammadiyah Makassar atas dukungan dan motivasi. Akhirnya, kepada kedua orang tua dan mertua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada isteri tercinta Nilmayana, dan anak-anak tercinta Rajengka Al Fatih Esa, Rinrana Aisyah Esa, Marannu Khadijah Esa dan Paerang Al Fattah Esa serta seluruh keluarga, saudara-saudara atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,

Hamzah

ABSTRAK

Hamzah. Efikasi Formulasi Bahan Alami Tanaman Sebagai Moluskisida Terhadap Hama Keong Mas (*Gastropoda: Pomacea Canaliculata*) Pada Tanaman Padi (dibimbing oleh Sylvia Sjam, Ahdin Gassa, Tamrin Abdullah)

Latar Belakang. Keong mas merupakan hama invasif dan menjadi hama utama tanaman padi yang sulit dikendalikan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan mengkaji efikasi moluskisida tepung daun, moluskisida ekstrak etanol, senyawa fitokimia toksik, kombinasi moluskisida, dan formulasi moluskisida pellet dari daun *Agave angustifolia*, daun jambu mete dan daun rambutan terhadap mortalitas keong mas. **Metode.** Moluskisida tepung daun diperoleh dengan mengeringkan daun menggunakan dehidrator kemudian ditepungkan menggunakan herb grinder hingga mencapai ukuran 100 mesh atau 0,149 mm. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode meserasi pelarut etanol 96% dan pemekatan dengan rotary evaporator. Analisis fitokimia ekstrak daun tanaman dan residu fitokimia pada daging keong mas menggunakan GCMS. Bioessay menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan faktor pertama jenis moluskisida dan faktor kedua adalah konsentrasi. Analisis data dilakukan dengan analisis sidik ragam, uji lanjut, dan analisis probit menggunakan program IBM SPSS Statistik 21. **Hasil.** Jenis moluskisida dan konsentrasi berpengaruh signifikan terhadap mortalitas keong mas. Moluskisida sediaan tepung daun *Agave angustifolia* memiliki LC50: 0,36 gr/L, LC90: 0,46 gr/L dan daun Jambu mete memiliki LC50: 0,32 gr/L, LC90: 0,42 gr/L, sedangkan daun rambutan memiliki LC50: 0,69 gr/L, LC90: 1,37 gr/L. Moluskisida sediaan ekstrak etanol yang memiliki efikasi tinggi adalah ekstrak etanol daun rambutan. Moluskisida ekstrak etanol daun rambutan pada konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L, dan 1,25 gr/L dapat menyebabkan mortalitas keong mas 100% pada 24 jam paparan. Kombinasi moluskisida sediaan tepung daun *Agave angustifolia*, jambu mete dan rambutan dengan perbandingan 1:1:1, 2:1:1, 1:2:1, dan 1:1:2, konsentrasi 0,25gr/L, 0,50gr/L, 0,75gr/L mampu menyebabkan mortalitas 100% pada 36 jam paparan dan konsentrasi 1.00gr/L dan 1,25gr/L menyebabkan mortalitas 100% pada 24 jam paparan. Moluskisida formulasi pellet bahan alami tanaman yang diaplikasikan dilapangan dapat menekan populasi keong mas. Senyawa fitokimia toksik terhadap keong mas dari ekstrak etanol daun rambutan, *agave angustifolia* dan jambu mete adalah n-Hexadecanoic acid ($C_{16}H_{32}O_2$), Phytol ($C_{20}H_{40}O$), Octadecanoic acid ($C_{18}H_{36}O_2$). Sedangkan senyawa fitokimia toksik yang hanya terdapat pada ekstrak etanol daun rambutan adalah Linoleic Acid ($C_{18}H_{32}O_2$), dan 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid methyl ester ($C_{23}H_{34}O_2$). Senyawa ini yang diduga menjadi pemicu tingginya mortalitas keong mas pada penlakuan moluskisida ekstrak etanol daun rambutan. **Kesimpulan.** Moluskisida *Agave angustifolia*, jambu mete dan rambutan memiliki efikasi yang tinggi terhadap mortalitas keong mas. Moluskisida daun jambu mete dan daun *agave angustifolia* memiliki efikasi tinggi dalam bentuk sediaan tepung daun. Sedangkan Moluskisida daun rambutan memiliki efikasi tinggi dalam bentuk ekstrak etanol. Kombinasi moluskisida tepung daun dapat meningkatkan toksisitas semua tingkatan konsentrasi.

Kata Kunci: *Pomacea canaliculata*, Moluskisida nabati, Senyawa Fitokimia, *Agave angustifolia*, *Anacardium occidentale*, *Nephelium lappaceum*

ABSTRACT

Hamzah. Efficacy of Formulation of Natural Plant Ingredients as Molluscicides Against Golden Apple Snail Pests (Gastropoda: *Pomacea canaliculata*) in Rice Crops (Mentored by Sylvia Sjam, Ahdin Gassa, Tamrin Abdullah)

Background. The golden apple snail is an invasive pest and is the main pest of rice plants that is difficult to control. **Aims.** This study aims to examine the efficacy of leaf Powder molluscicide, ethanol extract molluscicide, toxic phytochemical compounds, combination of molluscicides, and pellet molluscicide formulations from *Agave angustifolia* leaves, cashew leaves and rambutan leaves on the mortality of golden apple snails. **Method.** Leaf flour molluscicide is obtained by drying the leaves using a dehydrator and then powdering them using a herb grinder until they reach a size of 100 mesh or 0.149 mm. The extraction process is done by meseration 96% ethanol solvent and concentration with a rotary evaporator. Phytochemical analysis of plant leaf extracts and phytochemical residues in golden apple snail meat using GCMS. The bioassay uses a Factorial Group Random Design, with the first factor being the type of molluscicide and the second-factor being concentration. Data analysis was carried out using variance analysis, advanced test, and probit analysis using the IBM SPSS Statistics 21 program. **Results.** The type of molluscicide and concentration significantly affect the mortality of the golden snail. The molluscicide preparation of *Agave angustifolia* leaf flour has an LC50: 0.36 gr/L, LC90: 0.46 gr/L and cashew leaves have an LC50: 0.32 gr/L, LC90: 0.42 gr/L, while rambutan leaves have an LC50: 0.69 gr/L, LC90: 1.37 gr/L. Molluscicide preparation of ethanol extract that has high efficacy is rambutan leaf ethanol extract. Molluscicide ethanol extract of rambutan leaves at concentrations of 0.5 gr/L, 0.75 gr/L, 1.00 gr/L, and 1.25 gr/L can cause 100% mortality of golden apple snails at 24 hours of exposure. The combination of molluscicide preparations of *Agave angustifolia* leaf flour, cashew and rambutan with a ratio of 1:1:1, 2:1:1, 1:2:1, and 1:1:2, concentrations of 0.25gr/L, 0.50gr/L, 0.75gr/L was able to cause 100% mortality at 36 hours of exposure and concentrations of 1.00gr/L and 1.25gr/L caused 100% mortality at 24 hours of exposure. Molluscicide pellet formulations of natural plant materials applied in the field can suppress the population of golden snails. Phytochemical compounds toxic to golden snails from ethanol extracts of rambutan leaves, agave *angustifolia* and cashews are n-hexadecenoic acid (C₁₆H₃₂O₂), Phytol (C₂₀H₄₀O), Octadecanoic acid (C₁₈H₃₆O₂). Meanwhile, the toxic phytochemical compound that is only found in rambutan leaf ethanol extract is Linoleic Acid (C₁₈H₃₂O₂), dan 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid methyl ester (C₂₃H₃₄O₂). This compound is suspected to trigger the high mortality of golden apple snails when treating molluscicide ethanol extract of rambutan leaves. **Conclusion.** The molluscicide *Agave angustifolia*, cashew and rambutan have high efficacy against the mortality of the golden apple snail. The molluscicide of cashew leaves and agave *angustifolia* leaves have high efficacy in foliar flour preparations. Meanwhile, rambutan leaf molluscicide has high efficacy in the form of ethanol extract. The combination of foliar flour molluscicide can increase toxicity at all concentration levels.

Key Words: *Pomacea canaliculata*, Botanical molluscicide, phytochemical compounds, *Agave angustifolia*, *Anacardium occidentale*, *Nephelium lappaceum*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA v	
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kebaruan Penelitian.....	4
1.6. Kerangka Pikir Penelitian	5
DAFTAR PUSTAKA	6
BAB II EFIKASI MOLUSKISIDA TEPUNG DAUN AGAVE ANGUSTIFOLIA, JAMBU METE DAN RAMBUTAN TERHADAP MORTALITAS HAMA KEONG MAS <i>Pomacea canaliculata</i> (GASTROPODA: AMPULLARIIDAE).....	10
ABSTRAK.....	10
2.1. Pendahuluan.....	11
2.2. Metode.....	12
2.2.1. Tempat dan Waktu	12
2.2.2. Persiapan Keong Mas	12
2.2.3. Persiapan Moluskisida Tepung Daun	13
2.2.4. Bioassay	13
2.2.5. Analisis data	14
2.3. Hasil	15
2.3.1. Mortalitas Keong Mas.....	15
2.3.2. Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90)	20
2.3.3. Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90)	21
2.3.4. Intensitas Serangan	23
2.4. Pembahasan.....	23
2.5. Kesimpulan	25

DAFTAR PUSTAKA	26
BAB III EFIKASI MOLUSKISIDA EKSTRAK ETANOL DAUN AGAVE ANGUSTIFOLIA, JAMBU METE DAN RAMBUTAN TERHADAP MORTALITAS HAMA KEONG MAS <i>Pomacea canaliculata</i> (GASTROPODA: AMPULLARIIDAE)	
	30
ABSTRAK	30
3.1. Pendahuluan	31
3.2. Metode	32
3.2.1. Tempat dan Waktu	32
3.2.2. Persiapan Keong Mas	33
3.2.3. Persiapan Moluskisida Tepung Daun	33
3.2.4. Persiapan Ekstrak Etanol Daun Tanaman	33
3.2.5. Bioassay	34
3.2.6. Persiapan Uji Residu Fitokimia Moluskisida	34
3.2.7. Analisis Metabolit Sekunder	35
3.2.8. Analisis Fitokimia dan Analisis Residu Moluskisida	35
3.2.9. Analisis data	36
3.3. Hasil	37
3.3.1. Mortalitas Keong Mas	37
3.3.2. Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90)	41
3.3.3. Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90)	42
3.3.4. Intensitas Serangan	43
3.3.5. Kandungan Metabolit Sekunder	45
3.3.6. Kandungan Senyawa Fitokimia Daun Tanaman	46
3.3.7. Residu Senyawa Fitokimia Moluskisida	57
3.4. Pembahasan	78
3.5. Kesimpulan	83
DAFTAR PUSTAKA	83
BAB IV EFIKASI KOMBINASI MOLUSKISIDA TEPUNG DAUN AGAVE ANGUSTIFOLIA, JAMBU METE DAN RAMBUTAN TERHADAP MORTALITAS HAMA KEONG MAS <i>Pomacea canaliculata</i> (GASTROPODA: AMPULLARIIDAE)	
	89
ABSTRAK	89
4.1. Pendahuluan	90
4.2. Metode	92
4.2.1. Tempat dan Waktu	92
4.2.2. Persiapan Keong Mas	92
4.2.3. Persiapan Moluskisida Tepung Daun	92
4.2.4. Bioassay	92

3.2.5. Analisis data	93
4.3. Hasil	94
4.3.1. Mortalitas Keong Mas.....	94
4.3.2. Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90)	97
4.3.3. Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90)	98
4.3.4. Intensitas Serangan	99
4.4. Pembahasan.....	100
4.5. Kesimpulan	102
DAFTAR PUSTAKA	102
BAB V EFIKASI MOLUSKISIDA FORMULASI PELLETT DAUN AGAVE ANGUSTIFOLIA, JAMBU METE DAN RAMBUTAN DALAM MENEKAN POPULASI HAMA KEONG MAS <i>Pomacea canaliculata</i> (GASTROPODA: AMPULLARIIDAE) PADA PERTANAMAN PADI	107
ABSTRAK.....	107
5.1. Pendahuluan.....	108
5.2. Metode	110
5.2.1. Tempat dan Waktu	110
5.2.2. Persiapan Keong Mas	110
5.2.3. Persiapan Moluskisida Tepung Daun Tanaman	110
5.2.4. Persiapan Moluskisida Formulasi Pellet	110
5.2.5. Bioassay	111
5.2.6. Analisis data	111
5.3. Hasil	112
5.3.1. Mortalitas Keong Mas.....	112
5.3.2. Intensitas Serangan	113
5.4. Pembahasan.....	114
5.5. Kesimpulan	116
DAFTAR PUSTAKA	116
BAB VI PEMBAHASAN UMUM	121
BAB VII KESIMPULAN UMUM	125
DAFTAR PUSTAKA	126
LAMPIRAN	128

DAFTAR TABEL

No Urut	Halaman
1. Rata-rata mortalitas keong mas pada perlakuan berbagai jenis moluskisida sediaan tepung dengan berbagai tingkatan Konsentrasi	19
2. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada waktu paparan 12 jam	20
3. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada waktu paparan 24 jam	21
4. Nilai Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada beberapa tingkatan konsentrasi.....	22
5. Rata-rata mortalitas keong mas pada perlakuan berbagai jenis moluskisida sediaan ekstrak etanol dengan berbagai tingkatan konsentrasi.....	40
6. Nilai LC 50 dan LC 90 sediaan ekstrak etanol terhadap keong mas pada 24 jam paparan	41
7. Nilai LC 50 dan LC 90 sediaan ekstrak etanol terhadap keong mas pada 36 jam paparan	42
8. Nilai Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90) berbagai jenis moluskisida sediaan ekstrak etanol daun pada beberapa tingkatan konsentrasi	42
9. Hasil Pengujian Fitokimia pada ekstrak etanol daun agave angustifolia, jambu mete dan rambutan	46
10. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada ekstrak etanol Daun Agape angustipolia	47
11. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada ekstrak etanol Daun Jambu Mete	51
12. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada ekstrak etanol Daun Rambutan	54
13. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada ekstrak etanol daging keong mas tanpa paparan moluskisida	57
14. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol agave angustipolia	61

15. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun jambu mete	65
16. Senyawa Fitokimia hasil identifikasi GCMS yang terdapat pada Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun rambutan.....	70
17. Residu Senyawa Fitokimia Moluskisida Ekstrak Etanol daun Agave angustipolia pada Keong Mas.....	76
18. Residu Senyawa Fitokimia Moluskisida Ekstrak Etanol daun jambu mete pada Keong Mas	77
19. Residu Senyawa Fitokimia Moluskisida Ekstrak Etanol daun rambutan pada Keong Mas.....	77
20. Rata – rata mortalitas Keong mas pada perlakuan berbagai kombinasi moluskisida	97
21. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis kombinasi moluskisida sediaan tepung daun pada 12 jam paparan	97
22. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis kombinasi moluskisida sediaan tepung daun pada 24 jam paparan	98
23. Nilai Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90) berbagai jenis Kombinasi Moluskisida sediaan tepung daun pada beberapa tingkatan konsentrasi	98

DAFTAR GAMBAR

No Urut	Halaman
1. Gejala mortalitas keong mas a. keong mas mengeluarkan busa, b,c: Operculum membuka dan bagian kaki serta tubuh keong mas mengkerut.....	15
2. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun Agave angustifolia	16
3. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun jambu mete (Anacardium occidentale)	16
4. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun rambutan (Nephelium lappaceum).....	17
5. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida saponin biji teh	17
6. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sintesis bahan aktif Fentin asetat 60%	18
7. Mortalitas keong mas pada perlakuan berbagai jenis moluskisida sediaan tepung.....	18
8. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun Agave angustipolia	38
9. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun jambu mete	38
10. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun rambutan	39
11. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun Agave angustipolia, Jambu Mete dan Rambutan.....	39
12. Intensitas serangan keong mas pada perlakuan sediaan ekstrak etanol Agave angustipolia.....	43
13. Intensitas serangan keong mas pada perlakuan sediaan ekstrak etanol daun jambu mete	44
14. Intensitas serangan keong mas pada perlakuan sediaan ekstrak etanol daun rambutan.....	44
15. Intensitas serangan keong mas pada beberapa perlakuan moluskisida nabati sediaan ekstrak etanol	45
16. Chromatogram GCMS Ekstrak Etanol Daun Agave angustipolia	47
17. Chromatogram GCMS Ekstrak Etanol Daun Jambu Mete	51
18. Chromatogram GCMS Ekstrak Etanol Daun Rambutan	54
19. Chromatogram GCMS Ekstrak Etanol Daging Keong Mas tanpa perlakuan moluskisida	57

20. Chromatogram GCMS Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol agave angustifolia.....	61
21. Chromatogram GCMS Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun Jambu mete.....	64
22. Chromatogram GCMS Daging Keong Mas dengan perlakuan moluskisida sediaan ekstrak etanol daun Rambutan	70
23. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida Kombinasi 1:1:1 (Agave Angustifolia : Jambu mete : Rambutan)	94
24. Mortalitas Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Kombinasi 2:1:1 (Agave Angustifolia : Jambu mete : Rambutan)	94
25. Mortalitas Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Kombinasi 1:2:1 (Agave Angustifolia : Jambu mete : Rambutan)	95
26. Mortalitas Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Kombinasi 1:1:2 (Agave Angustifolia : Jambu mete : Rambutan)	95
27. Mortalitas Keong Mas Pada Penggunaan Moluskisida Kombinasi Agave Angustifolia : Jambu mete : Rambutan	96
28. Gejala Mortalitas Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Formulasi Pellet pada pertanaman padi.....	112
29. Mortalitas Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Formulasi Pellet daun agave angustifolia, jambu mete, rambutan pada pertanaman padi	113
30. Intensitas Serangan Keong Mas Pada Perlakuan Moluskisida Formulasi Pellet daun agave angustifolia, jambu mete, dan rambutan pada pertanaman padi.....	114

DAFTAR LAMPIRAN

No Urut	Halaman
1. Gambar daun tanaman dan tepung daun Agave angustifolia, jambu mete, dan rambutan	128
2. Pelaksanaan percobaan laboratorium dan percobaan lapangan	128
3. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia	129
4. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete	130
5. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida Sediaan Tepung Daun rambutan.....	131
6. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida saponin.....	132
7. Mortalitas Keong Mas pada Perlakuan Moluskisida sintetis fentin 60%WP..	133
8. Analisis varians (anova) dan uji lanjut jenis moluskisida dan tingkatan konsentrasi terhadap mortalitas keong mas pada paparan 12 jam	134
9. Analisis varians (anova) dan uji lanjut jenis moluskisida dan tingkatan konsentrasi terhadap mortalitas keong mas pada paparan 24 jam	136
10. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Agave Angustifolia 12 jam paparan	138
11. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Agave Angustifolia 24 jam paparan	140
12. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Jambu Mete 12 Jam Paparan	142
13. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Jambu Mete 24 Jam Paparan	144
14. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Rambutan 12 Jam Paparan	146
15. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida Sediaan Tepung daun Rambutan 24 Jam Paparan	148
16. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida saponin 12 Jam Paparan	150
17. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida saponin 24 Jam Paparan	152
18. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida sintetis 12 Jam Paparan	154
19. Analisis Probit LC 50 & LC 90 Moluskisida sintetis 24 Jam Paparan	156
20. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia Konsentrasi 0,25 gr/L	158
21. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia Konsentrasi 0,50 gr/L	160

22. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia Konsentrasi 0,75 gr/L	162
23. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia Konsentrasi 1,00 gr/L	164
24. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Agave angustifolia Konsentrasi 1,25 gr/L	166
25. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete Konsentrasi 0,25 gr/L	168
26. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete Konsentrasi 0,50 gr/L	170
27. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete Konsentrasi 0,75 gr/L	172
28. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete Konsentrasi 1,00 gr/L	174
29. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Jambu Mete Konsentrasi 1,25 gr/L	176
30. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Rambutan Konsentrasi 0,25 gr/L	178
31. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Rambutan Konsentrasi 0,50 gr/L	180
32. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Rambutan Konsentrasi 0,75 gr/L	182
33. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Rambutan Konsentrasi 1,00 gr/L	184
34. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sediaan Tepung Daun Rambutan Konsentrasi 1,25 gr/L	186
35. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Saponin Konsentrasi 0,25gr/L	188
36. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Saponin Konsentrasi 0,50gr/L	190
37. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Saponin Konsentrasi 0,75gr/L	192
38. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Saponin Konsentrasi 1,00gr/L	194
39. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Saponin Konsentrasi 1,25gr/L	196
40. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sintetis Konsentrasi 0,25gr/L	198
41. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sintetis Konsentrasi 0,50gr/L	200
42. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sintetis Konsentrasi 0,75gr/L	202
43. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sintetis Konsentrasi 1,00gr/L	203
44. Analisis Probit LT 50 & LT 90 Moluskisida Sintetis Konsentrasi 1,25gr/L	206
45. Bukti Publikasi Jurnal	208
46. Cromatogram dan spektrum massa Daun Rambutan	209

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Keong mas (*Pomaceae canaliculata* L.) merupakan salah satu spesies invasif dan menjadi hama utama pada tanaman padi (Buddie et al., 2021a; Carlsson et al., 2004; Ichinose et al., 2002; Ituarte et al., 2019; Martín et al., 2019; Schneiker et al., 2016; Yusa et al., 2006). Bahkan hama ini merupakan spesies hama terburuk pada tanaman padi yang menyerang tanaman padi muda (Salleh et al., 2012; H. Yang et al., 2016). Serangan Keong Mas merupakan salah satu faktor tidak terjadinya ketahanan pangan (Horgan et al., 2017). Kerusakan padi akibat keong mas telah terjadi di beberapa provinsi di Indonesia (Marwoto et al., 2018) dan beberapa negara di Asia dan di dunia (Buddie et al., 2021b; de Brito & Joshi, 2016; Horgan et al., 2021; Saad et al., 2023; Schneiker et al., 2016; Yin et al., 2022). Di Sulawesi Selatan sendiri pada musim tanam utama (rendeng) akhir tahun 2021 pada beberapa kabupaten serangan keong mas masih sangat tinggi. Keong mas sulit dikendalikan meskipun sudah diaplikasi pestisida karena memiliki kemampuan adaptasi tinggi pada berbagai habitat, tahan terhadap kelaparan selama 5 bulan, mampu bertahan dalam tanah pada musim kemarau, memiliki kemampuan berkembangbiak yang pesat yang dapat menghasilkan telur sampai 8.700 butir per musim kawin (Isnainingsih et al., 2011; Yusa et al., 2006).

Kerugian tahunan yang diakibatkan oleh serangan keong mas di berbagai negara diluar Asia Tenggara diperkirakan \$33,5 Milyar. Sedangkan di negara-negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Brunei, Kamboja, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Singapura, Thailand dan Vietnam kerugian ditaksir \$1,47 Milyar per tahun, namun tidak termasuk kerusakan lingkungan (de Brito & Joshi, 2016). Serangan keong mas mengakibatkan petani harus menanam ulang pada daerah dengan populasi keong mas yang tinggi sehingga biaya produksi meningkat (Sin, 2003). Sampai saat ini, diasumsikan tidak ada varietas padi yang tahan terhadap serangan hama keong mas (Rusli et al., 2018). Berbagai rakitan teknologi ramah lingkungan sebagai bentuk pengendalian hama terpadu (PHT) keong mas belum menjadi pilihan utama petani karena dirasakan kurang praktis (Schneiker et al., 2016). Sulitnya pengendalian keong mas ini membuat petani dominan menggunakan pestisida sintesis (Shen et al., 2018) meskipun berbahaya bagi lingkungan. Moluskisida sintesis yang paling umum digunakan adalah niklosamida dan metaldehyde (Huang et al., 2003) yang dinilai efektif dalam mengendalikan keong mas. Namun, bahan kimia ini digunakan secara sewenang-wenang sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang berlebihan dan sangat beracun bagi organisme non-target (Latip et al., 2017).

Oleh karena itu, perlu dicari teknologi yang dapat menekan perkembangan hama keong mas yang ramah lingkungan, hemat biaya, efektif mengendalikan hama dan aman bagi lingkungan sebagai moluskisida nabati. Moluskisida nabati adalah pestisida dari formulasi bahan alami tanaman untuk mengendalikan moluska, yang

bahan dasarnya dari bagian tumbuh-tumbuhan, seperti akar, daun, batang atau buahnya. Bahan alami bioaktif tanaman dapat dijadikan teknologi pengendali hama, karena memiliki bioaktivitas terhadap hama seperti bahan penarik atau attractant, penolak atau repellent (Sjam et al., 2011), dan penghambat makan atau antifeedant serta sebagai racun kontak atau racun lambung (Isman, 2017).

Penelitian terkait pestisida nabati pengendali keong mas yang telah dilakukan seperti tanaman Mimba, bisa menjadi alternative untuk pengendali keong mas, karena mengandung senyawa metabolit sekunder Azadirachtin yang berfungsi sebagai pestisida (Kamarulzaman et al., 2018). Ekstrak biji mimba dapat digunakan sebagai pestisida nabati pengendali hama tanaman padi (Abdullah et al., 2015) dan bisa menjadi pengendali keong mas (Massaguni & Latip, 2011). Senyawa Pedunsaponin A yang diisolasi pada tanaman *Pueraria peduncularis* menyebabkan toksisitas yang tinggi terhadap keong mas (C. Yang et al., 2022; C. P. Yang et al., 2017). Ekstrak *Salidago Canadensis* L. dengan metode bioassay imersi menunjukkan aktivitas moluskisida yang kuat (Shen et al., 2018). Sapindus mukorossi efektif digunakan sebagai pengendali keong mas (Aziz et al., 2021; Huang et al., 2003). Akan tetapi karena sulit ditemukan atau jumlahnya terbatas dan sulit diaplikasikan oleh petani maka petani lebih memilih bahan kimia atau pestisida sintetis.

Terdapat banyak tanaman yang mengandung bioaktif yang potensial untuk diformulasi menjadi moluskisida nabati karena memungkinkan dapat bersifat racun lambung bagi keong mas. Tanaman Rambutan (*Nephelium lappaceum*) memiliki kandungan alkaloid, saponin dan anti bakteri (Sujono et al., 2023; Tsong et al., 2021). Sapindus mukorossi efektif mengendalikan keong mas (Huang et al., 2003), tanaman ini satu family dengan tanaman rambutan, sehingga dapat diduga bahwa tanaman rambutan juga dapat menjadi pestisida nabati pengendali keong mas. Ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) mengandung saponin, terpenoid, tanin, alkaloid dan flavonoid (Syamsunarno et al., 2019). Ekstrak daun *Syzygium cumini* banyak mengandung senyawa fenolik, saponin, dan steroid dan juga bersifat antibakteri (Puspitasari & Dira, 2022). Daun Jambu mete memiliki kandungan flavonoid, tanin dan steroid (Sassi et al., 2022), *Agave angustifolia* mengandung alkaloid yang tinggi, flavonoid dan tanin (Pereira et al., 2017), Daun pala mengandung Tanin, alkaloid, flavonoid, steroid, dan kuinon (Ha et al., 2020). Telah dilakukan percobaan pendahuluan terhadap 25 jenis daun tanaman yang ketersediannya banyak dan mudah didapatkan oleh petani dan potensial mengandung metabolit sekunder yang diduga dapat bersifat toksik pada keong mas. Jati Putih (*Gmelina arborea*), Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*), *Agave angustifolia*, Jarak Pagar (*Jatropha curcas*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Maja (*Crescentia cujete*), Rambutan (*Nephelium lappaceum*), Tebu (*Saccharum officinarum* Linn), Trembesi (*Samanea saman*), Coppeng (*Syzygium cumini*), Sirsak (*Annona muricata*), Tahi Ayam (*Lantana Camara*), Mangga (*Mangifera indica*), Jambu Biji (*Psidium guajava* L.), Bintaro (*Cerbera manghas*), Buni (*Antidesma bunius*), Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Mengkudu (*Morinda citrifolia*), Daun Merdeka (*Chromolaena odorata*), Kangkung Hutan (*Ipomoea carnea*), Matoa

(*Pometia pinnata*), Jambu Mete (*Anacardium occidentale*), Manggis (*Garcinia mangostana*), Biduri (*Calotropis gigantea*), Pala (*Myristica fragrans*). Sebanyak 50 gr masing – masing daun segar tanaman diformulasi dalam bentuk dihaluskan dengan digerus tanpa air dan menggunakan homogenizer/ Herb grinder selama 5 menit yang ditambahkan air 1:2 (Dougoud et al., 2019) yang dimodifikasi. Daun tanaman yang sudah dihaluskan masing – masing di aplikasikan dengan konsentrasi 1 gr/l, 2 gr/l, 3 gr/l, 4 gr/l, dan 5 gr/l untuk uji toksisitas pada keong mas.

Dari percobaan pendahuluan tersebut terdapat beberapa jenis daun dalam bentuk sediaan daun segar gerus maupun homogenizer yang menyebabkan penurunan daya makan dan menyebabkan mortalitas pada keong mas. Tanaman yang menyebabkan mortalitas tinggi pada keong mas dan nilai Lethal Concentration 90% (LC90) dalam waktu 36 jam berdasarkan analisis regresi adalah daun rambutan (LC90: 3,08 gr/L), daun agave (LC90: 4,73 gr/L), daun jambu mete (LC90: 3,78 gr/L), daun pala (LC90: 6,61 gr/L), daun jambu biji (LC90: 185,62 gr/L), dan daun jamblang (LC90: 28,67 gr/L). Melihat potensi bahan aktif dan kemampuan berbagai tanaman tersebut dalam mematikan keong mas, dan ketersediannya yang banyak dan mudah didapatkan oleh petani, dan berdasarkan pertimbangan nilai LC90, maka dipilih tiga jenis daun tanaman untuk penelitian lebih lanjut yaitu daun rambutan, daun agave angustifolia, dan daun jambu mete sebagai moluskisida nabati terhadap hama keong mas. Dengan diketahuinya formulasi jenis tanaman yang memiliki efikasi moluskisida tinggi terhadap mortalitas keong mas, dan ketersediannya banyak serta mudah didapatkan oleh petani maka akan dihasilkan alternatif teknologi pengendali hama keong mas pada tanaman padi yang berwawasan lingkungan yang dapat mendukung strategi pangan nasional.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efikasi moluskisida sediaan tepung daun dari agave angustifolia, jambu mete dan rambutan terhadap mortalitas hama keong mas?
2. Bagaimana moluskisida efikasi sediaan ekstrak Etanol dari daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan terhadap mortalitas hama keong mas dan jenis senyawa apa yang menyebabkan mortalitas pada keong mas?
3. Bagaimana efikasi kombinasi moluskisida tepung daun dari daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan terhadap mortalitas hama keong mas?
4. Bagaimana efikasi moluskisida formulasi pellet daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan yang diaplikasikan di lapangan sebagai pengendali hama keong mas pada tanaman padi?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mengkaji efikasi moluskisida sediaan tepung daun dari agave angustifolia, jambu mete dan rambutan terhadap mortalitas hama keong mas.
2. Mengkaji efikasi moluskisida sediaan ekstrak etanol dari daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan terhadap mortalitas hama keong mas serta menganalisis jenis senyawa pada daun yang dapat menyebabkan mortalitas pada keong mas.
3. Mengkaji efikasi moluskisida kombinasi tepung daun dari daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan terhadap mortalitas hama keong mas.
4. Mengkaji efikasi moluskisida formulasi pellet daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan yang diaplikasikan di lapangan sebagai pengendali hama keong mas pada tanaman padi.

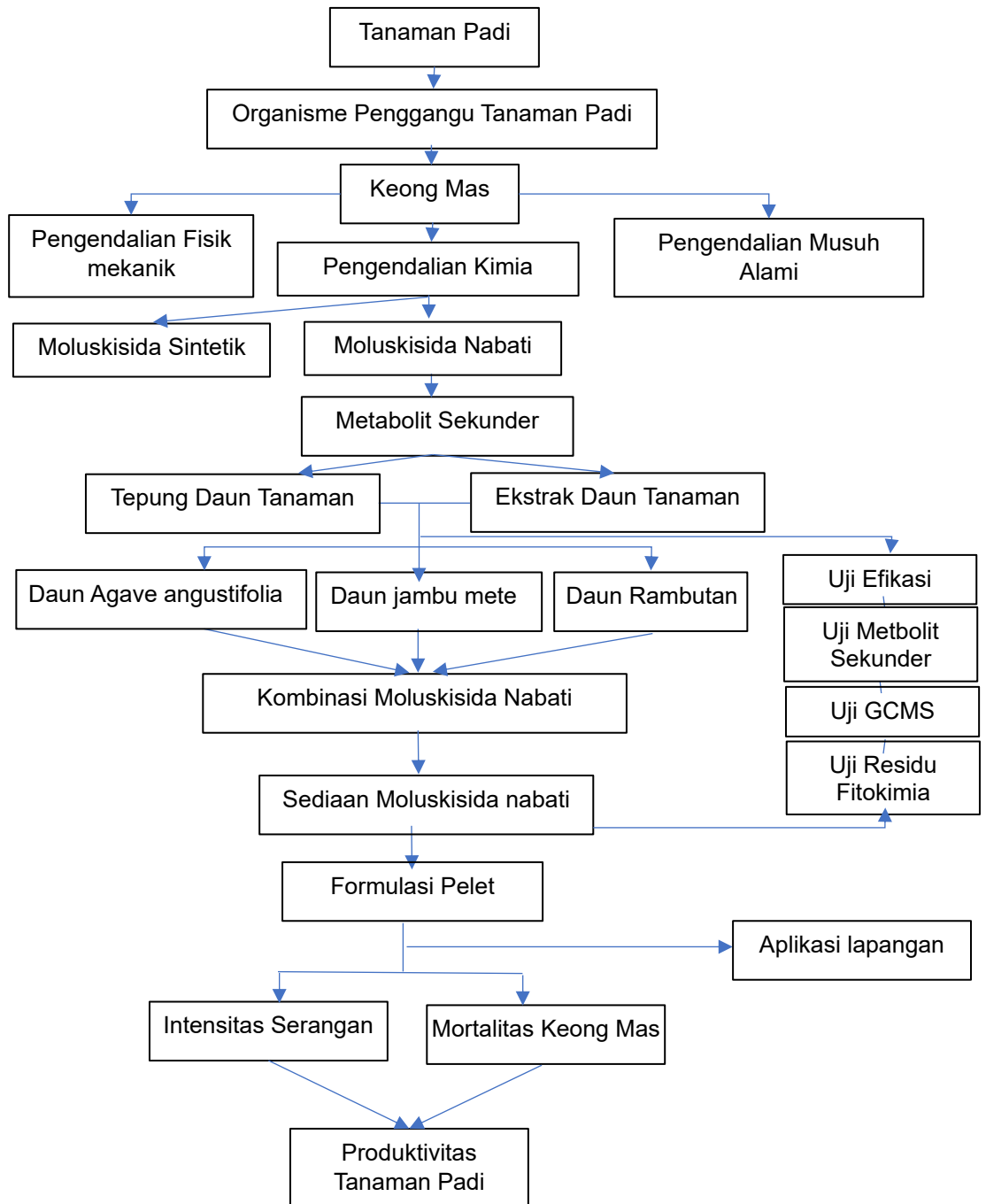
1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini menjadi dasar untuk menghasilkan teknologi pengendalian hama keong mas yang ramah lingkungan berupa formulasi moluskisida nabati yang efektif mengendalikan hama keong mas. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan berfikir dan khasanah ilmu pengendalian hama tanaman. Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi teknologi alternatif bagi petani dalam mengendalikan hama keong mas.

1.5. Kebaruan Penelitian

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini adalah diperolehnya formulasi moluskisida dari bahan alami tanaman yaitu daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan untuk pengendalian hama keong mas. Jenis tanaman tersebut, selama ini belum dimanfaatkan untuk pengendalian hama tanaman khususnya pengendalian hama keong mas pada tanaman padi. Penelitian ini menemukan kombinasi moluskisida yang meningkatkan toksisitas. Penelitian ini juga menemukan jenis senyawa pada tanaman agave angustifolia, jambu mete dan rambutan yang bersifat toksik dan dapat menyebabkan mortalitas pada hama keong mas. Senyawa fitokimia toksik dari ekstrak etanol daun rambutan adalah n-Hexadecanoic acid ($C_{16}H_{32}O_2$), Phytol ($C_{20}H_{40}O$), Linoleic Acid ($C_{18}H_{32}O_2$), Octadecanoic acid ($C_{18}H_{36}O_2$) dan Docosaehaenoic acid methyl ester ($C_{23}H_{34}O_2$). Senyawa fitokimia toksik ekstrak etanol daun agave angustifolia adalah Hexadecanoic acid, methyl ester ($C_{17}H_{34}O_2$), n-Hexadecanoic acid ($C_{16}H_{32}O_2$), Octadecanoic acid ($C_{18}H_{36}O_2$), Squalene ($C_{30}H_{50}$). Senyawa fitokimia toksik ekstrak etanol daun jambu mete adalah 2-Methoxy-4-vinylphenol ($C_9H_{10}O_2$), Hexadecanoic acid, methyl ester ($C_{17}H_{34}O_2$), n-Hexadecanoic acid ($C_{16}H_{32}O_2$), Phytol ($C_{20}H_{40}O$), Octadecanoic Acid ($C_{18}H_{36}O_2$).

1.6. Kerangka Pikir Penelitian



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T., Gassa, A., Nur, S., Ngatimin, A., Agus, N., & Fattah, A. (2015). *Impact Of Different Time Planting In Soybeans And Neem Seed Extract Application To Insect Population On Rice Field*. 4(10).
- Aziz, N. A., Abdullah, N. S., Harun, A., & Alias, S. A. M. (2021). The molluscicidal effect of the stem extracts of *tinospora crispa* in controlling the golden apple snail *pomacea canaliculata*. *Jurnal Teknologi*, 83(6), 35–40. <https://doi.org/10.11113/JURNALTEKNOLOGI.V83.16779>
- Buddie, A. G., Rwomushana, I., Offord, L. C., Kibet, S., Makale, F., Djeddour, D., Cafu, G., Vincent, K. K., Muvea, A. M., Chacha, D., & Day, R. K. (2021a). First report of the invasive snail *Pomacea canaliculata* in Kenya. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00032-z>
- Buddie, A. G., Rwomushana, I., Offord, L. C., Kibet, S., Makale, F., Djeddour, D., Cafu, G., Vincent, K. K., Muvea, A. M., Chacha, D., & Day, R. K. (2021b). First report of the invasive snail *Pomacea canaliculata* in Kenya. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00032-z>
- Carlsson, N. O. L., Brönmark, C., & Hansson, L. A. (2004). Invading herbivory: The golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology*, 85(6). <https://doi.org/10.1890/03-3146>
- de Brito, F. C., & Joshi, R. C. (2016). The golden apple snail *pomacea canaliculata*: A review on invasion, dispersion and control. In *Outlooks on Pest Management* (Vol. 27, Issue 4, pp. 157–163). Research Information Ltd. https://doi.org/10.1564/v27_aug_03
- Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., & Jenner, W. H. (2019). Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 39, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0583-1>
- Ha, M. T., Vu, N. K., Tran, T. H., Kim, J. A., Woo, M. H., & Min, B. S. (2020). Phytochemical and pharmacological properties of *Myristica fragrans* Houtt.: an updated review. In *Archives of Pharmacal Research* (Vol. 43, Issue 11). <https://doi.org/10.1007/s12272-020-01285-4>
- Horgan, F. G., Nogues Palenzuela, A., Stuart, A. M., Naredo, A. I., Ramal, A. F., Bernal, C. C., & Almazan, M. L. P. (2017). Effects of silicon soil amendments and nitrogen fertilizer on apple snail (*Ampullariidae*) damage to rice seedlings. *Crop Protection*, 91, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.006>
- Horgan, F. G., Zhu, Q., Portalanza, D. E., & Felix, M. I. (2021). Costs to Ecuador's rice sector during the first decade of an apple snail invasion and policy recommendations for regions at risk. *Crop Protection*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105746>
- Huang, H. C., Liao, S. C., Chang, F. R., Kuo, Y. H., & Wu, Y. C. (2003). Molluscicidal saponins from *Sapindus mukorossi*, inhibitory agents of golden apple snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17),

- 4916–4919. <https://doi.org/10.1021/jf0301910>
- Ichinose, K., Tochihara, M., Wada, T., Suguiura, N., & Yusa, Y. (2002). Influence of common carp on apple snail in a rice field evaluated by a predator - Prey logistic model. *International Journal of Pest Management*, 48(2), 133–138. <https://doi.org/10.1080/09670870110100703>
- Isman, M. B. (2017). Botanical Insecticides and Antifeedants: New Sources and Perspectives. *Pesticide Research Journal*, 12(4).
- Isnainingsih, Nur Rohmatin, BidangZoologi, & Marwoto, R. M. (2011). KEONG HAMA Pomacea DI INDONESIA: KARAKTER MORFOLOGI DAN SEBARANNYA(MOLLUSCA, GASTROPODA: AMPULLARIIDAE)1 [Snail Pest of Pomacea in Indonesia: Morphology and Its Distribution (Mollusca, Gastropoda: Ampullariidae). *Berita Biologi*, 10(KEONG HAMA Pomacea), 441–447.
- Ituarte, S., Brola, T. R., Dreon, M. S., Sun, J., Qiu, J. W., & Heras, H. (2019). Non-digestible proteins and protease inhibitors: Implications for defense of the colored eggs of the freshwater apple snail pomacea canaliculata. *Canadian Journal of Zoology*, 97(6), 558–566. <https://doi.org/10.1139/cjz-2018-0210>
- Kamarulzaman, P. S. D., Yusup, S., Osman, N., Ramli@Yusof, N. H., Kueh, B. W. Bin, & Talib, R. (2018). Effectiveness of neem based biopesticide to enhance rice (*Oryza sativa*) productivity. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 7(December 2017), 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2017.12.001>
- Latip, S. N. H. M., Nawi, F. W. M., & Mansur, S. H. P. (2017). Potential of selected indigenous plant extracts as botanical pesticides for controlling golden apple snail, pomacea Canaliculata. In *Snails: Biodiversity, Biology and Behavioral Insights* (pp. 95–116). Nova Science Publishers, Inc.
- Martín, P. R., Burela, S., Seuffert, M. E., Tamburi, N. E., & Saveanu, L. (2019). Invasive Pomacea snails: Actual and potential environmental impacts and their underlying mechanisms. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 14. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914042>
- Marwoto, R. M., Isnainingsih, R. N., & Joshi, R. C. (2018). fentin. *Agriculture for Development*, 35(January 2017).
- Massaguni, R., & Latip, S. N. H. M. (2011). Neem crude extract as biomolluscicide for sustainable control of golden apple snail, pomacea canaliculata. *3rd ISESEE 2011 - International Symposium and Exhibition in Sustainable Energy and Environment*. <https://doi.org/10.1109/ISESEE.2011.5977097>
- Pereira, G. M., Ribeiro, M. G., da Silva, B. P., & Parente, J. P. (2017). Structural characterization of a new steroidal saponin from *Agave angustifolia* var. *Marginata* and a preliminary investigation of its in vivo antiulcerogenic activity and in vitro membrane permeability property. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 27(18). <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.08.026>
- Puspitasari, L., & Dira, M. A. (2022). Phytochemical screening and antidiabetic

- activities test of ethanol extract from *Syzygium cumini* L. seeds in male Wistar rats induced by alloxan. *Pharmacy Education*, 22(2). <https://doi.org/10.46542/pe.2022.222.165168>
- Rusli, R., Gani, S., & Hutasoit, R. T. (2018). Preferensi Dan Tingkat Serangan Keong Mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck) Terhadap Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* Linnaeus). *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(1).
- Saad, N. M., Teo, C. H., Rahman, Z. A., & Zainal, Z. (2023). Constitutive Expression of Cyclotide Kalata B1 Gene in Transgenic Rice Conferring Resistance to Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*). *Malaysian Applied Biology*, 52(3), 59–72. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v52i3.2670>
- Salleh, N. H. M., Arbain, D., Daud, M. Z. M., Pilus, N., & Nawi, R. (2012). Distribution and Management of *Pomacea Canaliculata* in the Northern Region of Malaysia: Mini Review. *APCBEE Procedia*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.024>
- Sassi, A., Normah, H., Khattak, M. M. A. K., & Hanapi, M. J. (2022). Analysis of phenolic profile, total phenolic content and antioxidant activity in *Anacardium occidentale* leaves. *Food Research*, 6(1), 20–26. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(1\).105](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(1).105)
- Schneiker, J., Weisser, W. W., Settele, J., Nguyen, V. S., Bustamante, J. V., Marquez, L., Villareal, S., Arida, G., Chien, H. Van, Heong, K. L., & Türke, M. (2016). Is there hope for sustainable management of golden apple snails, a major invasive pest in irrigated rice? *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 79, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.07.001>
- Shen, X., Wang, Z., Liu, L., & Zou, Z. (2018). Molluscicidal activity of *Solidago canadensis* L. extracts on the snail *Pomacea canaliculata* Lam. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.06.009>
- Sin, T. S. (2003). Damage potential of the golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck) in irrigated rice and its control by cultural approaches. *International Journal of Pest Management*, 49(1). <https://doi.org/10.1080/713867835>
- Sjam, S. S., Untung, Rosmana, a D. E., & Thamrin, D. a N. S. (2011). Review Article : Teknologi Pengendalian Hama dalam Sistem Budidaya Sayuran Organik. *Fitomedika*, 7(3), 142–144.
- Sujono, T. A., Kamilia, D., & Kinasih, A. S. (2023). Immune-Enhancing Effect of Ethanol Extract of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Fruit Peel on phagocytosis index, Paw Edema Formation, and Antibody Titer in Mice. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(9), 4038–4042. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i9.28>
- Syamsunarno, M. B., Syukur, A., & Munandar, A. (2019). PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.) PADA TRANSPORTASI LOBSTER AIR TAWAR (*Procambarus clarkii*) DENGAN SISTEM KERING. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(2), 927. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v8i1.p927-938>

- Tsong, J. L., Goh, L. P. W., Gansau, J. A., & How, S. E. (2021). Review of nephelium lappaceum and nephelium ramboutan-ake: A high potential supplement. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 22). <https://doi.org/10.3390/molecules26227005>
- Yang, C. P., Zhang, M., Lei, B., Gong, G. S., Yue, G. Z., Chang, X. L., Sun, X. F., Tian, Y., & Chen, H. B. (2017). Active saponins from root of *Pueraria peduncularis* (Grah. ex Benth.) Benth. and their molluscicidal effects on *Pomacea canaliculata*. *Pest Management Science*, 73(6). <https://doi.org/10.1002/ps.4432>
- Yang, C., Zhou, Y., Wu, C., Yan, X., Cheng, P., Luo, L., Qiu, X., Zhang, M., Qin, G., Zhang, Y., & Chen, H. (2022). Study on the Synergistic Molluscicidal Effect of Pedunsaponin A and Niclosamide. *Molecules*, 27(21). <https://doi.org/10.3390/molecules27217623>
- Yang, H., Zhang, J. E., Deng, Z., Luo, H., Guo, J., He, S., Luo, M., & Zhao, B. (2016). The complete mitochondrial genome of the golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 1(1). <https://doi.org/10.1080/23802359.2015.1137816>
- Yin, Y., He, Q., Pan, X., Liu, Q., Wu, Y., & Li, X. (2022). Predicting Current Potential Distribution and the Range Dynamics of *Pomacea canaliculata* in China under Global Climate Change. *Biology*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/biology11010110>
- Yusa, Y., Sugiura, N., & Wada, T. (2006). Predatory potential of freshwater animals on an invasive agricultural pest, the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae), in Southern Japan. *Biological Invasions*, 8(2). <https://doi.org/10.1007/s10530-004-1790-4>

BAB II
EFIKASI MOLUSKISIDA TEPUNG DAUN AGAVE ANGUSTIFOLIA,
JAMBU METE DAN RAMBUTAN TERHADAP MORTALITAS
HAMA KEONG MAS *Pomacea canaliculata*
(GASTROPODA: AMPULLARIIDAE)

ABSTRAK

Latar belakang. Keong mas adalah salah satu hama utama tanaman padi. Keong mas merupakan hama invasive yang sulit dikendalikan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan mengkaji efikasi daun *Agave Angustifolia*, Jambu Mete dan daun rambutan dalam bentuk sediaan tepung daun sebagai moluskisida keong mas. **Metode:** Penelitian dibagi dalam tiga tahap, yakni: 1). Persiapan keong mas yaitu menggunakan keong mas stadia dewasa diameter 2-3 cm yang diambil dari persawahan. 2). Persiapan tepung daun dengan mengeringkan daun menggunakan *food dehydrator* dan pembuatan tepung daun 100 mesh menggunakan mesin grinder. 3). Bioessay sediaan tepung daun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan faktor pertama adalah jenis moluskisida dan factor kedua adalah konsentrasi. Analisis data dilakukan dengan analisis sidik ragam, uji lanjut, dan analisis probit menggunakan program IBM SPSS Statistik 21 dan Microsoft Excel 2023. **Hasil.** Sediaan tepung daun *agave angustifolia* dan jambu mete dengan konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L, dan 1,25 gr/L menyebabkan mortalitas keong mas 100% pada 24 jam paparan. Sedangkan sediaan tepung daun Rambutan dengan konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L menyebabkan mortalitas 100% pada 36 jam paparan. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa kemampuan mematikan keong mas dari sediaan tepung daun *agave angustifolia* tidak berbeda nyata dengan sediaan tepung daun jambu mete tetapi keduanya berbeda nyata dengan kemampuan mematikan daun rambutan. Hasil analisis probit dalam waktu 24 jam paparan sediaan tepung daun *Agave angustifolia* memiliki LC50: 0,36 gr/L, LC90: 0,46 gr/L dan daun Jambu mete memiliki LC50: 0,32 gr/L, LC90: 0,42 gr/L, sedangkan daun rambutan memiliki LC50: 0,69 gr/L, LC90: 1,37 gr/L. **Kesimpulan.** Sediaan tepung daun dari daun *agave angustifolia* dan daun jambu mete serta daun rambutan efektif sebagai moluskisida karena menyebabkan mortalitas tinggi pada keong mas. Sediaan tepung daun *agave angustifolia* dan daun jambu mete memiliki efikasi yang lebih tinggi sebagai moluskisida keong mas dibandingkan dengan sediaan tepung daun rambutan.

Kata Kunci: Keong Mas; Tepung Daun; Moluskisida; *Agave Angustifolia*, Jambu mete; Rambutan.

2.1. Pendahuluan

Keong mas (*Pomacea canaliculata* L.) merupakan salah satu hama utama pada tanaman padi (Pérez-Méndez et al., 2022; Roonjho et al., 2021; Saad et al., 2023; Yin et al., 2022). Serangan keong mas terhadap tanaman padi terjadi di berbagai negara seperti China, Filipina, India, Brunei, Kamboja, Laos, Malaysia, Myanmar, Amerika Serikat, Brazil, Jepang, Kenya, Thailand, Vietnam, Indonesia dan beberapa negara lainnya (Buddie et al., 2021; de Brito & Joshi, 2016; Horgan et al., 2021; Marwoto et al., 2018; Saad et al., 2023; Yin et al., 2022). Hama ini merupakan spesies paling invasif pada perairan air tawar dan persawahan dan dapat menyebabkan kerusakan parah pada tanaman padi (Gao et al., 2021; Retnowati & Katili, 2021; Roonjho et al., 2021). Keong mas merusak dengan memakan daun dan batang bibit padi muda yang baru ditanam hingga tiga minggu setelah tanam, yang mengakibatkan kematian pada tanaman padi (Buddie et al., 2021; Horgan et al., 2017; Rusli et al., 2023)

Diasumsikan tidak ada varietas padi yang tahan terhadap serangan keong mas (Rusli et al., 2018; Saad et al., 2023). Kerugian tahunan yang disebabkan oleh serangan keong mas di berbagai negara Asia Tenggara dan di luar Asia Tenggara diperkirakan mencapai USD 35 miliar dan tidak termasuk kerusakan lingkungan (de Brito & Joshi, 2016; Rejab et al., 2023). Keong mas mengakibatkan petani harus melakukan penanaman ulang di daerah dengan populasi keong mas yang tinggi sehingga biaya produksi yang dikeluarkan petani menjadi lebih tinggi (Rusli et al., 2023).

Berbagai langkah pengendalian keong mas ramah lingkungan telah dilakukan oleh petani. Pengendalian dengan langsung memungut keong mas dan kelompok telur, dan menggunakan bebek sebagai musuh alami (Rejab et al., 2023). Pengendalian juga dilakukan dengan mengatur ketinggian air, memasang jaring di saluran irigasi di sawah, dan menanam bibit padi tua atau batang yang mengeras (Horgan et al., 2017). Namun, hal itu dinilai kurang praktis oleh petani, dan serangan keong mas terhadap tanaman padi juga masih tinggi. Teknik pengendalian seperti ini membutuhkan lebih banyak tenaga kerja, waktu yang lama, dan biaya yang tinggi (Osman et al., 2021).

Sulitnya pengendalian keong mas membuat petani memilih pestisida sintesis untuk melindungi tanaman padi (Idris et al., 2020; Schneiker et al., 2016). Niclosamide dan metaldehyde adalah moluskisida sintesis yang paling umum digunakan yang efektif mengendalikan keong mas (Joshi et al., 2008; C. Yang et al., 2022). Namun, bahan kimia ini digunakan secara sewenang-wenang, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan dan mematikan organisme non-target (Chiu et al., 2014; Singh et al., 2010) Oleh karena itu, penggunaannya harus dibatasi atau diganti dengan bahan kimia alami tanaman (Bakar et al., 2022; Saad et al., 2023)

Bahan alami tanaman yang telah diteliti sebagai pengendali keong mas seperti tanaman lantana camara (Roonjho et al., 2021), (Roonjho et al., 2021) tanaman *Furcraea* (Rejab et al., 2023), *Pueraria peduncularis* (C. P. Yang et al., 2017), *Phaleria macrocarpa* (Roonjho et al., 2021) dan (C. P. Yang et al., 2017)

(Huang et al.(Roonjho et al., 2021) , 2003) yang dapat menyebabkan kematian pada keong mas. (H. C. Huang et al., 2003). Namun, karena bahan nabati ini sulit ditemukan dan jumlahnya terbatas, maka petani di Indonesia kurang tertarik untuk menggunakannya. Beberapa jenis tanaman berlimpah ketersediaannya dan mengandung metabolit sekunder potensial untuk mengendalikan keong mas. Tanaman *Agave angustifolia var. marginata*, jambu mete (*Anacardium occidentale*), dan rambutan (*Nephelium lappaceum*) mengandung metabolit sekunder seperti saponin, tanin dan flavonoid, alkaloid (Dao et al., 2021; Dougnon et al., 2021; Pereira et al., 2017; Sujono et al., 2023). Genus agave mengandung 28 saponin steroid dan 86 saponin glikosilasi yang menunjukkan aktivitas antijamur, antiinflamasi, sitotoksik, antikanker, dan hemolitik (Bermúdez-Bazán et al., 2021). Ekstrak kulit biji jambu mete mengandung asam anakardat, kardanol, dan kardol yang memiliki efek insektisida (Ferreira de Carvalho et al., 2019). Ekstrak kulit buah rambutan mengandung senyawa aktif hidroksibenzena, asam fenolik, flavonoid, asam lemak, vitamin, arenekarbalehid, dan ftalat dimana senyawa tersebut dilaporkan memiliki aktivitas antikanker, antiinflamasi, antimikroba, dan antioksidan (Monrroy et al., 2020). Tiga jenis tanaman tersebut telah dilakukan percobaan pendahuluan dalam bentuk sediaan segar digerus untuk mengetahui toksisitas terhadap keong mas. Ditemukan bahwa ketiga jenis tanaman tersebut menyebabkan mortalitas terhadap keong mas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi tepung daun dari daun *Agave angustifolia*, daun jambu mete, dan daun rambutan terhadap mortalitas keong mas. Penelitian ini akan menjadi dasar untuk menghasilkan teknologi pengendalian keong mas yang ramah lingkungan berupa formulasi moluskisida nabati yang efektif mengendalikan keong mas dan mudah diadopsi oleh petani. Penelitian ini juga akan berkontribusi pada pengurangan pencemaran lingkungan akibat penggunaan moluskisida sintetis. Belum ada penelitian sebelumnya yang menggunakan ketiga jenis bahan nabati ini untuk mengendalikan keong mas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui kemampuan *Agave angustifolia var. marginata*, daun jambu mete, dan daun rambutan dalam mengendalikan keong mas.

2.2. Metode

2.2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar. Lokasi pengambilan daun tanaman serta keong mas yaitu di Kelurahan Parang luara Kecamatan Polongbangkeng Utara Kabupaten Takalar. Pada daerah ini pertanaman padi banyak diserang oleh hama keong mas. Didaerah ini pula banyak ditemukan tanaman agave angustifolia, jambu mete dan tanaman rambutan. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan Maret – Juli 2022.

2.2.2. Persiapan Keong Mas

Keong mas yang digunakan adalah keong mas stadia dewasa dengan kisaran diameter 2-3 cm . Sebanyak 500 ekor keong mas diambil dari lahan sawah

di lingkungan Jenetallasa Kelurahan Parangluara Kecamatan Polombangkeng Utara Kabupaten Takalar. Keong mas disimpan dalam baskom berisi air sumur dan diberikan pakan berupa daun gamal. Setiap 24 jam air pada baskom dibuang dan diganti dengan air sumur yang bersih.

2.2.3. Persiapan Moluskisida Tepung Daun

Daun Tanaman yang digunakan adalah daun rambutan, daun agave angustifolia dan daun jambu mete. Daun rambutan dan daun jambu mete yang digunakan adalah daun berwarna hijau tua. Sedangkan daun agave yang digunakan adalah daun yang dekat dengan pangkal batang. Sebanyak 2 kg dari masing – masing jenis daun diambil dan selanjutnya dibersihkan dari debu dengan cara dilap menggunakan kain kering. Selanjutnya dipotong kecil menggunakan cutter atau gunting. Daun yang telah dipotong kecil dikeringkan menggunakan food dehidrator pada suhu 50°C selama 7 jam. Daun yang telah kering selanjutnya ditepungkan menggunakan mesin grinder selama 5 menit. Tepung daun selanjutnya disaring menggunakan saringan 100 mesh (0,15 mm). Masing - masing tepung daun disimpan dalam toples kaca dan dihindarkan dari paparan cahaya matahari.

2.2.4. Bioassay

Percobaan dilakukan dengan rancangan acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama adalah jenis tepung daun moluscisida tanaman yang terdiri dari tepung daun agave angustifolia, tepung daun jambu mete, tepung daun rambutan, saponin dan moluskisida sintetis berbahan aktif fentin 60% . Sedangkan Faktor kedua adalah konsentrasi moluscisida nabati yang terdiri atas enam konsentrasi yaitu 0,00 gr/L, 0,25 gr/L, 0,50 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L. Sehingga terdapat 30 kombinasi perlakuan. Perlakuan dengan 0,00 gr/L menjadi kontrol penelitian. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 90 satuan percobaan. Satuan percobaan menggunakan toples bening ukuran 3 liter yang diisi air sumur sebanyak 1 liter. Selanjutnya diintroduksi 5 ekor keong mas pada masing-masing toples. Keong mas diaklimatisasi selama 10 menit. Ketika semua keong mas sudah aktif maka diberikan masing - masing 5 lembar daun gamal yang telah dipotong dengan ukuran 2 x 3 cm sebagai makanan. Selanjutnya dilakukan aplikasi sediaan bubuk daun tanaman sesuai perlakuan. Sediaan Bubuk daun tanaman saat akan diaplikasikan dilarutkan terlebih dahulu menggunakan air sebanyak 5 ml yang diambil dari masing-masing wadah perlakuan. Setelah dilarutkan selanjutnya dimasukkan pada masing-masing perlakuan. Pengamatan dilakukan terhadap aktifitas keong mas, Intensitas serangan pada daun gamal, dan mortalitas keong mas pada 12 , 24, 36, 48, 60 dan 72 jam paparan.

2.2.5. Analisis data

Mortalitas keong mas dihitung menggunakan rumus mortalitas Abbot Formula (Hoekstra, 1987).

$$\text{Mortalitas (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Populasi Setelah Perlakuan}}{\text{Populasi Pada Kontrol}}\right) * 100$$

Perbedaan mortalitas diantara perlakuan dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) pada tingkat signifikansi (alfa) 0,05 menggunakan SPSS. Perbandingan rata-rata dilakukan dengan menggunakan Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada $p < 0,05$. Lethal concentration 50% (LC50) dan Lethal concentration 90% (LC90) serta Lethal Time 50% (LT50) dan dan Lethal Time 90% (LT90) ditentukan dengan Analisis Probit dan analisis regresi menggunakan SPSS dan Ms.Excell.

Sedangkan intensitas serangan terhadap daun gamal yang diberikan pada setiap satuan percobaan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IS = \left\{ \left(\sum n \times v \right) \div \left(Z \times N \right) \right\} \times 100\%$$

Keterangan :

IS = Intensitas serangan (%)

n = Jumlah tanaman atau bagian tanaman pada skala – v

v = nilai skala kerusakan tanaman

N = Jumlah tanaman atau bagian tanaman contoh yang diamati

Z = Nilai skala kerusakan tertinggi.

Nilai skala kerusakan tanaman/ bagian tertentu tanaman adalah sebagai berikut:

0 : jika tidak ada bagian tanaman yang rusak

1 : jika bagian tanaman yang rusak 1-25%

2 : Jika bagian tanaman yang rusak 25-50%

3 : Jika bagian tanaman yang rusak 50 – 75%

4 : Jika bagian tanaman yang rusak > 75%

Dan kriteria / kategori kerusakan hama ditentukan sebagai berikut:

Tidak ada serangan/ kerusakan jika nilai IS = 0%

Serangan / Kerusakan ringan jika nilai IS < 25%

Serangan / Kerusakan sedang jika nilai IS 25%- 50%

Serangan / Kerusakan berat jika nilai IS 50% - 85%

Serangan / Kerusakan sangat berat (Puso) jika nilai IS > 85%

2.3. Hasil

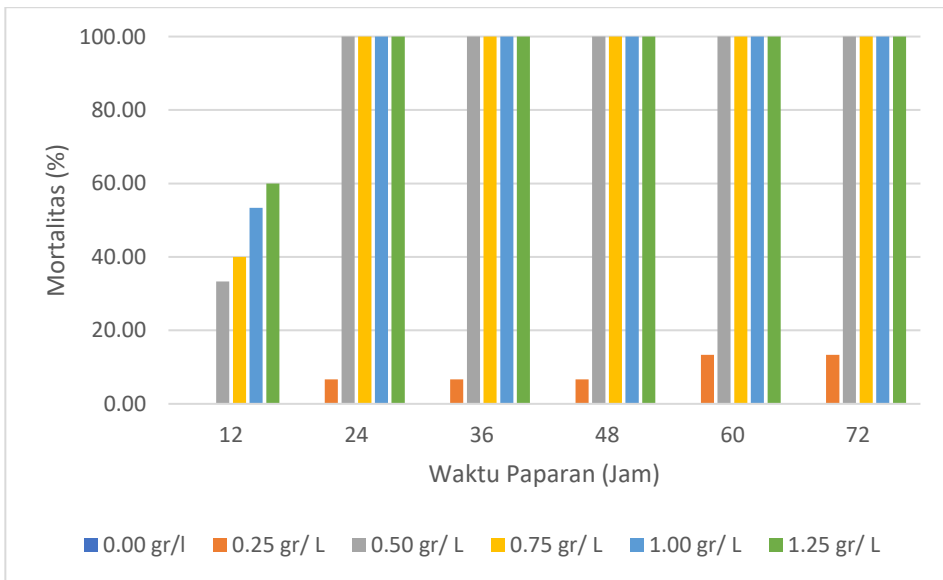
2.3.1. Mortalitas Keong Mas

Moluskisida sediaan tepung daun dari agave angustifolia, jambu mete dan rambutan menunjukkan respon yang berbeda – beda pada keong mas saat pengaplikasian awal. Moluskisida sediaan tepung daun agave angustifolia dan jambu mete pada tingkatan konsentrasi 0,25 gr/L, 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L membuat keong mas menutup operculum sehingga keong mas menjadi tidak aktif. Ketika sebelum dilakukan pengaplikasian moluskisida sediaan tepung, semua keong mas dalam wadah percobaan aktif bergerak dan menempel pada dinding wadah. Tetapi saat dilakukan aplikasi moluskisida sediaan tepung langsung menutup operculum dan keong mas yang menempel pada dinding wadah jatuh ke dasar wadah dalam kondisi terbalik. Pada konsentrasi 0,25 gr/L, respon tersebut terjadi sampai 1 jam setelah aplikasi, dan selanjutnya beberapa keong mas Kembali aktif bergerak tetapi sampai pada 72 jam paparan tidak ada aktifitas makan yang dilakukan keong mas. Sedangkan pada konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L keong mas tidak lagi membuka operculum dan tidak aktif bergerak. Semua keong mas tidak merubah posisi hingga terjadi kematian dengan terbukanya operculum, keong mas mengapung dan keluar busa dari tubuh keong mas. Pada penggunaan tepung daun rambutan pada konsentrasi 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L saat awal pengaplikasian keong mas tidak langsung menutup operculum dan tetap aktif bergerak ataupun menempel pada dinding wadah. Sedangkan pada konsentrasi 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L keong mas menutup operculum dan tidak aktif bergerak ataupun menempel pada dinding wadah. Hal ini terjadi sampai keong mas mengalami mortalitas yang ditunjukkan dengan terbukanya operculum, bagian kaki mengerut, tentakel tidak tegak, dan keluar busa dari mulut keong mas.

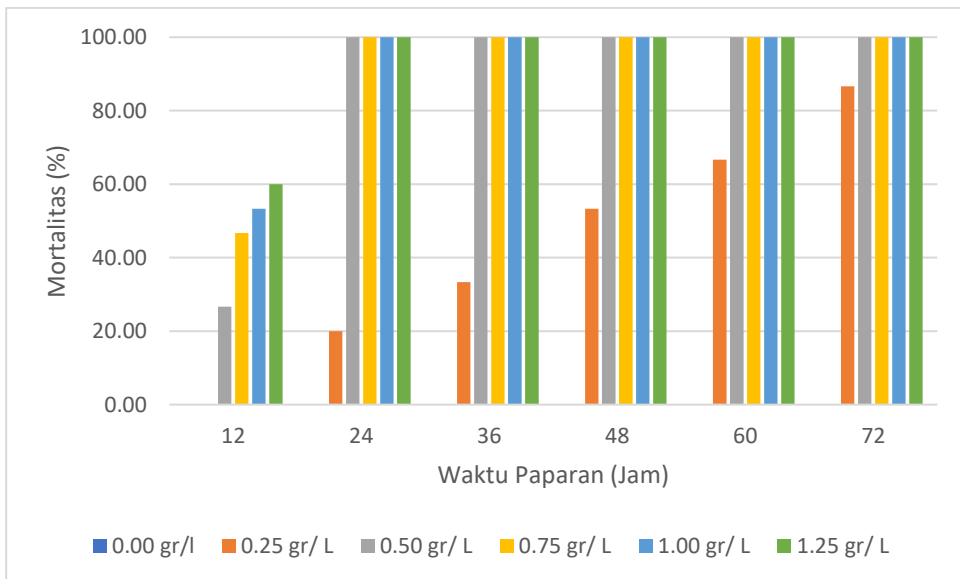


Gambar 1. Gejala mortalitas keong mas a. keong mas mengeluarkan busa, b,c: Operculum membuka dan bagian kaki serta tubuh keong mas mengerut

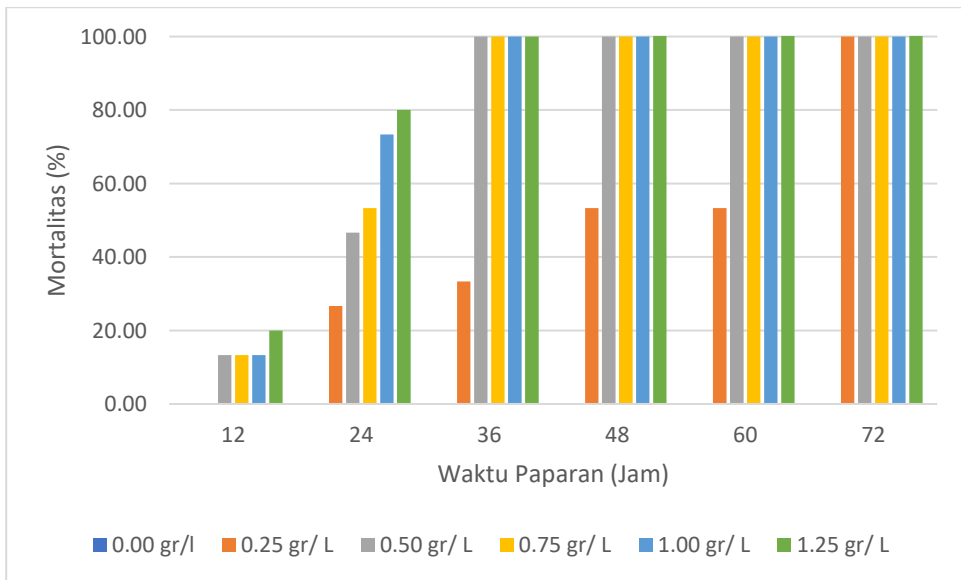
Penggunaan moluskisida sediaan tepung daun dari daun agave angustifolia, daun jambu mete dan daun rambutan dapat menyebabkan mortalitas hingga 100% pada keong mas. Kemampuan mematikan moluskisida sediaan tepung daun terhadap keong mas berbeda – beda berdasarkan jenis daun dan konsentrasinya. Tingkat mortalitas keong mas yang disebabkan oleh penggunaan moluskisida sediaan tepung daun dapat dilihat pada gambar 2-7 berikut.



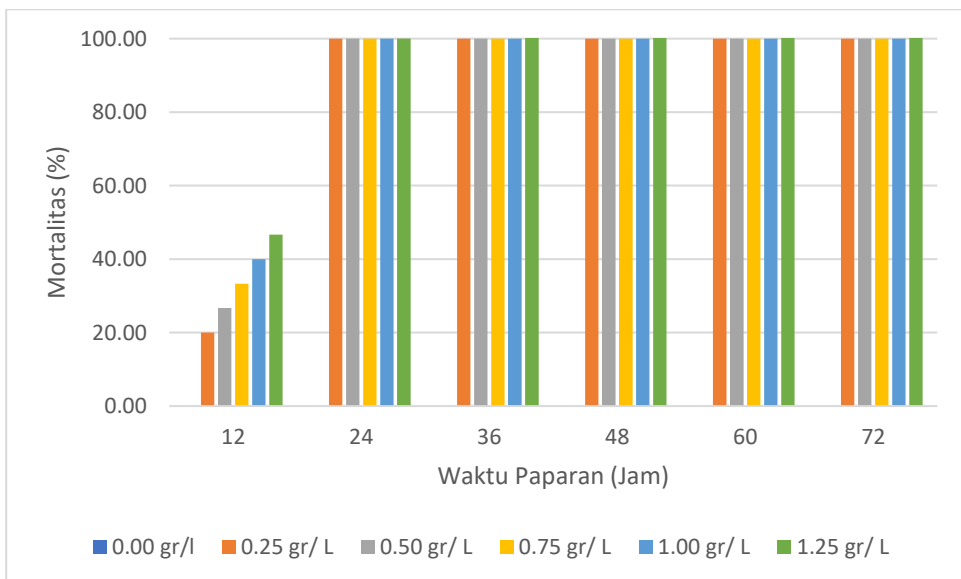
Gambar 2. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun *Agave angustifolia*



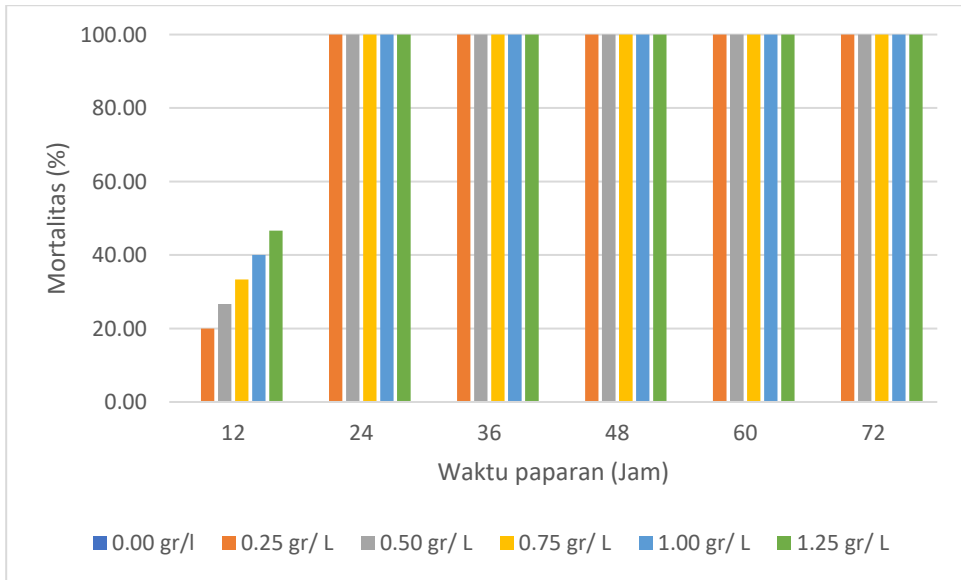
Gambar 3. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun jambu mete (*Anacardium occidentale*)



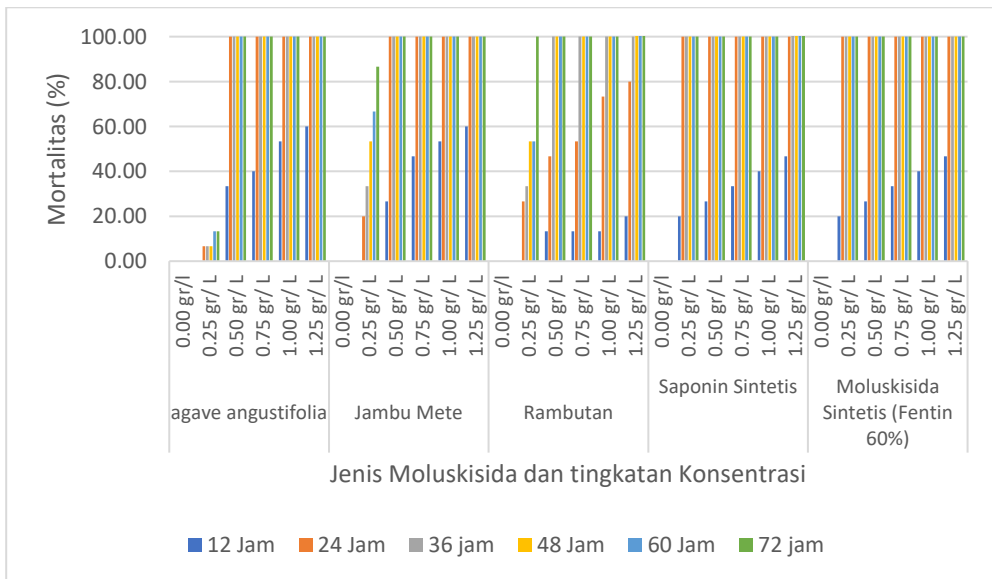
Gambar 4. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sediaan tepung daun rambutan (*Nephelium lappaceum*)



Gambar 5: Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida saponin



Gambar 6. Mortalitas keong mas pada perlakuan moluskisida sintesis bahan aktif fentin asetat 60%



Gambar 7: Mortalitas keong mas pada perlakuan berbagai jenis moluskisida sediaan tepung

Mortalitas keong mas pada konsentrasi 0,25 gr/L sediaan tepung daun Agave angustifolia dan daun jambu mete tidak mencapai 100% sampai pada 72 jam paparan (JP). Sedangkan konsentrasi 0,25 gr/L pada penggunaan sediaan tepung daun rambutan mampu menyebabkan mortalitas 100% pada 72 JP. Pada

penggunaan saponin biji teh dan moluskisida sintetis bahan aktif fentin asetat 60% konsentrasi 0,25 gr/L mampu menyebabkan mortalitas 100% pada 24 JP. Konsentrasi 0,50 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L pada penggunaan sediaan tepung daun agave angustifolia, jambu mete, saponin dan moluskisida sintetis menyebabkan mortalitas 100% pada 24 JP. Sedangkan penggunaan tepung daun Rambutan pada konsentrasi 0,50 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L mortalitas 100% tercapai pada 36 JP. Efikasi moluskisida sediaan tepung daun agave angustifolia dan daun jambu mete lebih baik daripada sediaan tepung daun rambutan.

Tabel 1. Rata-rata mortalitas keong mas pada perlakuan berbagai jenis moluskisida sediaan tepung dengan berbagai tingkatan konsentrasi

Jenis Moluskisida	Perlakuan Konsentrasi (gr/L)	Rata - Rata Mortalitas (%) + SE	
		12 Jam	24 Jam
Kontrol Agave angustifolia	0,00	0,0±0,00a	0,0±0,00a
	0,25	0,0±0,00a	6,67±6,67ab
	0,50	33,3±6,67bcde	100,0±0,00f
	0,75	40,0±11,55cdef	100,0±0,00f
	1,00	53,3±6,67ef	100,0±0,00f
	1,25	60,0±0,00f	100,0±0,00f
Jambu Mete (<i>Anacardium occidentale</i>)	0,25	0,0±0,00a	20,0±0,00bc
	0,50	26,7±6,67bcd	100,0±0,00f
	0,75	46,7±13,33def	100,0±0,00f
	1,00	53,3±17,64ef	100,0±0,00f
	1,25	60,0±6,67f	100,0±0,00f
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	0,25	0,0±0,00a	26,7±13,33c
	0,50	13,3±6,67ab	46,7±6,67d
	0,75	13,3±6,67ab	53,3±13,33d
	1,00	13,3±13,33ab	73,3±17,64e
	1,25	20,0±0,00abc	80,0±0,00e
Saponin	0,25	20,0±0,00abc	100,0±0,00f
	0,50	26,7±6,67bcd	100,0±0,00f
	0,75	33,3±6,67bcde	100,0±0,00f
	1,00	40,0±0,00cdef	100,0±0,00f
	1,25	46,7±6,67def	100,0±0,00f
Moluskisida Sintesis (fentin asetat 60%)	0,25	20,0±6,67abc	100,0±0,00f
	0,50	26,7±6,67bcd	100,0±0,00f
	0,75	26,7±6,67bcd	100,0±0,00f
	1,00	40,0±0,00cdef	100,0±0,00f
	1,25	46,7±6,67def	100,0±0,00f

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% dengan menggunakan uji Duncan.

Moluskisida sediaan tepung daun *Agave angustifolia* pada 12 jam paparan menunjukkan bahwa konsentrasi 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L tidak berbeda nyata. Konsentrasi 1,25 gr/L hanya berbeda nyata dengan konsentrasi 0,25 gr/L dan konsentrasi 0,5 gr/L. Jika dibandingkan dengan waktu paparan 24 jam, konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L semuanya telah menyebabkan mortalitas 100%. Akan tetapi pada empat tingkatan konsentrasi tersebut tidak ada yang menunjukkan perbedaan yang nyata. Begitupula halnya dengan penggunaan moluskisida tepung daun jambu mete, saponin biji the dan moluskisida sintesis bahan aktif fentin asetat 60%.

Perbedaan tidak nyata jenis moluskisida yaitu antara daun *agave angustifolia*, daun jambu mete, saponin dan moluskisida sintesis. Hal ini menunjukkan bahwa empat jenis moluskisida ini memiliki efikasi yang sama dalam mematikan atau menyebabkan mortalitas pada keong mas. Empat jenis moluskisida tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jenis moluskisida sediaan tepung daun rambutan. Konsentrasi moluskisida sediaan tepung daun dari daun *agave angustifolia* dan daun jambu mete yang memiliki efikasi yang tinggi dalam menyebabkan mortalitas pada keong mas dengan waktu paparan 24 jam adalah 0,50 gr/L. Konsentrasi 0,75 gr/L, 1,00 gr/L, dan 1,25 gr/L mampu menyebabkan mortalitas yang lebih cepat akan tetapi tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan konsentrasi 0,50 gr/L. Sedangkan pada penggunaan moluskisida sediaan tepung daun rambutan, konsentrasi yang memiliki efikasi tinggi dalam menyebabkan mortalitas pada keong mas adalah konsentrasi 1,00 gr/L yang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi daun rambutan 1,25 gr/L.

2.3.2. Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90)

Daya toksisitas moluskisida sediaan tepung daun dari daun *agave angustifolia*, daun jambu mete dan daun rambutan serta saponin dan moluskisida sintesis untuk mematikan 50% dan 90% dari keong mas yang diujikan dapat dilihat pada table 2 dan table 3 berikut.

Tabel 2. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada waktu paparan 12 jam

Jenis Moluskisida	LC50 (gr/L)	LC90 (gr/L)
<i>Agave angustifolia</i>	0,98 (0,69 - 1,25)	1,65 (1,36 - 2,17)
Jambu Mete (<i>Anacardium occidentale</i>)	0,97 (0,65 - 1,29)	1,62 (1,30 - 2,25)
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	1,94	3,13
Saponin	1,21 (0,72 - 1,59)	2,33 (1,87 - 3,51)
Moluskisida Sintesis (fentin asetat 60%)	1,21 (0,72 - 1,59)	2,33 (1,87 - 3,51)

Keterangan: angka dalam kurung menunjukkan batas kepercayaan minimum dan maksimum pada tingkat kepercayaan 95%

Tabel 3. Nilai Lethal Concentration 50% (LC50) dan 90% (LC90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada waktu paparan 24 jam

Jenis Moluskisida	LC 50 (gr/L)	LC 90 (gr/L)
Agave angustifolia	0,36 (0,33 - 0,38)	0,46 (0,43 - 0,51)
Jambu Mete (<i>Anacardium occidentale</i>)	0,32 (0,29 - 0,34)	0,42 (0,40 - 0,45)
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	0,69 (0,10 - 1,01)	1,37 (1,05 - 1,92)
Saponin	0,15 (0,09 - 0,22)	0,31 (0,23 - 0,46)
Moluskisida Sintetis (fentin asetat 60%)	0,15 (0,09 - 0,22)	0,31 (0,23 - 0,46)

Keterangan: angka dalam kurung menunjukkan batas kepercayaan minimum dan maksimum pada tingkat kepercayaan 95%

Daya toksisitas yang didapatkan dari analisis probit menunjukkan bahwa pada waktu paparan 12 jam jenis moluskisida jambu mete memiliki LC50 dan LC90 yang terendah yaitu LC50 0,97 gr/L dan LC90 1,62 gr/L. Hal ini menunjukkan bahwa dalam waktu 12 jam paparan moluskisida sediaan tepung daun jambu mete mampu mematikan 50% keong mas dengan konsentrasi 0,97 gr/L dan mampu mematikan 90% keong mas dengan konsentrasi 1,62 gr/L. Nilai LC50 dan LC90 sediaan tepung daun agave angustifolia tidak berbeda jauh yaitu LC50 0,98 gr/L dan LC90 1,65 gr/L. Jika dibandingkan dengan jenis moluskisida tepung daun rambutan, saponin dan moluskisida sintetis, moluskisida tepung daun jambu mete dan daun agave angustifolia memiliki daya toksistas yang lebih baik dalam waktu paparan 12 jam.

Sedangkan pada waktu paparan 24 jam, nilai LC50 dan LC90 saponin dan moluskisida sintetis adalah yang terendah dan memiliki nilai yang sama yaitu LC50 0,15 gr/L dan LC90 0,31 gr/L. Jenis moluskisida sediaan tepung daun yang memiliki daya toksisitas yang baik adalah moluskisida tepung daun jambu mete. Nilai LC50 moluskisida tepung daun jambu mete adalah 0,32 gr/L dan nilai LC90 0,42 gr/L. Moluskisida sediaan tepung daun agave tidak berbeda jauh dengan moluskisida sediaan tepung daun jambu mete yaitu LC50 0,36 dan LC90 0,46. Sedangkan LC90 dari moluskisida sediaan tepung daun rambutan yaitu LC90 1,37 gr/L atau tiga kali lipat lebih tinggi dari moluskisida tepung daun jambu mete dan daun agave angustifolia.

2.3.3. Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90)

Daya toksisitas moluskisida sediaan tepung daun diukur juga berdasarkan waktu tercepat mematikan 50% dan 90% pada setiap tingkatan konsentrasi. Konsentrasi dan waktu mematikan memiliki nilai berbanding terbalik. Semakin tinggi konsentrasi semakin rendah waktu yang dibutuhkan untuk mematikan hama keong mas. Nilai LT50 dan LT90 berbagai jenis moluskisida sediaan tepung dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Nilai Lethal Time 50% (LT50) dan 90% (LT90) berbagai jenis moluskisida sediaan tepung daun pada beberapa tingkatan konsentrasi

Jenis moluskisida yang memiliki daya toksistas yang terbaik dilihat dari

Jenis Moluskisida	Konsentrasi	LT 50 (Jam)	LT 90 (Jam)
Agave angustifolia	0,25 gr/L	126,75	197,79
	0,50 gr/L	47,65	74,86
	0,75 gr/L	12,69	16,14
	1,00 gr/L	11,78	15,24
	1,25 gr/L	11,34	14,70
Jambu mete (<i>Anacardium occidentale</i>)	0,25 gr/L	47,65	74,86
	0,50 gr/L	13,67	17,13
	0,75 gr/L	12,23	15,71
	1,00 gr/L	11,78	15,24
	1,25 gr/L	11,34	14,70
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	0,25 gr/L	46,44	73,03
	0,50 gr/L	24,18	37,29
	0,75 gr/L	21,78	31,26
	1,00 gr/L	19,56	27,83
	1,25 gr/L	18,00	26,50
Saponin	0,25 gr/L	14,25	17,70
	0,50 gr/L	13,67	17,13
	0,75 gr/L	13,16	16,62
	1,00 gr/L	12,69	16,14
	1,25 gr/L	12,23	15,71
Moluskisida Sintetis (fentin asetate 60%)	0,25 gr/L	14,25	17,70
	0,50 gr/L	13,67	17,13
	0,75 gr/L	13,16	16,62
	1,00 gr/L	12,69	16,14
	1,25 gr/L	12,23	15,71

waktu mematikan 50% dan 90% adalah moluskisida tepung daun jambu mete dan agave angustifolia. Kedua jenis moluskisida ini memiliki waktu tercepat atau nilai waktu terendah yang sama pada konsentrasi 1,25 gr/L yaitu LT50 11,34 jam dan LT90 14,70 jam. Jika dibandingkan dengan moluskisida tepung daun rambutan, kemampuan mematikan 90% pada konsentrasi 1,25 gr/L membutuhkan waktu 26,50 jam atau selisih waktu dengan moluskisida tepung jambu mete dan agave angustifolia sebesar 11,8 jam. Jika dibandingkan dengan konsentrasi yang sama 1,25 gr/L pada penggunaan moluskisida saponin dan moluskisida sintetis maka moluskisida tepung daun jambu mete dan daun agave angustifolia masih lebih cepat mematikan 90% hama keong mas yaitu selisih waktu 1,01 jam.

2.3.4. Intensitas Serangan

Penggunaan moluskisida sediaan tepung daun agave angustifolia, daun jambu mete, daun rambutan, saponin dan moluskisida sintetis menyebabkan keong mas menutup operculum pada saat setelah dilakukan aplikasi moluskisida. Penutupan operculum tersebut membuat keong mas tidak bisa memakan daun gamal yang disiapkan sebagai pakan. Sehingga tidak ada serangan keong mas pada daun gamal dari awal paparan sampai 72 jam paparan pada semua perlakuan moluskisida dari konsentrasi 0,25 gr/L, 0,5 gr/L, 0,75 gr/L, 1,00 gr/L dan 1,25 gr/L. Intensitas serangan terjadi pada kontrol mencapai 100% pada 12 jam paparan dan meningkat 100% setiap 12 jam berikutnya hingga 72 jam paparan. Daun gamal pada kontrol ditambahkan jumlah yang sama ketika daun gamal yang sebelumnya habis dimakan atau diserang keong mas.

2.4. Pembahasan

Penggunaan moluskisida sediaan tepung dari daun agave angustifolia, jambu mente dan rambutan serta saponin dan moluskisida sintetis menyebabkan keong mas menutup operculum. Hal ini dilakukan oleh keong mas sebagai respon dari adanya bahan aktif yang terkandung dalam moluskisida yang dianggap akan membahayakan keong mas. Penutupan operculum pada keong mas dimungkinkan karena tentakel pendek sebagai kemoreseptor telah mendeteksi dan menerima rangsangan kimia atau telah terjadi paparan bahan aktif pada bagian tubuh keong mas atau bahan aktif terdeteksi setelah adanya pengecapan sehingga kemoreseptor keong mas merespon dengan menutup operculum untuk menghindari terjadinya paparan yang lebih besar. Hewan mengenali dan membedakan isyarat kimia pada lingkungan melalui penciuman atau pengecapan, sehingga memperoleh informasi yang mempengaruhi perilaku mereka dengan tujuan kelangsungan hidup (Yu et al., 2023)

Moluskisida sediaan tepung dari daun agave angustifolia, jambu mete dan rambutan dapat menyebabkan mortalitas terhadap keong mas pada berbagai tingkatan konsentrasi. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis moluskisida nabati tersebut memiliki senyawa toksik terhadap keong mas yang sama fungsinya dengan senyawa yang terkandung pada moluskisida sintetis dan saponin sintetis. Mortalitas keong mas lebih tinggi pada penggunaan moluskisida sintetis dan saponin sintetis dibandingkan pada penggunaan bahan nabati. Hal ini terjadi karena moluskisida sintetis mengandung bahan aktif Fentin sebesar 60%, sedangkan pada saponin sintetis tidak diketahui persentase kandungan saponin karena tidak tercantum pada kemasan produk. Dimungkinkan kandungan saponin cukup tinggi hanya saja tidak dicantumkan pada kemasan produk.

Mortalitas yang terjadi pada keong mas karena penggunaan moluskisida sediaan tepung dari daun agave angustifolia, jambu mente dan rambutan dikarenakan moluskisida nabati tersebut mengandung metabolit sekunder yang bersifat toksik (de Brito & Joshi, 2016). Agave angustifolia mengandung saponin,

flavonoid dan tannin (Pereira et al., 2017), daun jambu mete memiliki kandungan tanin, saponin, dan alkaloid (Dougnon et al., 2021). Sedangkan daun rambutan mengandung saponin, flavonoid dan fenol (Sujono et al., 2023). Senyawa – senyawa yang dapat bersifat sebagai moluskisida adalah saponin, alkaloid, flavonoid dan tannin. Diantara senyawa tersebut saponin dianggap sebagai golongan yang paling penting untuk aktivitas moluskisida (C. P. Yang et al., 2017)

Saponin memiliki aktivitas kimia dengan mempengaruhi pembentukan pori-pori membrane sel. Sehingga meningkatkan aliran ion keluar dari sel ke media berair dan bisa menyebabkan homeostatis dan kematian (Brito et al., 2019). Saponin umumnya bekerja dengan cara menembus membran plasma, dimana saponin bereaksi dengan sterol dan menyebabkan pembentukan pori-pori. Saponin juga memiliki efek pada sel dengan mengganggu proses seluler, seperti aktivitas enzim, transportasi, integritas organel, fungsi yang berhubungan dengan redoks dan proses transduksi sinyal lainnya serta melalui pemicuan apoptosis (Mugford & Osbourn, 2013).

Mortalitas yang terjadi pada keong mas disebabkan oleh adanya kandungan saponin pada tepung daun. Beberapa penelitian seperti yang dilakukan de Brito & Joshi, 2016, C. P. Yang et al., 2017, H.-C. Huang et al., 2003, dan San Martín et al., 2008 menunjukkan bahwa penggunaan saponin dapat menyebabkan mortalitas pada keong mas. Saponin dapat mengganggu sistem pernapasan keong mas dan merusak dinding sel darah dari keong mas. Saponin juga dapat merusak membran sel dari hewan berdarah dingin (Desai et al., 2009). Keong mas bereaksi dengan saponin ataupun senyawa toksik yang ada dalam moluskisida nabati sediaan tepung dengan mengeluarkan lendir yang bertujuan mengurangi kontak permukaan tubuh dengan moluskisida. Namun, pembentukan lendir yang berlebihan akan menghambat pernapasan dimana difusi oksigen melalui insang tersumbat oleh lendir (Desai et al., 2009). Sehingga dalam beberapa waktu akan mengalami kematian.

Beberapa penelitian telah menemukan bahwa spesies *Agave* seperti *A. filifera*, *A. celsii*, *A. sisalana*, *A. decipiens* Baker, dan *A. lophanta* memiliki aktivitas moluskisida terhadap *Biomphalaria alexandrina*. *Agave angustifolia* mengandung tigogenin diglikosida dan mampu membunuh 90% populasi *B. alexandrina* pada konsentrasi 61,4 mg/L setelah 24 jam paparan (Bermúdez-Bazán et al., 2021). Sedangkan daun rambutan dapat dijadikan insektisida karena bersifat toksik pada beberapa jenis hama dan juga bersifat antikanker (Costa et al., 2020). Ekstrak kulit biji jambu mete memiliki toksisitas yang kuat terhadap helopeltis pada tanaman kakao (Santi et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa *agave angustifolia*, jambu mete maupun rambutan mengandung senyawa yang bersifat toksik dan potensial untuk dijadikan pestisida nabati.

Tingkat mortalitas keong mas yang diakibatkan oleh moluskisida sediaan tepung dari daun *agave angustifolia*, jambu mete dan rambutan berbanding lurus dengan tingkat konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi moluskisida tepung daun, semakin tinggi pula mortalitas yang diakibatkan pada keong mas. Mortalitas yang terjadi pada konsentrasi 1,25 g/L lebih tinggi dan lebih cepat jika dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah. Namun berdasarkan analisis varians, konsentrasi 0,50 g/L, 0,75 g/L, 1,00 g/L, dan 1,25 g/L tidak berbeda secara nyata. Ini

menunjukkan bahwa konsentrasi 0,50 g/L adalah konsentrasi terendah yang sama efikasinya dengan konsentrasi yang lebih tinggi dalam menyebabkan mortalitas terhadap keong mas. Hal ini juga menunjukkan bahwa kandungan metabolit sekunder pada konsentrasi 0,50 g/L sudah cukup untuk menyebabkan mortalitas pada keong emas.

Moluskisida nabati sediaan tepung dari daun agave angustifolia, jambu mete dan rambutan mudah larut dalam air karena bahan ini berasal dari daun segar yang dikeringkan dengan metode dehidrator. Sehingga, ketika ditambahkan dengan air maka bahan aktif dalam tepung hampir menyerupai kondisi pada daun segar. Hal ini yang membuat mudah bereaksi dalam air sehingga cepat dalam melakukan pemaparan atau kontak dengan permukaan tubuh keong mas. Ukuran partikel tepung daun moluskisida 100 mesh atau 0,149 mm, ukuran ini merupakan partikel yang sangat kecil sehingga luas permukaan partikel menjadi besar dan meningkatkan laju reaksi dalam air. Dalam bentuk sediaan tepung 100 mesh daun agave dan daun jambu mete pada konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 g/L, 1,00 g/L dan 1,25 gr/L dapat menyebabkan mortalitas 100% pada keong mas selama 24 jam paparan. Sedangkan sediaan tepung daun dari rambutan konsentrasi 0,5 gr/L, 0,75 g/L, 1,00 g/L dan 1,25 gr/L menyebabkan mortalitas 100% pada waktu 36 jam. Tepung daun rambutan dengan ukuran yang sama dengan tepung daun agave angustifolia dan jambu mete menunjukkan aktifitas yang lebih lambat dalam menyebabkan mortalitas terhadap keong mas. Hal ini terjadi karena tepung daun rambutan saat dilarutkan dalam air akan terbentuk lendir dan partikel – partikel daun rambutan saling bersatu. Sehingga butuh waktu yang lebih lama untuk terjadinya kontak dengan permukaan tubuh keong mas. Hal inilah yang menyebabkan lambatnya terjadi mortalitas keong mas pada penggunaan tepung daun rambutan.

2.5. Kesimpulan

Dalam penelitian ini kami menemukan bahwa moluskisida sediaan tepung daun agave angustifolia, jambu mete, dan rambutan menunjukkan toksisitas dan efikasi yang tinggi sebagai moluskisida terhadap hama keong mas. Jenis moluskisida tepung daun agave angustifolia, kacang mete, dan rambutan dan tingkat konsentrasi pada setiap jenis moluskisida secara signifikan mempengaruhi mortalitas keong mas. Moluskisida sediaan tepung daun jambu mete memiliki efikasi lebih tinggi dibandingkan moluskisida tepung daun agave angustifolia dan rambutan. Namun, mortalitas yang disebabkan oleh moluskisida tepung daun jambu mete tidak berbeda secara signifikan dengan moluskisida tepung daun agave angustifolia. Mortalitas keong mas yang disebabkan paparan moluskisida tepung daun jambu mete dan agave angustifolia berbeda nyata dengan moluskisida tepung daun rambutan. Konsentrasi yang mematikan 90% (LC90) keong mas dalam waktu 24 jam paparan, moluskisida agave angustifolia LC90 0,46 gr/L, Moluskisida tepung daun jambu mete LC90 0,42 gr/L dan Moluskisida tepung daun rambutan 1,37 gr/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, N. A., Abdullah, N. S., Harun, A., & Alias, S. A. M. (2021). The molluscicidal effect of the stem extracts of *tinospora crispa* in controlling the golden apple snail *pomacea canaliculata*. *Jurnal Teknologi*, 83(6). <https://doi.org/10.11113/JURNALTEKNOLOGI.V83.16779>
- Bakar, T. H. S. T. A., Idayu, N. M. Y. N. N., Suhana, Z., Sidek, N., Mukhtar, N. K., Azmin, S. N. H. M., & Jusoh, M. Z. (2022). The Effectiveness of Natural Plant Powder in Controlling Rice Weevils (*Sitophilus oryzae*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1102(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1102/1/012003>
- Bermúdez-Bazán, M., Castillo-Herrera, G. A., Urias-Silvas, J. E., Escobedo-Reyes, A., & Estarrón-Espinosa, M. (2021). Hunting bioactive molecules from the agave genus: An update on extraction and biological potential. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 22). <https://doi.org/10.3390/molecules26226789>
- Brito, F. C. de, Gosmann, G., & Oliveira, G. T. (2019). Extracts of the unripe fruit of *Ilex paraguariensis* as a potential chemical control against the golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda, Ampullariidae). *Natural Product Research*, 33(16). <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1443084>
- Buddie, A. G., Rwomushana, I., Offord, L. C., Kibet, S., Makale, F., Djeddour, D., Cafa, G., Vincent, K. K., Muvea, A. M., Chacha, D., & Day, R. K. (2021). First report of the invasive snail *Pomacea canaliculata* in Kenya. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00032-z>
- Chiu, Y. W., Wu, J. P., Hsieh, T. C., Liang, S. H., Chen, C. M., & Huang, D. J. (2014). Alterations of biochemical indicators in hepatopancreas of the golden apple snail, *pomacea canaliculata*, from paddy fields in Taiwan. *Journal of Environmental Biology*, 35(4).
- Costa, A. R., Silva, J. R. de L., de Oliveira, T. J. S., da Silva, T. G., Pereira, P. S., Borba, E. F. de O., de Brito, E. S., Ribeiro, P. R. V., Almeida-Bezerra, J. W., Júnior, J. T. C., de Menezes, I. R. A., Kamdem, J. P., Duarte, A. E., & Barros, L. M. (2020). Phytochemical profile of *Anacardium occidentale* L. (cashew tree) and the cytotoxic and toxicological evaluation of its bark and leaf extracts. *South African Journal of Botany*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.017>
- Dao, T. P., Nguyen, D. V., Tran, T. Y. N., Pham, T. N., Nguyen, P. T. N., Bach, L. G., Nguyen, V. H., Do, V. Q., Nguyen, V. M., & Tran, T. T. (2021). Effects of tannin, ascorbic acid, and total phenolic contents of cashew (*Anacardium occidentale* L.) apples blanched with saline solution. *Food Research*, 5(1), 409–416. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).454](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).454)
- de Brito, F. C., & Joshi, R. C. (2016). The golden apple snail *pomacea canaliculata*: A review on invasion, dispersion and control. In *Outlooks on Pest Management* (Vol. 27, Issue 4, pp. 157–163). Research Information Ltd. https://doi.org/10.1564/v27_aug_03
- Desai, S. D., Desai, D. G., & Kaur, H. (2009). Saponins and their biological activities. *Pharma Times*, 41(3).

- Dougnon, T. V., Hounsa, E., Agbodjento, E., Koudokpon, H., Legba, B., Fabiyi, K., Afaton, A., Sintondji, K., Akpode, B., Klotoé, J. R., Tchobo, F., Bankole, H., & Dougnon, T. J. (2021). Toxicological Characterization of Ten Medicinal Plants of the Beninese Flora Used in the Traditional Treatment of Diarrheal Diseases. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6676904>
- Ferreira de Carvalho, G. H., Lucília dos Santos, M., Monnerat, R., Aparecida Andrade, M., Gonçalves de Andrade, M., Barbosa dos Santos, A., Marques Dourado Bastos, I., & de Santana, J. M. (2019). Ovicidal and Deleterious Effects of Cashew (*Anacardium occidentale*) Nut Shell Oil and Its Fractions on *Musca domestica*, *Chrysomya megacephala*, *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda*. *Chemistry and Biodiversity*, 16(5). <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800468>
- Gao, J., Yang, C., Zhang, Z., Liu, Z., & Jeppesen, E. (2021). Effects of co-occurrence of invading *Procambarus clarkii* and *Pomacea canaliculata* on *Vallisneria denserrulata*-dominated clear-water ecosystems: A mesocosm approach. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2021-Janua(422). <https://doi.org/10.1051/kmae/2021029>
- Hoekstra, J. A. (1987). Acute bioassays with control mortality. *Water, Air, and Soil Pollution*, 35(3–4). <https://doi.org/10.1007/BF00290938>
- Horgan, F. G., Nogues Palenzuela, A., Stuart, A. M., Naredo, A. I., Ramal, A. F., Bernal, C. C., & Almazan, M. L. P. (2017). Effects of silicon soil amendments and nitrogen fertilizer on apple snail (*Ampullariidae*) damage to rice seedlings. *Crop Protection*, 91, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.006>
- Horgan, F. G., Zhu, Q., Portalanza, D. E., & Felix, M. I. (2021). Costs to Ecuador's rice sector during the first decade of an apple snail invasion and policy recommendations for regions at risk. *Crop Protection*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105746>
- Huang, H.-C., Liao, S.-C., Chang, F.-R., Kuo, Y.-H., & Wu, Y.-C. (2003). Molluscicidal Saponins from *Sapindus mukorossi*, Inhibitory Agents of Golden Apple Snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17), 4916–4919. <https://doi.org/10.1021/jf0301910>
- Huang, H. C., Liao, S. C., Chang, F. R., Kuo, Y. H., & Wu, Y. C. (2003). Molluscicidal saponins from *Sapindus mukorossi*, inhibitory agents of golden apple snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17), 4916–4919. <https://doi.org/10.1021/jf0301910>
- Huy Hung, N., Ngoc Dai, D., Satyal, P., Thi Huong, L., Thi Chinh, B., Quang Hung, D., Anh Tai, T., & Setzer, W. N. (2021). Lantana camara Essential Oils from Vietnam: Chemical Composition, Molluscicidal, and Mosquito Larvicidal Activity. *Chemistry and Biodiversity*, 18(5). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100145>
- Idris, H., Nurmansyah, Gustia, H., & Ramadhan, A. I. (2020). The potential of essential oil as botanical molluscicide for controlling golden apple snail (*Pomacea canaliculata*, lamarck) in Indonesia. *Journal of Critical Reviews*,

7(13). <https://doi.org/10.31838/jcr.07.13.159>

- Joshi, R. C., San Martín, R., Saez-Navarrete, C., Alarcon, J., Sainz, J., Antolin, M. M., Martin, A. R., & Sebastian, L. S. (2008). Efficacy of quinoa (*Chenopodium quinoa*) saponins against golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in the Philippines under laboratory conditions. *Crop Protection*, 27(3–5). <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.08.010>
- Marwoto, R. M., Isnaningsih, R. N., & Joshi, R. C. (2018). fentin. *Agriculture for Development*, 35(January 2017).
- Monrroy, M., Araúz, O., & García, J. R. (2020). Active Compound Identification in Extracts of *N. lappaceum* Peel and Evaluation of Antioxidant Capacity. *Journal of Chemistry*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4301891>
- Mugford, S. T., & Osbourn, A. (2013). Saponin synthesis and function. In *Isoprenoid Synthesis in Plants and Microorganisms: New Concepts and Experimental Approaches*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4063-5_28
- Osman, W. N. A. W., Selvarajah, D., & Samsuri, S. (2021). Saponin stabilization via progressive freeze concentration and sterilization treatment. *Molecules*, 26(16). <https://doi.org/10.3390/molecules26164856>
- Pereira, G. M., Ribeiro, M. G., da Silva, B. P., & Parente, J. P. (2017). Structural characterization of a new steroidal saponin from *Agave angustifolia* var. *Marginata* and a preliminary investigation of its in vivo antiulcerogenic activity and in vitro membrane permeability property. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 27(18). <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.08.026>
- Pérez-Méndez, N., Alcaraz, C., Bertolero, A., Català-Forner, M., Garibaldi, L. A., González-Varo, J. P., Rivaes, S., & Martínez-Eixarch, M. (2022). Agricultural policies against invasive species generate contrasting outcomes for climate change mitigation and biodiversity conservation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289(1985). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1081>
- Rejab, M. R. M., Manam, N. K. A., Fauzi, N. S., Mohamed, S., & Ngah, N. (2023). The effectiveness of *Furcraea* plants in controlling golden apple snail and their effects on the non-target organism at the rice field. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 2023(1). <https://doi.org/10.35495/ajab.2021.04.164>
- Retnowati, Y., & Katili, A. S. (2021). Identification of fermentative bacteria on local microorganisms of golden snail (*Pomacea canaliculata* lamarck, 1822). *Biodiversitas*, 22(2), 778–784. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220231>
- Roonjho, A. R., Muhamad, R., & Omar, D. (2021). Determination of lethal and feeding deterrent activities of saponin from *Phaleria macrocarpa* against *Pomacea maculata*. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 31(4), 1070–1077. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.4.0304>
- Rusli, R., Gani, S., & Hutasoit, R. T. (2018). Preferensi Dan Tingkat Serangan Keong Mas (*Pomaceae canaliculata* Lamarck) Terhadap Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* Linnaeus). *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(1).

- Rusli, R., Hidrayani, & Putra, R. E. (2023). Golden apple snail management (*Pomacea canaliculata* Lamarck) using integrated pest management (IPM) and non-integrated pest management (non-IPM) on paddy cultivation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012048>
- Saad, N. M., Teo, C. H., Rahman, Z. A., & Zainal, Z. (2023). Constitutive Expression of Cyclotide Kalata B1 Gene in Transgenic Rice Conferring Resistance to Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*). *Malaysian Applied Biology*, 52(3), 59–72. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v52i3.2670>
- San Martín, R., Ndjoko, K., & Hostettmann, K. (2008). Novel molluscicide against *Pomacea canaliculata* based on quinoa (*Chenopodium quinoa*) saponins. *Crop Protection*, 27(3–5). <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.015>
- Santi, I. S., Kurniawan, I., & Manto, A. (2024). Cashew Nut Shell Liquid (*Anacardium occidentale*) as a Botanical Insecticide to Control *Helopeltis* sp on Cocoa plants. *Tropical Plantation Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.56125/tpj.v3i1.38>
- Schneiker, J., Weisser, W. W., Settele, J., Nguyen, V. S., Bustamante, J. V., Marquez, L., Villareal, S., Arida, G., Chien, H. Van, Heong, K. L., & Türke, M. (2016). Is there hope for sustainable management of golden apple snails, a major invasive pest in irrigated rice? *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 79, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.07.001>
- Singh, B., Sharma, D. K., Kumar, R., & Gupta, A. (2010). Development of a new controlled pesticide delivery system based on neem leaf powder. *Journal of Hazardous Materials*, 177(1–3). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.031>
- Sujono, T. A., Kamilia, D., & Kinasih, A. S. (2023). Immune-Enhancing Effect of Ethanol Extract of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Fruit Peel on phagocytosis index, Paw Edema Formation, and Antibody Titer in Mice. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(9), 4038–4042. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i9.28>
- Yang, C. P., Zhang, M., Lei, B., Gong, G. S., Yue, G. Z., Chang, X. L., Sun, X. F., Tian, Y., & Chen, H. B. (2017). Active saponins from root of *Pueraria peduncularis* (Grah. ex Benth.) Benth. and their molluscicidal effects on *Pomacea canaliculata*. *Pest Management Science*, 73(6). <https://doi.org/10.1002/ps.4432>
- Yang, C., Zhou, Y., Wu, C., Yan, X., Cheng, P., Luo, L., Qiu, X., Zhang, M., Qin, G., Zhang, Y., & Chen, H. (2022). Study on the Synergistic Molluscicidal Effect of Pedunsaponin A and Niclosamide. *Molecules*, 27(21). <https://doi.org/10.3390/molecules27217623>
- Yin, Y., He, Q., Pan, X., Liu, Q., Wu, Y., & Li, X. (2022). Predicting Current Potential Distribution and the Range Dynamics of *Pomacea canaliculata* in China under Global Climate Change. *Biology*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/biology11010110>
- Yu, Z. L., Yang, M. J., Song, H., Zhang, T., & Yuan, X. T. (2023). Gastropod chemoreception behaviors—Mechanisms underlying the perception and location of targets and implications for shellfish fishery development in aquatic environments. In *Frontiers in Marine Science* (Vol. 9). <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1042962>