

Uji Potensi Biopestisida Ekstrak Pala

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Sumarni Stefi Hontong
31101221

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2016

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

“UJI POTENSI BIOPESTISIDA EKSTRAK PALA”

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

SUMARNI STEFI HONTONG

31101221

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

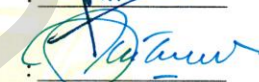
dan dinyatakan **DITERIMA** untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 26 November 2016

Nama Dosen

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto
(Dosen Penguji / Ketua Tim)
2. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
(Pembimbing I)
3. Dr. Guntoro
(Pembimbing II)

Tanda Tangan


:

:


Yogyakarta, 28 Oktober 2016

Disahkan Oleh :

Dekan,


Drs. Kisworo, M.Sc.

Ketua Program Studi,


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

QADW-2241-BO-11.11.005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sumarni Stefi Hontong

NIM : 31101221

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

“Uji Potensi Biopestisida Ekstrak Pala”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 28 Oktober 2016



Sumarni Stefi Hontong

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya skripsi yang berjudul "Uji Potensi Biopestisida Ekstrak Pala". Selama pembuatan skripsi pun penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan.
2. Ibu Dra. Aniek Prasetyaningsih, M. Si. selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Dr. Guntoro selaku dosen pembimbing II.
4. Bapak Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto selaku dosen penguji.
5. Bapak/Ibu dosen Fakultas Bioteknologi UKDW.
6. Bapak/Ibu laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi UKDW.
7. Teman-teman: Sendy, Evi, Debora, Sylvy, Jenni, Erika, Lupi, Beta, Diana, Jo, Tiysa, Septi, Zefa, Eky, Rey, Edi, Rachel, kak Indry, kak Miky, kak Mia, kak Advent, dan kak Ichan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik, saran dan usulan demi perbaikan skripsi ini kedepannya. Terima kasih.

Yogyakarta, Oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v-vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
Abstrak.....	x
Abstract.....	xi
BAB I Pendahuluan	
A. Latar Belakang.....	1-2
B. Rumusan masalah	2
C. Tujuan	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II Tinjauan Pustaka	
A. Metabolit Sekunder pada Tanaman.....	3-4
B. Tanaman Pala.....	4
1. Klasifikasi, Morfologi, dan Ekologi Tanaman Pala.....	5-6
2. Kandungan Senyawa.....	6-7
C. Ekstraksi dan Bioassay	
1. Ekstraksi.....	7-8
2. Bioassay.....	8
a. <i>Ralstonia solanacearum</i>	9
b. <i>Pectobacterium carotovorum</i>	9

BAB III Metodologi Penelitian

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
B. Alat dan Bahan	
1. Alat.....	10
2. Bahan.....	10
C. Tahapan Penelitian.....	10-11
1. Persiapan sampel.....	11
2. Ekstraksi sampel.....	11-12
3. Bioassay.....	12-14
4. Penentuan komponen kimia (GC-MS).....	14
D. Analisa Data.....	14

BAB IV Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Ekstraksi Pala (<i>Myristica fragrans</i> , <i>Myristica</i> sp, dan <i>Myristica succedanea</i>).....	15-16
B. Bioassay Antibakteri	
1. Analisa Kualitatif.....	16-17
2. Analisa Semi-kuantitatif (MIC).....	17-18
C. Analisa Metabolit Sekunder.....	19-22

BAB V Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan.....	23
B. Saran.....	23

DAFTAR PUSTAKA.....	24-27
---------------------	-------

LAMPIRAN.....	28-43
---------------	-------

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Klasifikasi Ilmiah dari Tiga Spesies Tanaman Pala.....	5
2. Komposisi kimia dari <i>Myristica fragrans</i>	7
3. Kode bahan uji daging buah, fuli, dan biji dari 3 jenis pala.....	12
4. Hasil ekstraksi daging buah, fuli, dan biji dari <i>Myristica fragrans</i> , <i>Myristica</i> sp, dan <i>Myristica succedanea</i>	15
5. Hasil uji kualitatif ekstrak pala terhadap <i>Pectobacterium carotovorum</i> dan <i>Ralstonia solanacearum</i>	16
6. Hasil MIC ekstrak pala.....	18
7. Studi aktivitas senyawa aktif pada pala.....	22

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Ringkasan jalur metabolisme primer dan sekunder.....	4
2. Buah <i>Myristica fragrans</i>	5
3. Buah <i>Myristica</i> sp.....	5
4. Buah <i>Myristica succedanea</i>	5
5. Biji dan fuli <i>Myristica fragrans</i>	5
6. Biji dan fuli <i>Myristica</i> sp.....	5
7. Biji dan fuli <i>Myristica succedanea</i>	5
8. Diagram alir tahap penelitian.....	11
9. Posisi penempatan sampel pala pada <i>microplate</i>	13
10. Hasil GC-MS ekstrak daging buah <i>Myristica succedanea</i>	19
11. Struktur senyawa methoxyeugenol.....	20
12. Struktur senyawa Myristic acid.....	21

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Cara kerja remaserasi dan sokletasi.....	29
2. Pembuatan medium yang digunakan dan larutan standar 0.5 McFarland.....	30
3. Hasil <i>assay</i> antibakteri (<i>microplate dilution assay</i>) setelah penambahan MTT.....	31-32
4. Hasil pembuatan serbuk pala dan hasil ekstraksi.....	32-33
5. Metode dan hasil GC-MS.....	34-43

Uji Potensi Biopestisida Ekstrak Pala

SUMARNI STEFI HONTONG

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Abstrak

Pala merupakan salah satu tanaman yang telah lama digunakan masyarakat sebagai rempah-rempah untuk makanan. Selain itu pala juga digunakan sebagai obat-obatan karena didalam pala terkandung senyawa aktif yang berperan sebagai antibakteri, antioksidan, antidepresan, dan lain-lain. Adanya senyawa antibakteri dalam pala membuat tanaman ini memiliki potensi untuk diteliti sebagai agen biokontrol untuk pengendalian penyakit pada tanaman pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan etil asetat dari daging buah pala, selaput biji (fuli), dan biji dari tiga spesies pala (*Myristica fragrans*, *Myristica* sp, dan *Myristica succedanea*) terhadap bakteri uji *Pectobacterium carotovorum* dan *Ralstonia solanacearum*. Uji antibakteri dilakukan dengan metode *microplate dilution assay*, yaitu secara kualitatif untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas antibakteri dalam bahan uji dan secara semi-kuantitatif untuk mengetahui konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji, dengan mengetahui nilai MIC. Berdasarkan pada hasil uji aktivitas senyawa aktif didapatkan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat dari daging buah pala paling baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Nilai MIC ekstrak daging buah pala *Myristica succedanea* hasil ekstraksi menggunakan metode sokletasi dengan pelarut etanol sama dengan nilai MIC pada ekstrak etil asetat, yaitu 1.25 mg/ml pada bakteri uji *Pectobacterium carotovorum* dan 0.156 mg/ml pada *Ralstonia solanacearum*.

Kata kunci: myristica, antibakteri, pala, biokontrol

Biopesticides Potency Test of The Nutmeg Extract

SUMARNI STEFI HONTONG

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Abstract

Nutmeg is one of plant species that has been long used as spices. Nutmeg is also used as medicine because of its active compounds that act as antibacterial, antioxidant, antidepressants, and many others. The presence of antibacterial compounds in nutmeg make this plant potential as biocontrol agents to control diseases in agricultural crops. This study aims to determine the antibacterial activity of ethanol and ethyl acetate extracts of fruit flesh, mace, and seeds of three species of nutmeg (*Myristica fragrans*, *Myristica* sp, and *Myristica succedanea*) against *Pectobacterium carotovorum* and *Ralstonia solanacearum*. Antibacterial assay conducted by microplate dilution assay the method, which is qualitatively to determine the presence or absence of antibacterial activity in extracts of nutmeg, and semi-quantitatively to determine the lowest concentration that could inhibit the growth of bacteria, by knowing the value of MIC. MIC values of nutmeg *Myristica succedanea* mesocarp extracts resulted from soxhletation method using ethanol as solvent are the same as MIC values resulted of soxhletation using ethyl acetate as solvent, which are 1.25 mg/ml on *Pectobacterium carotovorum* and 0.156 mg/ml on *Ralstonia solanacearum*.

Keyword: myristica, antibacterial, nutmeg, biocontrol,

Uji Potensi Biopestisida Ekstrak Pala

SUMARNI STEFI HONTONG

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Abstrak

Pala merupakan salah satu tanaman yang telah lama digunakan masyarakat sebagai rempah-rempah untuk makanan. Selain itu pala juga digunakan sebagai obat-obatan karena didalam pala terkandung senyawa aktif yang berperan sebagai antibakteri, antioksidan, antidepresan, dan lain-lain. Adanya senyawa antibakteri dalam pala membuat tanaman ini memiliki potensi untuk diteliti sebagai agen biokontrol untuk pengendalian penyakit pada tanaman pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan etil asetat dari daging buah pala, selaput biji (fuli), dan biji dari tiga spesies pala (*Myristica fragrans*, *Myristica* sp, dan *Myristica succedanea*) terhadap bakteri uji *Pectobacterium carotovorum* dan *Ralstonia solanacearum*. Uji antibakteri dilakukan dengan metode *microplate dilution assay*, yaitu secara kualitatif untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas antibakteri dalam bahan uji dan secara semi-kuantitatif untuk mengetahui konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji, dengan mengetahui nilai MIC. Berdasarkan pada hasil uji aktivitas senyawa aktif didapatkan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat dari daging buah pala paling baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Nilai MIC ekstrak daging buah pala *Myristica succedanea* hasil ekstraksi menggunakan metode sokletasi dengan pelarut etanol sama dengan nilai MIC pada ekstrak etil asetat, yaitu 1.25 mg/ml pada bakteri uji *Pectobacterium carotovorum* dan 0.156 mg/ml pada *Ralstonia solanacearum*.

Kata kunci: myristica, antibakteri, pala, biokontrol

Biopesticides Potency Test of The Nutmeg Extract

SUMARNI STEFI HONTONG

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

Abstract

Nutmeg is one of plant species that has been long used as spices. Nutmeg is also used as medicine because of its active compounds that act as antibacterial, antioxidant, antidepressants, and many others. The presence of antibacterial compounds in nutmeg make this plant potential as biocontrol agents to control diseases in agricultural crops. This study aims to determine the antibacterial activity of ethanol and ethyl acetate extracts of fruit flesh, mace, and seeds of three species of nutmeg (*Myristica fragrans*, *Myristica* sp, and *Myristica succedanea*) against *Pectobacterium carotovorum* and *Ralstonia solanacearum*. Antibacterial assay conducted by microplate dilution assay the method, which is qualitatively to determine the presence or absence of antibacterial activity in extracts of nutmeg, and semi-quantitatively to determine the lowest concentration that could inhibit the growth of bacteria, by knowing the value of MIC. MIC values of nutmeg *Myristica succedanea* mesocarp extracts resulted from soxhletation method using ethanol as solvent are the same as MIC values resulted of soxhletation using ethyl acetate as solvent, which are 1.25 mg/ml on *Pectobacterium carotovorum* and 0.156 mg/ml on *Ralstonia solanacearum*.

Keyword: myristica, antibacterial, nutmeg, biocontrol,

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia cukup kaya dengan potensi tumbuh-tumbuhan yang berfungsi sebagai antibakteri. Salah satunya tanaman pala. Tanaman pala termasuk dalam family *Myristica* yang merupakan tanaman asli Indonesia (Nurdjannah, 2007). Pala merupakan salah satu komoditas ekspor yang penting karena Indonesia merupakan negara pengekspor biji dan selaput biji (fuli) pala terbesar, yaitu memasok sekitar 60% kebutuhan pala dunia. Selain sebagai komoditas ekspor, kebutuhan dalam negeri juga cukup tinggi. Produksi pala Indonesia sekitar 19,9 ribu ton per tahun. Luas areal tanaman pala semakin meningkat dari tahun ke tahun dan pada tahun 2005 mencapai 68.691 ha (Nurdjannah, 2007).

Kandungan senyawa trimiristin dan miristisin yang diisolasi dari biji pala diketahui memiliki aktifitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif (Jaiswal, dkk, 2009). Bagian tanaman pala yang lebih sering dimanfaatkan adalah biji dan selaput biji (fuli), misalnya untuk pembuatan minyak pala sedangkan daging buah pala jarang diolah menjadi minyak atsiri atau pun yang lainnya. Pala juga dijadikan bahan baku dalam bidang farmasi untuk pengobatan kronis (Sipahelut, 2012). Dengan potensi pala yang baik dalam menghambat bakteri, memungkinkan untuk dijadikan sebagai agen biokontrol dalam mengendalikan penyakit pada tanaman dibidang pertanian.

Petani sering dihadapkan dengan masalah gagal panen. Gagal panen bisa terjadi karena berbagai alasan, salah satunya karena penyakit yang menyerang tanaman hasil budidaya. Berdasarkan hasil laporan BPS, terjadi penurunan produksi buah tomat pada tahun 2012 sebesar 6.96 %. Rata-rata produksi buah tomat di Indonesia pada tahun 2011 sebesar 954.046 ton, dan pada tahun 2012 hanya 887.556 ton (BPS, 2013), sedangkan pada tanaman kentang produksinya mencapai 1 juta ton pada tahun 2006 dengan luas areal tanam 60.000 ha tetapi hanya dapat memenuhi 10 % konsumsi nasional per tahunnya.

Penyakit pada tanaman ini disebabkan oleh bakteri, diantaranya *Ralstonia solanacearum* dan *Pectobacterium carotovorum*. Tingkat serangan *Ralstonia solanacearum* di Indonesia dapat menyebabkan penurunan hasil panen buah tomat sebesar 7-75 % (Maharina, 2014). Pada jenis-jenis kentang yang rentan, serangan *Ralstonia solanacearum* dapat menyebabkan kerugian sampai 40%. (Semangun, 2002, dalam Hersanti, dkk, 2009). Penyebab kerugian lain yang dialami petani berasal dari *Pectobacterium carotovorum* penyebab *soft rot*, yaitu salah satu penyakit yang merusak sayuran. Hal ini menyebabkan kerugian total lebih besar daripada penyakit bakteri lainnya. *Soft rot* dapat ditemukan di ladang sayuran, saat penyimpanan dan selama pemasaran; dan mengakibatkan kerugian ekonomi diperkirakan bervariasi antara 15-30% dari hasil yang dipanen (Bhat *et al*, 2010).

Untuk mengolah lahan dan mengembangkan produksi pertanian ini, kebanyakan para petani selama ini tergantung pada penggunaan pestisida sintetis untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Pestisida sintetis yang dinilai praktis penggunaannya oleh petani pada perkembangan pemakaiannya (untuk pengendalian hama dan penyakit) ternyata membawa dampak negatif bagi lingkungan sekitar bahkan bagi penggunaannya.

Dampak negatif penggunaan pestisida bagi penggunaannya misalnya, dalam beberapa kasus keracunan pestisida, paparan pestisida terhadap petani dan para pekerja pertanian lainnya terjadi pada saat proses mencampur dan menyemprotkan pestisida. Selain itu masyarakat sekitar lokasi pertanian sangat beresiko terpapar pestisida. Menurut WHO yang dikutip oleh LESKOFI (Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi) (2009), paling tidak ditemukan 20.000 orang meninggal karena keracunan pestisida dan sekitar 5.000-10.000 mengalami dampak yang sangat berbahaya seperti kanker, cacat, mandul, dan hepatitis setiap tahunnya (Fikri, dkk. 2012).

Akibat lain yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida secara berlebihan, yaitu meracuni hewan, meracuni organisme non target (misalnya, musuh alami hama; lebah dan serangga yang membantu penyerbukan, serta satwa liar yang mendukung fungsi kelestarian

alam), menimbulkan strain hama baru yang resisten terhadap pestisida, menimbulkan terjadinya resurgensi hama. (Sudiarta, dkk, 2012).

Menghadapi kenyataan tersebut perlu segera diupayakan pengurangan penggunaan pestisida sintetis dan mengalihkannya pada jenis agen biokontrol yang aman dan ramah bagi lingkungan. Salah satu upaya pengembangan pertanian dalam pengendalian hama yang berwawasan lingkungan adalah penggunaan biopestisida, misalnya dengan pemanfaatan metabolit sekunder yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Banyak jenis tumbuhan atau bagian tumbuhan yang telah diketahui dapat menghasilkan senyawa yang berfungsi sebagai racun bagi organisme pengganggu tanaman maupun bagi mikroorganisme (Rukmana, 2002, dalam Sudiarta, dkk, 2012). Upaya ini jauh lebih aman untuk lingkungan dan juga penggunaannya (Sudiarta, dkk, 2012).

Dari latar belakang diatas, peneliti ingin mencari dan memulai penelitian yang berdasar pada beberapa penelitian sebelumnya, bahwa pala merupakan sumber potensial senyawa bioaktif dan pala juga menghasilkan beberapa jenis zat farmakologis khususnya antibakteri. Dengan melihat potensi pala tersebut, memungkinkan pemanfaatan pala sebagai biopestisida dalam pengendalian penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh bakteri.

B. Rumusan Masalah

1. Pelarut manakah yang paling efektif untuk mengekstrak senyawa aktif buah pala?
2. Metode ekstraksi manakah yang paling efektif untuk mengekstrak senyawa aktif buah pala?
3. Bagaimana potensi biopestisida ekstrak buah pala (daging buah, selaput biji (fuli), dan biji) pada berbagai konsentrasi terhadap bakteri uji, yaitu *Ralstonia solanacearum* dan *Pectobacterium carotovorum*?

C. Tujuan

1. Untuk mengetahui pelarut dan metode ekstraksi buah pala yang paling baik untuk mendapatkan senyawa aktif.
2. Untuk mengetahui bagian buah pala yang paling berpotensi menghasilkan senyawa aktif.
3. Untuk mengetahui konsentrasi terendah ekstrak dari bahan uji buah pala yang memiliki potensi biopestisida terhadap mikrobia uji *Ralstonia solanacearum* dan *Pectobacterium carotovorum*.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Universitas Kristen Duta Wacana dan Fakultas Bioteknologi :
 - a. Menambah database dan informasi bagi Universitas, Fakultas dan mahasiswa
 - b. Sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya
2. Bagi masyarakat :
 - a. Sosialisasi potensi pemanfaatan tanaman pala yang memiliki potensi sebagai biopestisida
 - b. Masukan untuk diaplikasikan di lapangan, terutama dalam mengendalikan penyakit yang menyerang bidang pertanian
3. Bagi peneliti :
 - a. Menambah pengetahuan dalam bidang penelitian
 - b. Menjadi bahan sosialisasi ke masyarakat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- a. Pada uji aktivitas antibakteri metode sokletasi memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan metode remaserasi, terdapat 13 ekstrak pala yang menunjukkan penghambatan terhadap bakteri uji dari total 24 ekstrak yang memiliki aktivitas antibakteri.
- b. Daging buah pala *M. fragrans*, *Myristica* sp, dan *M. succedanea* memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati/agen biokontrol terhadap bakteri patogen yang menyerang pada tanaman pertanian.
- c. Pada uji semi-kuantitatif daging buah *Myristica* sp hasil ekstraksi sokletasi dan remaserasi dengan etanol, daging buah *M. succedanea* hasil ekstraksi sokletasi dan remaserasi dengan pelarut etil asetat, dan daging buah *M. succedanea* hasil ekstraksi remaserasi dengan pelarut etanol menunjukkan nilai MIC terendah 1.25 mg/ml terhadap bakteri uji *P. carotovorum*. Sedangkan pada bakteri uji *R. solanacearum*, daging buah *M. succedanea* hasil ekstraksi sokletasi dengan pelarut etil asetat dan daging buah *M. succedanea* hasil ekstraksi remaserasi dengan pelarut etanol menunjukkan penghambatan pada konsentrasi ekstrak 0.156 mg/ml.
- d. Daging buah *M. succedanea* berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol. Berdasarkan pada analisa GC-MS daging buah *M. succedanea* terdapat senyawa methoxyeugenol, Tetradecanoic acid; asam miristat, Octadecanoic acid; asam stearat, Hexadecanoic acid; asam palmitat, Pentadecanoic acid; Pentadecylic acid, Di-n-octyl phthalate, termasuk golongan Phthalic acid, dan 2,4-Hexadienedioic acid, dan beberapa senyawa lainnya yang juga memiliki aktivitas antimikrobia.

B. Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memisahkan masing-masing senyawa penyusun ekstrak dan menentukan aktivitas senyawa aktif tersebut.
- b. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan organisme uji lainnya.
- c. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk diaplikasikan sebagai biopestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfa *et.al.*, 2005. Antimicrobial Activity of Carvacrol Related to its Chemical Structure. Journal compilation © 2006 The Society for Applied Microbiology, Letters in Applied Microbiology 43 (2006) 149–154. Letters in Applied Microbiology ISSN 0266-8254.
- Arrijani. 2005. Review: Biologi dan Konservasi Marga *Myristica* di Indonesia. Jurnal Biodiversitas volume 6, nomor 2. Hal. 147-151 ISSN: 1412-033X.
- Asgarpanah *et al.*, 2012. Phytochemistry and Pharmacologic Properties of *Myristica fragrans* Houtt.: A Review. African Journal of Biotechnology Vol. 11(65), pp. 12787-12793, 14 August 2012. DOI: 10.5897/AJB12.1043. ISSN 1684-5315 © 2012 Academic Journals.
- Ashraf H.F *et al.*, 2011. Synthesis and Biological Screening of 4-Benzyl-2H phthalazine Derivatives. *Pharmaceuticals* 2011, 4, 1158-1170; doi:10.3390/ph4081158; ISSN 1424-8247.
- Bhat *et al.*, 2010. Current Status of Post Harvest Soft Rot In Vegetables: A Review. Asian Journal of Plant Sciences 9(4): 200-208, 2010. ISSN 1682-3974. 2010 Asian Network of Scientific Information.
- Cowan, Marjorie Murphy. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. Clinical Microbiology Reviews, Oct. 1999, p. 564–582 Vol. 12, No. 4. Copyright © 1999, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.
- Biodiversity Heritage Library: Flora Malesiana, 1950
- Bps. 2013. <http://www.bps.go.id> diakses 12 oktober 2014.
- Chapdelaine, Joan M. 2010. MTT Reduction - a Tetrazolium-Based Colorimetric Assay for Cell Survival and Proliferation. MAXline™ Microplate Readers-Application Note 5 ©2010 Molecular Devices, Inc. Printed in U.S.A. 6/10 #0120-1114B.
- Das, dkk. 2012. Keragaman Spesies Pala (*Myristica* spp.) Maluku Utara Berdasarkan Penanda Morfologi dan Agronomi. Jurnal Littri 18(1), Maret 2012. Hlm.1-9. ISSN 0853-8212.
- Denny, Timothy P. 2007. "Plant Pathogenic Ralstonia Species" dalam Samuel S. Gnanamanickam (ed) Plant-Associated Bacteria. Netherlands; Springer. ISBN 978-1-4020-4538-7 (e-book). Hal . 573-574.
- Depkes, 2000. Parameter Standar Ekstrak Tumbuhan Obat.
- Dewick, Paul M. 2002. *Medicinal Natural Products*. Copyright ©2002 John Wiley & Sons, Ltd. ISBNs: 0471496405 (Hardback); 0471496413 (paperback); 0470846275 (Electronic).
- Dorman and Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of Plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology 2000, 88, 308–316.

- Eloff, J. N. 1998. A Sensitive and Quick Microplate Method to Determine the Minimal Inhibitory Concentration of Plant Extracts for Bacteria. Department of Pharmacology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa. *Planta Medica* 64(1998)711—713 © Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.
- Fikri, Elanda dkk. 2012. Hubungan Paparan Pestisida Dengan Kandungan Arsen (As) Dalam Urin dan Kejadian Anemia (Studi : Pada Petani Penyemprot Pestisida di Kabupaten Brebes). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol.11 No.1/April 2012.
- Gupta *et al.*, 2012. Chemistry, Antioxidant and Antimicrobial Potential of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* (2013) 11, 25–31. Academy of Scientific Research & Technology and National Research Center, Egypt.
- Hersanti, dkk .2009. Penapisan Beberapa Isolat *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus Subtilis* dan *Trichoderma harzianum* yang Bersifat Antagonistik Terhadap *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Kentang. *Jurnal Agrikultura* 2009, 20 (3): 198-203.
- Hübschmann, Hans-Joachim. 2015. Handbook of GC-MS: Fundamentals and Applications *third edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Boschstr.12, 69469 Weinheim, Germany. ePub ISBN: 978-3-527-67432-9.
- Ian *et al.*, 2003. Pathogen Profile: Soft Rot Erwiniae: from Genes to Genomes. *Jurnal Molecular Plant Pathology* (2003) 4 (1), 17–30. Blackwell Publishing LTD.
- Jaiswal *et al.*, 2009. Biological Effects of *Myristica fragrans*. ISSN 1806-8774. ARBS Annual Review of Biomedical Sciences, 2009;11:21-29.
- Jawetz *et al.*, 1982. Mikrobiologi untuk Profesi Kedokteran. Penerjemah: G.Bonang. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Kabere, Justin N *et al.*, 2014. Plants Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Fungtion, Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2 (2014) 377-392. David publishing.
- Kado, Clarence I. 2006. Erwinia and Related Genera. Chapter 3.3.15. prokaryotes (2006) 6:443-450. DOI: 10.1007/0-387-30746-x_15. In the Book: The Prokaryotes, third edition: A Handbook on the Biology of Bacteria: Proteobacteria: Gama Subclass, Vol 6. Edited by: Martin Dworkin, Stanley Falkow, Eugene Rosenberg, Karl-Heinz Schleifer, Erko Stackebrandt.
- Kee *et al.*, 1996. Farmakologi: Pendekatan Proses Keperawatan. Ahli bahasa: Peter Anugerah; Editor: Yasmin Asih. Jakarta : EGC, 1996. ISBN 979-448-324-9.
- Kolli *et al.*, 2015. Chemical Analysis, Antimicrobial and Anti-oxidative Properties of *Daucus gracilis* Essential Oil and its Mechanism of Action *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2016; 6(1): 8–15. Doi: 10.1016/j.apjtb. 2015.08.004. Copyright © 2015 Hainan Medical University. Production and hosting by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.
- Latha *et al.*, 2005. Pharmacology and chemistry of *Myristica fragrans* Houtt.: A Review. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, Vol. 14 (2): 94-101 (2005).
- Maharina. 2014. Aplikasi Agens Hayati dan Bahan Nabati sebagai Pengendalian Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada Budidaya Tanaman Tomat. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol. 1 No. 6 Januari-2014 ISSN: 2338-3976. Martin, 2011. Aromatic Hydroxyketones: Preparation and Physical Properties: Vol.1.

- Narasimhan, B and A. S. Dhake. 2006. Antibacterial Principles From *Myristica fragrans* Seeds. *Journal of Medicinal Food*, vol. 9, no. 3, pp. 395–399, 2006.
- Nurdjannah, Nanan. 2007. Teknologi Pengolahan Pala. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Orwa *et al.*, 2009. Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0 (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>).
- Paneerchelvan *et al*, 2015. Antioxidant, Antibacterial and Tyrosinase Inhibiting Activities of Extracts from *Myristica fragrans* Houtt. *European Journal of Medicinal Plants* 8(1): 39-49, 2015, Article no.EJMP.2015.088. ISSN: 2231-0894.
- Pelczar *et al.*, 1988. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jilid 2. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, Penerjemah; Jakarta: UI Pr.
- Pratiwi, Endah. 2010. Perbandingan Metode Maserasi, Remaserasi, Perkolasi dan Reperkolasi dalam Ekstraksi Senyawa Aktif *Andrographolide* dari Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees) [skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. [Indonesia].
- Putri W.S, dkk. 2013. Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). [<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=151044&val=961>]. Diakses 5 okt 2015.
- Quirke *et al.*, Chemistry of Natural Product. Economic Botany © Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- Rani *et al.*, 2014. GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of *Myristica fragrans* Seed Extracts Against Lower Respiratory Tract Pathogen *Acinetobacter baumannii*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, Vol 7, Issue 3, 2014. ISSN-0974-2441.
- Schunack *et al.*, 1990. Senyawa Obat. Ed ke-2. Wattimena JR, Subino, penerjemah; Yogyakarta: UGM Pr.
- Seidel, Véronique. 2012. Initial and Bulk Extraction of Natural Products Isolation. Satyajit D. Sarker and Lutfun Nahar (eds.), *Natural Products Isolation*, Methods in Molecular Biology, vol. 864, DOI 10.1007/978-1-61779-624-1_2, © Springer Science+Business Media, LLC 2012.
- Sethi *et al.*, 2015. Pharmacological Activities of Pyrazoline Derivatives: Review article. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 34(1), September – October 2015; Article No. 36, Pages: 228-233. ISSN 0976 – 044X.
- Shafiei *et al.*, 2012. *Research Article: Antibacterial Activity of Myristica fragrans* against Oral Pathogens. Hindawi Publishing Corporation. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Volume 2012, Article ID 825362, 7 pages. Doi:10.1155/2012/825362.
- Shoubaky *et al.*, (2014). Active Ingredients Fatty Acids as Antibacterial Agent from The Brown Algae *Padina pavonica* and *Hormophysa triquetra*. *Journal of Coastal Life Medicine* 2014; 2(7): 535-542. doi:10.12980/JCLM.2. 2014JCLM-2014-0025. ©2014 by the Journal of Coastal Life Medicine.
- Sipahelut, S.G. 2012. Proporsi Persenyawaan Teroksigenasi Minyak Atsiri dari Daging Buah Pala. *Ekosains, Jurnal Ekologi dan Sains*. ISSN: 2337-5329 vol.01, No: 01. Agustus 2012.

- Sivam, G.; Lampe, J.W.; Ulness, B.; Swanzey, S.R. and Potter, J.D. 1997. *Helicobacter pylori* in vitro Susceptibility to Leek (*Allium porrum*) Extract. *Nut. Cancer*. 27: 118-21,1997.
- Steen *et al.*, 2012. Introduction to Pharmaceutical Chemical Analysis. Wiley: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. United Kingdom.
- Sudiarta, dkk. 2012. Efikasi Minyak Atsiri Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) meier. & perry), Pala (*Myristica fragrans* Houtt), dan Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis Dari Famili Lymantriidae. *Jurnal Agri. Sci. and Biotechnol.* ISSN: 23020-113. Vol.1 no. 1, Juli 2012.
- Supriadi. 2011. Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*): Dampak, Bioekologi, dan Peranan Teknologi Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(4), 2011: 279-293.
- Teery *et al.*, 2013. Assay Guidance Manual-Cell Viability Assays.
- Tiwari, *et al*, 2011. Phytochemical Screening and Extraction: A review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, Jan-March 2011, vol.1, issue 1.
- van Elsas *et al.*, 2001. Effects of Ecological Factors on The Survival and Physiology of *Ralstonia solanacearum* bv. 2 in Irrigation Water. *Can. J. Microbiol.* 47: 842–854 (2001). DOI: 10.1139/cjm-47-9-842. Published on the NRC Research Press, Canada. Copyright © 2003 EBSCO Publishing.
- Wale *et al.* 2008. Diseases, Pests and Disorders of Potatoes. London ; Academic Press, an Imprint of Elsevier. ISBN-10:0-12-372670-6. Hal.20-21;24-25.
- Wood, M. 1998. Ubi7-New Tool for Potato Breeders. *Agricultural Research/January* 1998, pp. 12-13.