Studi Senyawa Aroma Ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) dari Beberapa Pelarut Menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectra* (GC-MS) *Study of The Aroma Compound of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) Extract from Several Solvents Using Gas Chromatography-Mass-Spectra (GC-MS)*

Rienoviar^a dan Dwi Setyaningsih^b

^aBalai Besar Industri Agro
jalan Ir, H Juanda No 11 Bogor

^b Departemen Teknologi Industri Pertanian (TIP)
Fakultas Teknologi Pertanian (Fateta) Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor

rienoviar@gmail.com

Riwayat Naskah:

Diterima 10, 2018
Direvisi 12, 2018
Disetujui 12, 2018

ABSTRAK: Andaliman merupakan tanaman hutan yang mengandung senyawa aroma fungsional. Andaliman dimaserasi menggunakan 3 macam pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Pelarut tersebut yaitu etanol, etil asetat dan campuran etanol dan etil asetat. Maserasi dilakukan selama 24 jam yang disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 0 derajat. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan rendemen ekstraksi dan mendapatkan ekstrak yang mempunyai susunan senyawa aroma mirip dengan andaliman segar berdasarkan uji sensori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan rendemen diperoleh dari ekstrak yang dimaserasi dengan pelarut etanol, kemudian campuran etanol dan etil asetat, etil asetat. Sedangkan analisis sensori menunjukkan bahwa ekstrak dari campuran etanol dan etil asetat mendapat skor tertinggi karena mempunyai aroma mirip dengan andaliman segar. Analisis dengan GC-MS terhadap ekstrak yang memiliki senyawa aroma mirip dengan andaliman segar diperoleh bahwa geranil asetat dan sitronelal merupakan komponen aroma utama. Hasil pengamatan tambahan diketahui bahwa geranil asetat dan sitronelal merupakan senyawa utama juga dari ekstrak alkohol dan etil asetat dan pencampuran pelarut etanol dan etil asetat juga meningkatkan rendemen kelompok senyawa ester, alkana dan aldehid.

Kata kunci: andaliman, maserasi, etanol, etil asetat, campuran etanol dan etil asetat

ABSTRACT: Andaliman are a forest plant containing functional aroma compounds. Andaliman was macerated using 3 different types of solvents with different levels of polarity. The solvents were ethanol, ethyl acetate and a mixture of ethanol and ethyl acetate. Maseration was carried out for 24 hours stored in a refrigerator at 0 degrees. This study aims to be able to increased extraction yields and obtain extracts that have a composition of aroma compounds similar to fresh andaliman based on sensory tests. The results showed that the yield sequence obtained from the extract was macerated with ethanol solvent, then ethanol and ethyl acetate mixture. While the sensory analysis showed that the extract from a mixture of ethanol and ethyl acetate got the highest score because it had a aroma similar to fresh andaliman. GC-MS analysis of extracts which had aroma compounds similar to fresh andaliman obtained that geranil acetate and citronellal are the main components of aroma. Additional observations revealed that geranil acetate and citronellal were the main compounds also from alcohol and ethyl acetate extract. Mixing ethanol and ethyl acetate solvents also increased the yield of groups of alcohols, esters, alkanes and aldehydes.

Keywords: andaliman, maseration, ethanol, ethyl acetate, mix of ethanol and ethyl acetate

1. Pendahuluan

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*), merupakan rempah yang digunakan pada masakan khas Batak, yang mempunyai aroma seperti jeruk

dan sensasi trigeminal yang unik, terasa pedas bergetar diujung lidah (Wijaya *et al.*, 2001).

Andaliman dapat meningkatkan sistem imunostimulan (Purba dan Sinaga, 2017).

Andaliman mudah mengalami kerusakan apabila disimpan segar sehingga senyawa aromanya yang mudah menguap dan mengandung senyawa fungsional menjadi hilang. Apabila ingin mendapatkan senyawa aroma fungsional bahan yang mengandung minyak atsiri dapat dilakukan ekstraksi namun hasilnya bergantung terhadap metode ekstraksi (Wijaya *et al.*, 2002).

Namun ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil ekstrak diantaranya yaitu jenis pelarut dan metode ekstraksi yang digunakan. Pemilihan pelarut merupakan faktor penting untuk mendapatkan senyawa apa yang akan diekstrak. Dai dan Mumper (2010) menuliskan bahwa jenis pelarut dengan berbagai polaritas, waktu ekstraksi, suhu, rasio sampel-pelarut dapat mempengaruhi hasil ekstraksi dan sifat kimia-fisik. Bahan baku sediaan herbal untuk *medicine* dapat diekstrak dengan baik oleh etanol 96% (Arifianti *et al.*, 2014). Pada penelitian ini diperlukan ekstrak yang bersifat non polar, karena senyawa-senyawa yang mempunyai aroma mirip dengan andaliman segar kebanyakan bersifat non polar, antara lain seperti geraniol asetat, sitronelal dan limonene yang merupakan senyawa aroma utama pada andaliman (Tabel 1). Oleh karena itu digunakan pelarut etil asetat karena bersifat nonpolar sehingga dapat mengekstrak senyawa-senyawa non polar dari andaliman. Pelarut yang digunakan adalah pelarut teknis karena harganya murah dan diperoleh senyawa aroma yang diinginkan, sedangkan menggunakan pelarut pro analis yang merupakan pelarut murni harganya mahal.

Penelitian ekstraksi andaliman sudah dilakukan antara lain oleh Wijaya *et al.* (2001), yang melaporkan bahwa ekstraksi andaliman dapat dilakukan dengan maserasi sehingga dapat memberikan sensasi aroma ekstrak yang mirip dengan bahan yang diekstrak. Akyla (2014) melaporkan bahwa perbandingan bahan padat dan pelarut pada maserasi andaliman sudah dilakukan sebesar 1:1.67 (v.v), sedangkan ekstraksi andaliman menggunakan etanol untuk keefektifan ekstraksi (Arifianti, 2014), sedangkan etil asetat untuk mendapatkan senyawa yang hidrofobik, oleh karena itu dilakukan pencampuran pelarut etanol dan etil asetat. Akyla (2014) mengekstraksi andaliman menggunakan pelarut etanol dan etil asetat 1:1 untuk mendapatkan ekstrak yang mengandung senyawa mirip dengan andaliman segar. Ramadhani *et al* (2015). melaporkan bahwa lama dan suhu ekstraksi andaliman yang menggunakan metode maserasi mempengaruhi komponen menguap yang diekstrak. Suhu ekstraksi

40 °C lebih baik dari suhu 50 °C, dan lama ekstraksi mempengaruhi jenis senyawa utama yang dihasilkan.

Banyak senyawa aroma yang diekstrak dari tanaman, aromanya tidak seperti bahan segarnya. Oleh karena itu ekstraksi andaliman menggunakan pelarut polar, non polar dan campuran polar dan non polar seperti etanol, etil asetat dan campuran etanol dan etil asetat bertujuan untuk dapat mengekstrak senyawa senyawa aroma andaliman yang mempunyai aroma mirip andaliman segar dan diharapkan mempunyai rendemen relatif tinggi. Untuk mengetahui perbedaannya dari masing-masing ekstrak akibat perlakuan jenis pelarut maka perlu dikarakterisasi menggunakan GC-MS.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah buah Andaliman yang diperoleh dari Pasoburan Kabupaten Tobasa, Sumatera Utara yang mempunyai warna buah hijau. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah etanol teknis 96%, etil asetat, campuran etanol dan etil asetat teknis dengan perbandingan 1:1.

2.2. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain timbangan analitik merek Mettler toledo, type PG 2002-S made in Switzerland tahun 2000, mesin penghancur dishmill, peralatan gelas seperti gelas ukur, botol gelas untuk menyimpan ekstrak andaliman, erlenmeyer, *cabinet dryer* type Ithu, evaporator dan *gas chromatography-mass spectrometry* GC-MS - QP 2010 ultra merek Shimadzu dengan kolom Rtx®-5MS.

2.3. Metode

2.3.1. Proses pengeringan andaliman

Pada penelitian ini buah segar andaliman disortasi, dicuci, dan dikeringkan pada suhu 50°C dengan oven pengering selama 6 jam (Napitupulu, 2014), kemudian untuk memperbesar luas permukaan sentuh daerah serapan pelarut maka dilakukan pengecilan ukuran menggunakan mesin penghancur untuk menghasilkan simplisia kering berukuran 20 mesh. Simplisia kering andaliman dibungkus dengan aluminium foil berlaminasi plastik dan disimpan pada *freezer* sebelum digunakan.

Tabel.1
Profil senyawa aroma

Senyawa	Retention time (RT)	Et (%)	EA (%)	Et+EA (%) (1:1)
Alkohol	9.3	15.99	8.12	15.52
Beta Linalool	11.8	0.91	0.72	1.02
Citronellol	14.4	3.93	2.70	4.45
Geraniol	15.0	5.27	3.61	1.88
Phytol	24.2	2.65	-	-
Nerol	-	-	-	7.04
Germacren- D-4-ol	20.8	1.34	1.09	-
trans-2-Dodecen-1-ol	13.2	-	-	0,31
2-Octanol, 8,8-dimethoxy-2,6-dimethyl	15.9	-	-	0.82
Asam karboksilat		3,08	-	-
(R)-(+)-Citronellic acid	16.2	1,12	-	-
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid	25.5	1.96	-	-
Ester	-	47.59	31.22	51.09
Metil sinamat	17.5	1.05	0.76	0.96
Geraniol asetat	17.4	37.26	29.03	47.83
E E Farnesil asetat	24.4	-	-	2,3
Fumaric acid, hexyl 2,2,2-trifluoroethyl ester	22.6	3.00	-	-
Metil linoleat		2,87	-	-
Sitronelil asetat	16.7	2,34	-	-
Geraniol formate		-	-	0,38
Aldehid		11.06	13.40	15.74
Citronellal	12.9	9.95	9.56	12.92
Betha citral	14.9	-	-	0,77
alpha.-Citral	15.3	-	-	2.05
Neral		1.11	0.93	-
Geraniol	15.2	-	2.91	-
Alkena		8.2	9.34	13.12
cis-beta-Farnesene	18.6	1.11	1.11	-
Caryophyllene	18.2	2.34	2.64	2.20
(E)-beta.-Farnesene	18.6	-	-	1.14
beta.-Myrcene		-	1.03	-
(Z)-betha ocimen	10.6	-	4.56	0.54
Alpha farnesen		1.07	-	7.00
2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-	15.3	-	-	2.24
2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-, O-methyloxime		0.88	-	-
1,7-Octadiene, 2,7-dimethyl-3,6-bis (methylene)	19.9	2.80	-	-
Sikloalkena		7.25	36.88	12.46
D-Limonene	10.2	0.88	26.89	5.54
Alpha pinen	-	-	2.04	-
Beta-copaene	19.2	5.03	4.82	5.59
1-Hydroxy-1,7-dimethyl-4-isopropyl-2,7-cyclodecadiene	20.8	1.34	1.09	1.33
Aromatik		2.61	1.49	2.17
gamma.-Elemene	19.5	1.56	1.49	1.41
Penta methyl benzene sulfonyl chloride	23.7	1.05	-	-
Geraniol format	15.8	-	-	0,38
Keton		-	-	2.32
Ethanon	22.5	-	-	2.32
Amina		5.76	-	-
Cyclohexyl-(3a,6-dimethyl-3a,4,5,7a-tetrahydro-3H-benzofuran-2-ylidene)-amine		5.76	-	-

2.3.2. Ekstraksi

Serbuk simplisia buah andaliman dimaserasi dengan pelarut etanol, etil asetat, campuran etanol dan etil asetat (1:1), kemudian didiamkan selama 24 jam dalam lemari pendingin suhu 0°C, lalu disaring dan filtrat dikumpulkan dalam suatu wadah kemudian disimpan dikulkas sebelum digunakan. Masing masing filtrat diuapkan dengan evaporator pada suhu 50°C, sampai diperoleh ekstrak kental. Masing masing ekstrak andaliman

yang diperoleh dihitung rendemen, penghitungan rendemen (Kamarudin *et al.*, 2016) sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{a}{b} \times 100$$

Keterangan:

a: berat ekstrak

b. berat sampel

2.3.3. Uji sensori

Uji sensori ekstrak andaliman dilakukan menggunakan uji skoring untuk menentukan pelarut yang menghasilkan aroma ekstrak mirip dengan andaliman segar, menggunakan panelis semi terlatih (Wijaya *et al.*, 2001). Seleksi panelis dilakukan terhadap kemampuan dasar untuk mencium aroma.

Tahapan seleksi yang dilakukan adalah wawancara, seleksi dokumen/melalui isian pertanyaan latihan dan uji kemampuan (Setyaningsih *et al.*, 2010). Seleksi terhadap kemampuan penginderaan difokuskan terhadap aroma. Pemilihan panelis dilakukan terhadap 25 orang. Panelis diminta untuk menyebutkan senyawa aroma yang ada di dalam botol menggunakan indera penciuman. Panelis diperkenalkan terlebih dahulu terhadap senyawa aroma vanili, citrus oil (*lemon*), gula (*sweaty*), aroma susu (*milky*), minyak cengkeh (*eugenol*), heksanal (*green*), kemudian diminta untuk mengisi lembar analisis.

Pada uji skoring sampel yang digunakan ada 3 yaitu ekstrak etanol, ekstrak etil asetat, ekstrak campuran etanol dan etil asetat. Penilaian menggunakan skala dengan angka 1 sampai 6, angka satu nilai terendah dan angka 6 nilai tertinggi. Analisis sidik ragam dilanjutkan dengan uji Duncan, digunakan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan dari jenis pelarut yang digunakan.

2.3.4. Profil senyawa aroma pada oleoresin andaliman dengan gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), modifikasi Wijaya *et al.* (2001).

Analisis kromatografi gas-spektroskopi masa terhadap oleoresin andaliman menggunakan GC-MS – QP 2010 ultra, merek Shimadzu dengan kolom Rtx®-5MS, panjang 30m, tebal 0,25µm, diameter 0,25mm, kondisi kromatografi dengan suhu injektor 250°C, split 25:1 carrier gas helium 0,8 ml/menit, suhu oven 50°C, selama 3 menit selanjutnya di program pada suhu 8°C /min sampai 230 °C, MS interface 230°C, scan mass 60m/z-650m/z, library NIST11.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rendemen ekstrak

Ekstraksi senyawa aroma andaliman menggunakan tiga macam pelarut untuk mendapatkan rendemen yang tinggi dan ekstrak yang mengandung aroma serupa dengan andaliman segar dianalisis berdasarkan rendemen (Gambar 1),

Pemilihan pelarut sangat mempengaruhi hasil ekstraksi. Menurut Arifianti *et al.* (2014) jenis pelarut pengeksrak juga mempengaruhi jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak.

Gambar 1, Rendemen ekstrak andaliman

Persentase rendemen ekstrak andaliman dari tiga pelarut berkisar dari 5.35-6.54 % (Gambar 1). Berdasarkan analisis sidik ragam dan uji lanjut Duncan rendemen ekstrak etanol, berbeda dengan etil asetat dan ekstrak campuran etanol dan etil asetat (1:1). Rendemen tertinggi diperoleh dari ekstrak yang dimaserasi menggunakan etanol sebesar 6.54%, kemudian ekstrak campuran etanol dan etil asetat sebesar 6.05%, sedangkan rendemen terendah dari ekstrak andaliman yang dimaserasi menggunakan etil asetat sebesar 5.35%. Rendemen ekstrak yang diperoleh dari maserasi menggunakan etanol paling tinggi karena senyawa etanol merupakan pelarut yang semi polar sehingga senyawa-senyawa yang dapat diekstraknya adalah senyawa polar dan semi polar. Selain itu pelarut etanol dapat mengekstrak senyawa senyawa gula dan protein (Wijaya *et al.*, 2001). Sehingga rendemennya lebih tinggi dibanding dengan ekstrak lainnya. Kelarutan senyawa bergantung pada sifat polaritas bahan dan pelarutnya. Tingkat polaritas suatu senyawa dapat ditunjukkan dengan konstanta dielektrikum suatu pelarut, dimana semakin tinggi konstanta dielektrikum maka suatu pelarut semakin polar. Urutan nilai konstanta dielektrikum untuk etanol 16.2 dan etil asetat 6 (Anonymous, 2018). Pelarut tidak polar mengekstrak senyawa tidak polar, oleh karena itu etil asetat yang mempunyai konstanta dielektrikum 6 (pelarut non polar) maka akan mengekstrak senyawa senyawa tidak polar.

3.2. Analisis uji sensori

Berdasarkan seleksi awal secara tertulis dipilih 18 panelis dari 25 orang panelis kemudian diberikan penilaian terhadap sampel untuk melakukan uji sensori berdasarkan uji skoring.

Analisis sensori menggunakan uji skoring untuk menilai kemiripan aroma ekstrak andaliman. Pemberian skor untuk menetapkan nilai sensorik ekstrak dengan skor yang diberikan 1-6. Angka 1

paling tidak mirip dan angka 6 paling mirip dengan senyawa aroma andaliman segar.

Gambar 2. Grafik uji sensori ekstrak andaliman dari tiga pelarut.

Berdasarkan analisis sidik ragam dan uji lanjut Duncan ekstrak campuran etanol dan etil asetat mempunyai skor berbeda dengan ekstrak etanol, dan ekstrak etil asetat. Skor tertinggi dari campuran etanol dan etil asetat sebesar 4.94, Pelarut campuran etanol dan etil asetat mempunyai nilai mendekati angka 6, artinya dapat mengekstrak senyawa aroma mirip dengan andaliman segar. Sedangkan pelarut etil asetat mempunyai skor 1.72 artinya senyawa yang diekstrak menggunakan pelarut etil asetat tidak mirip dengan aroma andaliman segar karena mendekati nilai 1.

A. 3.3. Analisis profil senyawa

Berdasarkan uji sensori bahwa campuran pelarut etanol dan etil asetat mempunyai senyawa aroma mirip dengan andaliman segar. Untuk melihat senyawa apa yang menyusun aroma andaliman, maka perlu dilakukan pencirian senyawa aroma menggunakan GC-MS. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3. Puncak tertinggi ada pada waktu retensi 12 dan 17. Puncak ini adalah geranil asetat dan sitranelal yang merupakan senyawa utama dari ketiga ekstrak andaliman pada penelitian ini. Sedangkan Wijaya *et al.* (2001), melaporkan pada penelitiannya bahwa senyawa utama pada ekstrak andaliman yang dimaserasi menggunakan dietil eter dihasilkan senyawa utama geranil asetat dan limonene. Namun sitranelal merupakan senyawa aroma kunci utama setelah dilakukan analisis *Aroma extract dilution analysis* (AEDA) dan diamati dengan GC-olfaktometri. Meskipun jumlah sitranelal hanya 5.63% menurut analisis dengan GC-MS, sitranelal mempunyai intensitas tinggi (Wijaya *et al.*, 2001). Analisis AEDA adalah prosedur secara kuantitatif dari kromatografi gas olfaktometri (GCO) untuk menentukan potensi bau dalam ekstrak makanan. Setelah bau dengan faktor pengenceran rasa tertinggi diidentifikasi, konsentrasi mereka dalam makanan dikuantifikasi dan nilai aktivitas bau mereka (*Odour Activity Values*; OAVs) dihitung (Grosch, 1993).

Pencampuran etanol dan etil asetat diperoleh peningkatan jumlah senyawa golongan, ester, aldehid dan alkena (Tabel 1). Selain itu diperoleh senyawa-senyawa yang tidak ada pada ekstrak etanol dan ekstrak etil asetat, yaitu geranil format, E.E farnesil asetat, trans-2-Dodecen-1-ol, 8.8-dimethoxy-2.6-dimethyl, nerol, E betha farnesen, 2.6-Octadiene 2.6-dimethyl, α citral, β citral, dan ethanon.

Menurut Chang dan Gun-Hee (2008), sitranelal dan geranyl acetate merupakan senyawa utama kedua dan ketiga dari *Z. schinifolium*. Sedangkan limonene, geranyl acetate, dan cryptone merupakan tiga senyawa utama dari *Z. piperitum* (Chang dan Gun-Hee 2008). Menurut Yang (2008) limonene merupakan senyawa utama juga dari *green huajiao* dan *red huajiao*. Bahkan Yang (2008) mengatakan bahwa limonene merupakan salah satu dari 6 top senyawa *Zanthoxylum*.

Pencampuran pelarut menyebabkan perubahan komposisi dan jumlah senyawa yang diekstrak. Pencampuran etanol dan etil asetat diperoleh ekstrak yang mengandung senyawa golongan alkohol yang jumlahnya relatif sama dengan ekstrak yang menggunakan pelarut alkohol namun bila dibandingkan dengan pelarut etil asetat jumlahnya meningkat. Berdasarkan hasil yang diperoleh didapat informasi tambahan dari literatur, yaitu menurut Al Rubiay *et al.* (2008), senyawa aroma dari golongan alkohol mempunyai sifat antibakteri.

Pencampuran pelarut etanol dan etil asetat (Tabel 1) mengekstrak senyawa sitranelal sebesar 12.92%, geranil asetat sebesar 47.83%. Jumlah ini

Gambar 3. Kromatogram ekstrak andaliman dari tiga pelarut

terjadi peningkatan bila dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut tunggalnya saja. Jadi pencampuran pelarut menguntungkan terhadap peningkatan senyawa fungsional khususnya anti bakteri. Dorman dan Dean (2000)

melaporkan bahwa sitronelal merupakan antibakteri *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporogenes*, *Fl. suaveolens*, *M. luteus* dan *Pseudomonas aeruginosa*, sedangkan Geranil asetat juga berfungsi sebagai senyawa anti bakteri (Doman dan Dean 2000; Rui-Xue *et al.*, 2011). Soo-im *et al.* (2008) menambahkan bahwa geranil asetat dan sitronelal merupakan senyawa anti bakteri *B. cereus* dari *Z. schinifolium* dan *Z. piperitum*.

4. Kesimpulan dan Saran

Ekstraksi andaliman yang menggunakan campuran pelarut alkohol dan etil asetat menghasilkan senyawa aroma mirip dengan andaliman segar berdasarkan uji sensorinya. Geranil asetat dan sitronelal merupakan senyawa utama dari ekstrak etanol, etil asetat dan campuran etanol dan etil asetat. Selain itu, ditemukan informasi tambahan dari analisis dengan GC-MS adalah bahwa pencampuran pelarut etanol dan etil asetat meningkatkan rendemen kelompok senyawa ester, alkana dan aldehid yang berdasarkan literatur senyawa-senyawa tersebut berpotensi sebagai anti bakteri.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Industri Agro atas dana penelitian yang diberikan pada tahun 2015, sehingga terselenggaranya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akyla, C. (2014). Effect of spray drying encapsulation method of favour quality of andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) powder. (Tesis). Jakarta: Universitas Pelita Harapan.
- Al-Rubiay, K.K., Jaber, N.N., AlMhaawe, B.H & Airubaiy, L.K. (2008). Antimicrobial efficacy of henna extracts. *Oman Med J*. 23(4): 253–256.
- Anonymous. (2018). List of dielectric constants. Vega Grieshaber KG. [https://www.vega.com/-/media/PDF-files/List of dielectric constants EN.ashx](https://www.vega.com/-/media/PDF-files/List%20of%20dielectric%20constants%20EN.ashx). (3 Desember 2017).
- Arifianti, L, Oktarina, R.D. & Kusumawati I. (2014). Pengaruh jenis pelarut pengekstraksi terhadap kadar sinensetin dalam ekstrak daun *Orthosiphon stamineus* Benth. *E-J Planta Husada* 2(1):1-4
- Chang K.M, & Gun-Hee, K. (2008). Analysis of aroma components from *Zanthoxylum*. *Food science and biotech* 17(3):669-674
- Dai, J & Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*. 15: 7313-7352, doi:10.3390/molecules15107313
- Dorman, H.J.D & Dean S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J of Appl Micro*. 88:308-316
- Grosch, W. (1993). Detection of potent odorants in foods by aroma extract dilution analysis. *Trends in Food Science & Technology* 4:68-73
- Kamarudin, N.A., Markom, M & Latip, J. (2016). Effects of solvents and extraction methods on herbal plants *phyllanthusniruri*, *orthosiphon stamineus* and *Labisia pumila*. *Indian J of Sci and Tech*. 9 (21):1-5. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i21/9523.
- Napitupulu, F.I.R. (2014). Optimasi pengeringan untuk mendapatkan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) kering dengan mutu sensori Aroma dan sensasi trigeminal optimum (Skripsi). Bogor (ID): Institute Pertanian Bogor
- Purba, S.T & Sinaga, D.P. (2017). Evaluasi potensi ekstrak tumbuhan andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) sebagai imunostimulan pada tikus (*Rattus norvegicus* L.) *Prosiding Seminar Nasional III Biologi dan Pembelajarannya* Universitas Negeri Medan, 08 September 2017
- Ramadhani, M.Y., Wardayanie, N.I.A., Rienoviar, Mahardini, T & Wirawan, I. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Komponen Volatil yang Terlibat pada Ekstraksi Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* D.C). *Warta IHP*. 32 (1): 9-15.
- Rui-Xue Z, Zhong K, Wei-Cai Z, Xue-Yun H, Xue-Quan G, Zhi-Feng Z, & Gao, H. (2011). Essential oil composition and antibacterial activity of *Zanthoxylum bungeanum*. *African J of Microbiology Research* 5(26): 4631-4637. doi : 10.5897/AJMR11.772
- Setyaningsih, D., Apriyantono A, & Sari MP. (2010). *Analisis sensori*. Untuk industri pangan dan agro. Bogor. IPB Press.
- Soo-im, C., Kyung-Mi, C., Yong-Soo, L & Gun-hee, K. (2008). Antibacterial Activity of Essential Oils from *Zanthoxylum piperitum* A.P. D.C. and *Zanthoxylum schinifolium*. *Food Science and Biotech* 17.(1): 195-198
- Wijaya, C.H., Irene, T.H., & Anton, A. (2001). Komponen volatil dan karakterisasi komponen kunci aroma buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *J Tek dan Industri Pangan*. 12 (2):117-125.
- Wijaya, C.H., Irene, T.H., & Anton A. (2002). Identification of volatil compound and key aroma compund of andaliman fruit *Zanthoxylum acanthopodium* D.C. *Food Sci. Biotechnol*. 11(6): 680-683
- Yang, X. (2008). Aroma Constituents and Alkylamides of Red and Green Huajiao (*Zanthoxylum bungeanum* and *Zanthoxylum schinifolium*). *J. Agric. Food Chem*. 56: 1689–1696, doi: 10.1021/jf0728101 CCC