

**PROFIL FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK
METANOL KULIT BATANG ANDALIMAN (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.)
ASAL SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia



Oleh

DIAN FAUZIAH

1501381

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

**PROFIL FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI
EKSTRAK METANOL KULIT BATANG ANDALIMAN (*Zanthoxylum
acanthopodium* DC.) ASAL SUMATERA UTARA**

Oleh
Dian Fauziah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Dian Fauziah 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

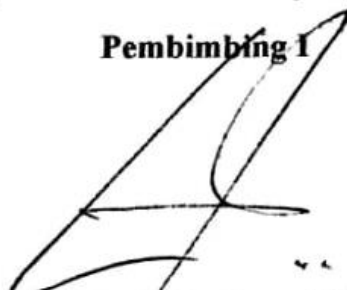
Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

DIAN FAUZIAH

**PROFIL FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
DARI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG ANDALIMAN
(*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) ASAL SUMATERA UTARA**


Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Iqbal Musthapa, M.Si.
NIP. 197512232001121001

Pembimbing II



Gun Gun Gumilar, S.Pd., M.Si.
NIP. 197906262001121001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si.
NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Penelitian profil fisikokimia terhadap ekstrak metanol kulit batang andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) telah dilakukan. Penelitian sebelumnya terhadap tanaman andaliman memperlihatkan adanya beberapa metabolit sekunder dari golongan senyawa fenolik dan non fenolik. Keberadaan senyawa-senyawa ini mengakibatkan andaliman memiliki berbagai aktivitas biologis seperti antioksidan. Penelitian profil fisikokimia terhadap tanaman andaliman sudah dilakukan di berbagai Negara. Penelitian ini dilakukan terhadap tanaman andaliman khususnya pada jaringan kulit batang yang berasal dari endemik Indonesia, tepatnya Sumatera Utara. Pada penelitian ini dilakukan karakteristik simplisia kulit batang andaliman yang terdiri atas kadar air, kadar abu total, dan kadar abu tak larut dalam asam. Kemudian untuk mengetahui kandungan golongan metabolit sekunder dari ekstrak metanol kulit batang andaliman, dilakukan serangkaian penelitian dengan beberapa metode yang meliputi FTIR, KLT fase normal, dan KLT fase terbalik. Hasil dari penelitian karakteristik simplisia kulit batang andaliman diperoleh kadar air $9,54 \pm 0,01\%$, kadar abu total $7,11 \pm 0,01\%$, dan kadar abu tak larut asam $0,09 \pm 0,01\%$. Hasil dari profil fisikokimia ekstrak metanol kulit batang andaliman dengan metode FTIR memperlihatkan adanya gugus fungsi O-H, C-H sp^3 , dan C=C aromatis, yang merupakan gugus-gugus yang khas untuk golongan senyawa fenolik. Pada analisis KLT fase normal memperlihatkan adanya enam senyawa dengan nilai Rf 0,20; 0,35; 0,55; 0,65; 0,77; 0,85 (n-heksana:etil asetat (7:3)), serta KLT fase terbalik juga memperlihatkan adanya enam senyawa dengan nilai Rf 0,15; 0,28; 0,40; 0,72; 0,77; 0,85 (metanol 100%). Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol kulit batang andaliman dengan menggunakan metode DPPH, diperoleh nilai IC_{50} sebesar 110,37 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak metanol kulit batang andaliman mengandung adanya enam senyawa fenolik, serta memiliki potensi sebagai antioksidan.

Kata kunci: *Zanthoxylum acanthopodium*, profil fisikokimia, aktivitas antioksidan.

ABSTRACT

Physicochemical profile of methanol extract of andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.) stem bark has been conducted. Previous research of the andaliman plant shows that there are several secondary metabolites of phenolic and non phenolic compounds. The existence of this compound has caused andaliman to several have biological activities such as antioxidant. Physicochemical profile of andaliman plants has been carried out in several countries. Thus, this research was carried out of andaliman plants, especially in stem bark tissue from endemic Indonesia, exactly North Sumatra. In this study, characteristics of andaliman stem bark simplicia consisted of water content, total ash content, and acid insoluble ash content, then to determine the secondary metabolites content of methanol extract of andaliman stem bark, a series of studies were carried out with several methods, including FTIR, normal phase TLC, and reverse phase TLC. The results of characteristics of andaliman stem bark simplicia was obtained water content of $9.54 \pm 0.01\%$, total ash content of $7.11 \pm 0.01\%$, and acid insoluble ash content of $0.09 \pm 0.01\%$. The results of the physicochemical characteristics of methanol extract of andaliman stem bark with FTIR method showed functional groups O-H, C-H sp^3 , and C=C aromatic, which are specific groups for phenolic compounds. In the normal phase TLC, showed the presence of six compounds with Rf value of 0.20; 0.35; 0.55; 0.65; 0.77; 0.85 (n -hexane: ethyl acetate (7:3)), and the reverse phase TLC, also showed the presence of six compounds with Rf value of 0.15; 0.28; 0.40; 0.72; 0.77; 0.85 (methanol 100%). The results of the antioxidant activity assay of methanol extract of andaliman stem bark using DPPH method, obtained IC₅₀ values of 110.37 ppm. Based on the results of the study, methanol extract of andaliman stem bark contains six phenolic compounds, and potentially as antioxidants.

Keywords: *Zanthoxylum acanthopodium, physicochemical profile, antioxidant activity.*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian	2
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Botani Genus <i>Zanthoxylum</i>	4
2.2 Tinjauan Kimia Genus <i>Zanthoxylum</i>	6
2.2.1 Fenolik	6
2.2.2 Non Fenolik	12
2.3 Aktivitas Biologis dari Genus <i>Zanthoxylum</i>	15
2.4 <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> (FTIR).....	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Metode Penelitian.....	19

3.3.1	Karakteristik Simplisia	20
3.3.2	Profil Fisikokimia	22
3.3.3	Aktivitas Antioksidan	22
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Karakteristik Simplisia.....	25
4.1.1	Kadar Air Simplisia.....	25
4.1.2	Kadar Abu Total Simplisia.....	26
4.1.3	Kadar Abu Tak Larut Asam	26
4.2	Hasil Karakteristik Fisikokimia.....	27
4.2.1	Analisis Gugus Fungsi Berdasarkan Spektroskopi FTIR	28
4.2.2	Hasil Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	29
4.3	Aktivitas Antioksidan.....	31
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		35
5.1	Simpulan.....	35
5.2	Implikasi dan Rekomendasi	35
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN.....		43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Distribusi Senyawa Flavonoid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	7
Tabel 2.2 Distribusi Senyawa Lignan Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	8
Tabel 2.3 Distribusi Senyawa Kumarin Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	10
Tabel 2.4 Distribusi Senyawa Alkaloid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	11
Tabel 2.5 Distribusi Senyawa Triterpen Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	12
Tabel 2.6 Distribusi Senyawa Saponin Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	13
Tabel 2.7 Distribusi Senyawa Steroid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	15
Tabel 2.8 Daerah Serapan IR Beberapa Gugus Fungsi	18
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kadar Air Simplisia Kulit Batang Andaliman.....	25
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kadar Abu Total Simplisia Kulit Batang Andaliman	26
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kadar Abu Tak Larut Asam Simplisia Kulit Batang Andaliman	27
Tabel 4.4 Daerah Serapan Gugus Fungsi Ekstrak Metanol Kulit Batang Andaliman	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> DC.).....	6
Gambar 2.2 Stuktur Senyawa Golongan Flavonoid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	8
Gambar 2.3 Stuktur Senyawa Golongan Lignan Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	9
Gambar 2.4 Stuktur Senyawa Golongan Kumarin Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	10
Gambar 2.5 Stuktur Senyawa Golongan Alkaloid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	12
Gambar 2.6 Stuktur Senyawa Golongan Triterpen Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	13
Gambar 2.7 Stuktur Senyawa Golongan Saponin Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	14
Gambar 2.8 Stuktur Senyawa Golongan Steroid Pada Genus <i>Zanthoxylum</i>	15
Gambar 2.9 Reaksi Antara Radikal DPPH dengan Senyawa Antioksidan	17
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Spektrum IR Ekstrak Metanol Kulit Batang Andaliman	28
Gambar 4.2 Kromatogram KLT Fase Normal Pada Perbandingan Eluen N- Heksana:Etil Asetat 7:3 Setelah Disinari Lampu UV 254 nm.....	30
Gambar 4.3 Kromatogram KLT Fase Terbalik Pada Eluen Metanol 100% Setelah Disinari Lampu UV 254 nm.....	31
Gambar 4.4 Grafik % Inhibisi Terhadap Konsentrasi Asam Askorbat	32
Gambar 4.5 Grafik % Inhibisi Terhadap Konsentrasi Ekstrak Metanol Kulit Batang Andaliman	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan Karakteristik Simplisia	43
Lampiran 2 Data Perhitungan Nilai Rf Kromatografi Lapis Tipis.....	47
Lampiran 3 Data Hasil Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat	49
Lampiran 4 Data Hasil Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Andaliman	50
Lampiran 5 Spektrum Inframerah (IR)	51
Lampiran 6 Dokumentasi	52

DAFTAR PUSTAKA

- Arruda, M. S., Fernandes, J. B., Vieira, P. C., Da Silva, M. F. D. G., & Pirani, J. R. (1992). Chemistry of *Zanthoxylum rhoifolium*: A New Secofuroquinoline Alkaloid. *Biochemical systematics and ecology*, 20, (2), 173-178.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., & Warditiani, N. K. (2013). Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*, 1-7.
- Bappenas. (2003). *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan*. Jakarta: Dokumen Nasional Bappenas.
- Bastos, J. K., Albuquerque, S., & Silva, M. L. (1999). Evaluation of The Trypanocidal Activity of Lignans Isolated from the Leaves of *Zanthoxylum naranjillo*. *Planta Medica*, 65, (6), 541-544.
- Batool, F. A. R. H. A. T., Sabir, S. M., Rocha, J. B. T., Shah, A. H., Saify, Z. S., & Ahmed, S. D. (2010). Evaluation of Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Fruit Extract from *Zanthoxylum alatum*: a Commonly Used Spice from Pakistan. *Pak J Bot*, 42, (6), 4299-311.
- BPOM RI. (2014). *Persyaratan Mutu Obat Tradisional*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier dan C. Berset. (1995). Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Chen, I. S., Lin, Y. C., Tsai, I. L., Teng, C. M., Ko, F. N., Ishikawa, T., & Ishii, H. (1995). Coumarins and Anti-Platelet Aggregation Constituents from *Zanthoxylum schinifolium*. *Phytochemistry*, 39, (5), 1091-1097.
- Chen, I. S., Tsai, I. W., Teng, C. M., Chen, J. J., Chang, Y. L., Ko, F. N., ... & Pezzuto, J. M. (1997). Pyranoquinoline Alkaloids from *Zanthoxylum simulans*. *Phytochemistry*, 46, (3), 525-529

- Cheng, M. J., Yang, C. H., Lin, W. Y., Lin, W. Y., Tsai, I. L., & Chen, I. S. (2002). Chemical Constituents from the Leaves of *Zanthoxylum schinifolium*. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 49(1), 125-128.
- Departemen Kesehatan RI. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan.
- Dzulfiqor, Y., Akbar, B., & Susilo, S. (2015). Uji Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella Asiatica* L. Urban) Terhadap Fertilitas Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Betina pada Tahap Praimplantasi. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 8, (2), 101-108.
- Feitosa, E. M. A., Arriaga, A. M. C., Lemos, T. L. G., Lima, J. Q., Nunes e Vasconcelos, J., Oliveira, M. C. F., ... & Nascimento, R. F. (2007). *Zanthoxylum articulatum* Engler (Rutaceae) Essential Oil: Chemical Composition and Larvicidal Activity. *Journal of Essential Oil Research*, 19, (4), 384-386.
- Fish, F., Gray, A. I., & Waterman, P. G. (1975). Alkaloids, Coumarins, Triterpenes and a Flavanone from the Root of *Zanthoxylum dipetalum*. *Phytochemistry*, 14, (9), 2073-2076.
- Gaur, R. D. (1999). *Flora of the District Garhwal North West Himalaya: With Ethnobotanical Notes*. Srinagar: Trans Media.
- Gritter, R. J. (1991). *Pengantar kromatografi. edisi kedua*. Terjemahkan Kosasih Padmawinata. Bandung: Penerbit ITB.
- Guleria, S., Tiku, A. K., Koul, A., Gupta, S., Singh, G., & Razdan, V. K. (2013). Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Essential Oil and Extracts of *Zanthoxylum alatum* Grown In North-Western Himalaya. *The Scientific World Journal*, 2013.
- Hartley, T. G. (1966). A Revision of the Malesian Species of *Zanthoxylum* (Rutaceae). *J. Arnold Arboretum*, 47, (3), 171–221.
- Hudiyanti, Dwi. (2018). *Fosfolipida : Biosurfaktan*. Yogyakarta: Deepublish.

- Ju, Y., Zhao, Y., Still, C. C., & Sacalis, J. N. (2000). Cytotoxic compounds from *Zanthoxylum americanum*. *Tsinghua Science and Technology*, 5,(2), 159-162.
- Junaidi, P. A., & Idiawati, N. (2016). Aktivitas Bioinsektisida Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) Pada Kecoak (*Periplaneta americana* Linn.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5, (3).
- Karmakar, I., Haldar, S., Chakraborty, M., Dewanjee, S., & Haldar, P. K. (2015). Antioxidant and Cytotoxic Activity of Different Extracts of *Zanthoxylum alatum*. *Free Rad. Antiox*, 5, (1), 21-8.
- Kristanty, R.E., Suriawati, J. (2014). Cytotoxic and Antioxidant Activity of Petroleum Extract of Andaliman Fruits (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC.). *Inter. J. Of Pharm Tech Res*, 6, 1064–1069.
- Kristanty, Ruth E., Suriawati, J. (2015). The Indonesian *Zanthoxylum acanthopodium* DC. : Chemical And Biogical Values. *International Journal of Pharm Tech Research*, 8, (6), 313 – 321.
- Lijuan, R., Fenzhi, X., & Zhi, X. (1988). A New Benzofuran from the Root of *Zanthoxylum acanthopodium*. *Planta medica*, 54, (5), 466-467.
- Lung, J. K. S., & Destiani, D. P. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH. *Farmaka*, 15, (1), 53-62.
- Majumder, M., Sharma, H.K., Zaman, K., Lyngdoh, W. (2014). Evaluation of Physico-Chemical Properties and Antibacterial Activity of the Essential Oil Obtained from the Fruits of *Zanthoxylum Acanthopodium* DC. Collected from Meghalaya, India. *Inter. J. Of Pharm. And Pharmaceu. Sci*, 6, (5), 543–546.
- Manguwidjojo M, Sirait M & Siahaan M. (1995). *Telaah Buah Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium* DC.). Dalam Simposium Nasional Tumbuhan Obat dan Aromatik. Bogor : APINMAP.
- Markham, K. R. (1982). *Techniques of flavonoid identification* (Vol. 31). London: Academic press.

- Medhi, K., Deka, M., & Bhau, B. S. (2013). The genus *Zanthoxylum* a Stockpile of Biological and Ethnomedicinal Properties. *Open Access Scientific Reports*, 2, (3), 1-8.
- Molyneux, P. (2004). The Use of The Stable Free Radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, 26, (2), 211-219.
- Muhit, M. A., Choudhury, M. H., & Ahsan, M. (2018). Quinolone Alkaloids Along with Other Constituents from *Zanthoxylum rhetsa* and their Chemotaxonomic Significance Fatema-Tuz-Zohora, Md. Abdul Muhit, Choudhury Mahmood Hasan and Monira Ahsan. *Records of Natural Products*, 12, (6), 634.
- Mukhija, M., Singh, M. P., Dhar, K. L., & Kalia, A. N. (2015). Cytotoxic and antioxidant activity of *Zanthoxylum alatum* stem bark and its flavonoid constituents. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4, (4), 86.
- Pollio A, De Natale A, Appetiti E, Aliotta G, Touwaide A. (2008). Continuity and Change in the Mediterranean Medical Tradition: *Ruta* spp. (rutaceae) in Hippocratic Medicine and Present Practices. *J Ethnopharmacol*, 116, 469-482.
- Pratama, Saiful. (2017). Rempah-Rempah, Pengawet Alami Asal Tanah Air Ibu Pertiwi. [Online]. Diakses dari <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2017/12/26/rempah-rempah-pengawet-alamai-asal-tanah-air-ibu-pertiwi>.
- Rosidah, R., Zaitun Hasibuan, P. A., Haro, G., Masri, P., & Satria, D. (2018). Antioxidant Activity of Alkaloid Fractions of *Zanthoxylum acanthopodium* DC. Fruits with 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl Assay. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11, (13), 33.
- Ruth T. (2011). *Zanthoxylum*: A Low-Profile Asian Crop with Great Potential. *ECHO Asia Notes*, (8), 1-10.
- Samant, S. S., & Dhar, U. (1997). Diversity, endemism and economic potential of wild edible plants of Indian Himalaya. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 4, (3), 179-191.

- Sarastani, D., Soekarto, S. T., Muchtadi, T. R., Fardiaz, D., & Apriyantono, A. (2012). Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Ekstrak Biji Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.) [Antioxidant Activities of *Parinarium glaberrimum* Hassk Extracts and their Fractions]. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 13, (2), 149.
- Sayuti, Kesuma dan Rina Yenrina. (2015). *Antioksidan, Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Seal, Tapan. (2016). Hplc Determination of Phenolic Acids, Flavonoids And Ascorbic Acid in Four Different Solvent Extracts of *Zanthoxylum Acanthopodium*, A Wild Edible Plant of Meghalaya State of India. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3, (8), 103-109.
- Shahwar D., Shafiq-ur-Rehman, Ahmad N., Ullah S., Raza M.A. (2010). Antioxidant Activities of the Selected Plants from the Family Euphorbiaceae, Lauraceae, Malvaceae and Balsaminaceae. *African Journal of Biotechnology*, 9, (7), 1086-1096.
- Siddique S, Javed S, Nawaz S, Perveen Z, Khan RA, Khanum R, Shahzad K. (2012). Volatile Components and Antimicrobial Activity of Citrus Sinensis var. mosammi Leaves Oil. *J Med Plants Res*, 6, (11), 2184-2187.
- Silverstein, Robert M., G. Clayton B., Terence C. Morrill. (1986). *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organik*. Terjemahan A. J. Hartomo dan Anny V. P.). Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Somanabandhu, A., Ruangrunsi, N., Lange, G. L., & Organ, M. G. (1992). Constituents of the Stem Bark of *Zanthoxylum limonella*. *J. Sci. Soc. Thailand*, 18, 181-185.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (1992). SNI 01-2891-1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

- Stermitz, F. R., Caolo, M. A., & Swinehart, J. A. (1980). Alkaloids and Other Constituents of *Zanthoxylum williamsii*, *Z. monophyllum* and *Z. fagara*. *Phytochemistry*, 19, (7), 1469-1472.
- Sudjadi. (1988). *Metode pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tangjitjaroenkun, J., Chantarasriwong, O., & Chavasiri, W. (2012). Chemical Constituents of the Stems of *Zanthoxylum limonella* Alston. *Phytochemistry letters*, 5, (3), 443-445.
- Tsai, I. L., Lin, W. Y., Teng, C. M., Ishikawa, T., Doong, S. L., Huang, M. W., ... & Chen, I. S. (2000). Coumarins and Antiplatelet Constituents from the Root Bark of *Zanthoxylum schinifolium*. *Planta medica*, 66, (7), 618-623.
- Vaquette, J., Cavé, A., & Waterman, P. G. (1979). Alkaloids, Triterpenes and Lignans from *Zanthoxylum* sp. Sevenet 11831—a Species Inigenous to New Caledonia². *Planta Medica*, 35, (01), 42-47.
- Wangensteen, H., Ho, G. T. T., Tadesse, M., Miles, C. O., Moussavi, N., Mikolo, B., & Malterud, K. E. (2016). A New Benzophenanthridine Alkaloid and Other Bioactive Constituents from the Stem Bark of *Zanthoxylum heitzii*. *Fitoterapia*, 109, 196-200.
- Wijaya, CH, Hadiprodjo, IT & Apriyantono, A. (2001). Komponen Volatil dan Karakterisasi Komponen Kunci Aroma Buah Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC.). *J Teknol Indust Pangan*, 12, 117–125.
- Wibisono, Yusuf. (2017). *Biomaterial dan Bioproduk*. Malang: UB press.
- Yang, Seo Y., Lee, S.H., Tai, B.H., Jang, H.D., Kim, Y.H. (2018). Antioxidant and Anti-Osteoporosis Activities of Chemical Constituents of the Stems of *Zanthoxylum piperitum*. *Molecules*, 23, (457), 1-10.
- Yamazaki, E., Inaki, M., Kurita, O., Inoue, T. (2005). Antioxidant Activity of Japanese Pepper (*Zanthoxylum piperitum* DC.) Fruit. *Food chemistry*, 100, (2007), 171-177.

- Yanti, P. T., Nuriasari, N., & Juliana, K. (2011). Lemon pepper fruit extract (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) Suppresses the Expression of Inflammatory Mediators in Lipopolysaccharide-Induced Macrophages in Vitro. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 7, (4), 190-5.
- Yin, Lai C. (2003). *Chemical Constituents of Zanthoxylum acanthopodium* (Doctoral dissertation, Thesis).
- Zhang, W., Wang, Y., Geng, Z., Guo, S., Cao, J., Zhang, Z., ... & Deng, Z. (2018). Antifeedant Activities of Lignans from Stem Bark of *Zanthoxylum armatum* DC. against *Tribolium castaneum*. *Molecules*, 23, (3), 617.
- Zhang, Y., Wang, D., Yang, L., Zhou, D., & Zhang, J. (2014). Purification and Characterization of Flavonoids from the Leaves of *Zanthoxylum bungeanum* and Correlation Between Their Structure and Antioxidant Activity. *PloS one*, 9, (8), e105725.