

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

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia



Oleh:

ADISTI ARTI HERDIATI

1504527

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

2019

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

Oleh

Adisti Arti Herdiati

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

©Adisti Arti Herdiati 2019

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

ADISTI ARTI HERDIATI

LEMBAR PENGESAHAN

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

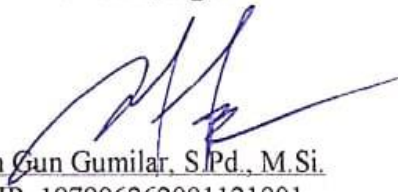
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

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

Berdasarkan beberapa penelitian, tanaman andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) memiliki aktivitas antioksidan dan dimanfaatkan sebagai antimikroba. Tanaman andaliman yang telah diteliti sebelumnya memiliki kandungan metabolit sekunder yang termasuk golongan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, lignan, dan kumarin. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui profil fisikokimia dan aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol buah andaliman yang berasal dari Sumatera Utara. Penelitian yang dilakukan meliputi uji kadar air, uji kadar abu total, uji kadar abu tak larut asam, analisis spektrum FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan Kromatografi Lapis Tipis. Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Hasil yang diperoleh meliputi kadar air sebesar $16,43 \pm 0,17$ %, kadar abu total sebesar $5,56 \pm 0,45$ %, dan kadar abu tak larut asam sebesar $0,13 \pm 0,04$ %. Hasil analisis spektrum FTIR menunjukkan keberadaan gugus fungsi OH, C=C aromatis, CH sp³, dan C=O. Gugus fungsi tersebut khas untuk senyawa fenolik. Hasil KLT fasa normal pada eluen n-heksan:etil asetat 1:1 menunjukkan enam komponen senyawa dengan nilai Rf 0,18; 0,30; 0,40; 0,55; 0,83; 0,90. Demikian juga hasil KLT fasa terbalik pada eluen metanol 100% menunjukkan enam komponen senyawa dengan nilai Rf 0,13; 0,25; 0,38; 0,55; 0,65; 0,80. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol buah andaliman diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 247,54 ppm. Berdasarkan hasil tersebut ekstrak metanol buah andaliman memiliki sekurang-kurangnya enam komponen senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan.

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

ABSTRACT

Based on several studies, andaliman plant (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) has antioxidant activity and is used as an antimicrobial. Andaliman plants that have been studied previously contain secondary metabolites which are classified as alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, terpenoids, lignans, and coumarin. Based on this, the research was conducted to determine the physicochemical profile and antioxidant activity of the andaliman fruit methanol extract from North Sumatra. Research conducted includes water content test, total ash content test, acid insoluble ash content test, FTIR (Fourier Transform Infra Red) spectrum analysis and Thin Layer Chromatography. The antioxidant activity assay was carried out by DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). The results obtained included a water content of $16.43 \pm 0.17\%$, a total ash content of $5.56 \pm 0.45\%$, and an acid insoluble ash content of $0.13 \pm 0.04\%$. The result of FTIR spectrum analysis showed the presence of OH, C = C aromatic, CH sp^3 , and C = O functional groups. The functional groups are typical for phenolic compounds. The Result of normal phase TLC in the n-hexane eluent: ethyl acetate 1: 1 showed six component compounds with an Rf value of 0.18; 0.30; 0.40; 0.55; 0.83; 0.90. Likewise the result of reverse phase TLC on 100% methanol eluent showed six component compounds with an Rf value of 0.13; 0.25; 0.38; 0.55; 0.65; 0.80. The result of the antioxidant activity of andaliman fruit methanol extract obtained IC_{50} values of 247,54 ppm. Based on these results the andaliman fruit methanol extract has at least six components of phenolic compounds and antioxidant activity.

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

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II.....	4
KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> DC.).....	4
2.2. Tinjauan Kimia Genus <i>Zanthoxylum</i>	5
2.3 Aktivitas Biologis Genus <i>Zanthoxylum</i>	13
2.4 Spektroskopi FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	13
2.5 Antioksidan.....	15
BAB III.....	18

METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	18
3.2 Alat Bahan	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1 Karakteristik Simplisia.....	20
3.3.2 Karakteristik Fisikokimia.....	21
3.3.3 Uji Aktivitas Antioksidan.....	22
BAB IV.....	24
TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Karakteristik Simplisia Buah Andaliman.....	24
4.1.1 Kadar Air.....	24
4.1.2 Kadar Abu Total dan Abu Tak Larut Asam.....	25
4.2 Hasil Karakteristik Fisikokimia.....	26
4.2.1 Hasil Analisis FTIR.....	27
4.2.2 Hasil Kromatografi Lapis Tipis.....	28
4.3 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	31
BAB V.....	34
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	34
5.1 Simpulan.....	34
5.2 Implikasi dan Rekomendasi.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	43
RIWAYAT HIDUP.....	60

DAFTAR PUSTAKA

- Achenbach, H, Benirschke, M., dan Torrenegra, R. (1997). Alkaloids and Other Compounds from Seeds of *Tabernaemontana cymosa*. *Phytochemistry* 45: 325–335.
- Adesina, S. (2006). The Nigerian *Zanthoxylum*; Chemical and Biological Values. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 2(3): 282
- Adjimani, J. P. dan Asare, P., (2015) . Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of Iron Chelators. *Toxicology Report*, 2: 721-728.
- Antolovich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S., dan Robards, K.,(2001). Methods for Testing Antioxidant Activity, *J. Analyst.*, 127. p.183-198.
- Apak, R., Guclu, K., Demirata, B., Ozyurek, M., and Celik, S. E. (2007). Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *J.Molecules*, 12:1496-1547
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., & Warditiani, N. K. (2013). Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*.
- Bank, G. dan Lenoble, R.(2002). Oxygen Radical Absorbency Capacity, Standardizing the Way We Look at Antioxidants. *J. Nutraceutical World*. 42-45
- Batubara, M. S., Sabri, e., dan Tanjung, M. (2017). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) Terhadap gambaran morfologi ovarium mencit (*Mus musculus* l.) Strain ddw. *Klorofil: jurnal ilmu biologi dan terapan*, 1(1).
- Bendra, A. (2012). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun *Premna oblongata* Miq. dengan metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi teraktif. Depok: FPMIPA-UI.
- BPOM RI. (2014). *Persyaratan Mutu Obat Tradisional*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Chanda, S. dan Dave, R. (2009). In Vitro Models for Antioxidant Activity Evaluation and Some Medicinal Plants Processing Antioxidant Properties: An Overview. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 3: 981-996.
- Chen, J.J., Duh, C.Y., Huang, H.Y., dan Chen, I.S. (2005). New Indolopyridoquinazoline, Benzo [c] phenanthridines and cytotoxic constituents from *Zanthoxylum integrifoliolum*. *Planta Medica*, 71: 470 - 475.

- Chen, J.J., Duh, C.Y., Huang, H.Y., dan Chen, I.S. (2004). Cytotoxic constituents from the stem bark of *Zanthoxylum pistaciiflorum*. *J. Chin. Chem. Soc.*, 51, 659–663.
- Chen, I.S., Lin Y.C., Tsai I.L., Teng C.M, Ko F.N., Ishikawa, T., dan Ishii H. (1995). Coumarins and anti-platelet aggregation constituents from *Zanthoxylum schinifolium*. *Phytochemistry* 39:1091–109
- Chen, J.J., Luo, Y.T., Hwang, T.L., Sung, P.J., Wang, T.C., dan Chen, I.S. (2008). A New Indole Alkaloid and Anti-inflammatory Constituents from *Strychnos cathayensis*. *Chem. Biodivers.*, 5, 1345–1352.
- Chen, J. J., Yang, C. K., Kuo, Y. H., Hwang, T. L., Kuo, W. L., Lim, Y. P. dan Cheng, M. J. (2015). New coumarin derivatives and other constituents from the stem bark of *Zanthoxylum avicennae*: effects on neutrophil proinflammatory responses. *International journal of molecular sciences*, 16(5): 9719–9731.
- Dachriaynus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Della Greca, M., Mancino, A., Previtera, L., Zarrelli, A., dan Zuppolini, S. (2010). Lignans from *Phillyrea angustifolia* L. *Phytochem. Lett.*, 4, 118–121.
- Devi, O. Z., Rao, K. S., Bidalia, A., Wangkheirakpam, R., & Singh, O. M. (2015). Gc-ms analysis of Phytocomponents and Antifungal Activities of *Zanthoxylum acanthopodium* DC. Collected from Manipur, India. *European journal of medicinal plants*, 10(1), 1: 9.
- Fang Z., Jun D.Y., Kim Y.H., Min B.S., Kim A.K., dan Woo M.H. (2010). Cytotoxic Constituents from The Leaves of *Zanthoxylum schinifolium*. *Bull Korean Chem Soc* 31(4):1081–1084
- Fiorentino, A., Della Greca, M., D' Abrosca, B., Oriano, P., Golino, A., Izzo A., Zarelli, A, dan Monaco, P. (2007). Lignans, Neolignans and Sesquilignans from parqui l'Her. *Biochem. Syst. Ecol.*, 35:392–396.
- Harborne, J. B. (1984). *Metode Fitokimia Penutun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Penerjemah : Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Terbitan Kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Hasairin.A. (1994). *Etnobotani Rempah dan Makanan Adat Masyarakat Batak Angkola dan Mandailing*. [Tesis]. Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

- Hurrell, F. R. dan Reddy, M. B. (2003). Degradation of Phytic Acid in Cereal Porridges Improves Iron Absorption by Human subjects. *The American J. Of Clinical Nutrition*. 77(5): 1213-1219.
- Ittipanichpong, C., Ruangrunsi, N., dan Pattanaautsahakit, C. (2002). Chemical Compositions and Pharmacological Effect of Essential Oil from the Fruit of *Zanthoxylum limonella*. *J. Med Assoc Thai*; 85: 344-353.
- Jones, B.S dan Luchsinger, E.A. (1987). *Plant Systematic* (Second edition). New York: Mc-Graw-Hill Book Company.
- Katzer, G. (2001). *Spicepages*. [Online]. Diakses 19 Agustus 2019. http://www.unigrat/katzer/eng/Zant_pip.html.
- Katzer, G. (2004). Sichuan Pepper. (*Zanthoxylum piperatum/simulans/bungeanum/rhetsa/achanthopodium and others*). [Online]. Diakses 10 Februari 2019. <http://www.uni-grat.at>.
- Katzer, G.(2012). *Sichuan pepper and others (Zanthoxylum piperitum, simulans, bungeanum, rhetsa, acanthopodium)*. [Online]. Diakses 8 Februari 2019. <http://www.uni-grat.at>.
- Koleva, I.I., van Beek, T.A., Linssen, J.P.H., de Groot, A., dan Evstatieva, L.N., 2001, Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods, *J. Phytochem. Anal.*, 13: 8-17.
- Kristanty, R. E., dan Mun'im, A. (2013). Aktivitas Antioksidan dan Penghambat Xantin Oksidase dari Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 6(3).
- Kuncahyo, I., Sunardi. (2007). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L.) terhadap 1,1 *diphenyl 2-picrylhydrazyl* (DPPH): *Seminar Nasional Teknologi*. Hal. 19.
- Lee, D. Y., Lee, D. G., Cho, J. G., Bang, M. H., Lyu, H. N., Lee, Y. H., Kim, S. Y., dan Baek, N. I. (2009). Lignans from The Fruits of The Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) and Their Antioxidant Effects. *Arch. Pharm. Res.* 32, 1345–1349.
- Liu Z.L., Chu S.S., dan Jiang GH. (2009). Feeding Deterrents from *Zanthoxylum schinifolium* against two stored-product insects. *J Agric Chem* 57:10130-10133.
- Lung, J.K.S dan Destiani, D.P. (2017). Uji antioksidan vitamin A C E dengan metode DPPH PH. *Suplemen Volume* 15(1): 55-62

- Madhavi, D.L., Deshpande, S.S., dan Salunkhe DK. (1996). *Food antioxidants: technological: toxi-cological and health perspectives*. New York:Marcel Dekker.
- Mail, R.S., Joshi, P.P., Sandhu, P.K. dan Maneker-Tilve, A. (2002). Efficient syntheses of 6 prenylcoumarins and linear pyranocoumarins: Total synthesis of suberosin, toddaculin, O-methylapigravin (O-methylbrosiperin) methylbalsamiferonedihydroxanthyletin, xanthyletin and luvangetin. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.1*: 371–376.
- Miftakhurohmah dan Suhirman, S. (2009). Potensi Andaliman Sebagai Sumber Antioksidan dan Antimikroba Alami. *Warta Penelitian Dan Pengembangan Industri*. 15(2):9.
- Min B.K., Hyun D.G, Jeong SY., Kim YH., Ma ES., dan Woo M.H. (2011). A New Cytotoxic coumarin, 7[(E)-30,70-dimethyl-60 oxo 20,70octadienyl]oxy coumarin, from The Leaves of *Zanthoxylum schinifolium*. *Arch Pharm Res* 34:723–726.
- Minky Mukhija., Mahendra Pal Singh., Kanaya Lal Dhar., dan Ajudhia Nath Kalia.(2015). Cytotoxic and Antioxidant Activity of *Zanthoxylum alatum* Stem Bark and Its Flavonoid Constituents. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 4(4): 86-92.
- Molyneux, P. (2004). The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Antioxidant Activity. *J. Sci. Technol.*, 26 (2) : 211, 219.
- Negi J.S, Bish V.K., Bhandari A.K., Singh P., dan Sundriyah R.C.(2011). Chemical constituents and biological activities of the genus *Zanthoxylum*: A review, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(12):412-416.
- Parhusip, A.J.N., Jenie, B.S.L., Rahayu, W.P., dan Yasni, S. (2005). Effect of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) Eztract Upon Permiability and Hidrophobicity of *Bacillus cereus*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 16(1).
- Pullela, S. V., Takamatsu, S., Khan, S. I., dan Khan, I. A. (2005). Isolation of Lignans and Biological Activity Studies of *Ephedra viridis*. *Planta Med*, 71: 789–791.
- Retno, Wijayanti. (2013) . Sudi Karakteristik Fluoresensi. *Jurnal Universitas Indonesia*. Volume 12. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara , Medan.
- Sati, S. C., Sati, M. D., Raturi, R., Badoni, P., & Singh, H. (2011). Anti inflammatory and antioxidant activities of *Zanthoxylum armatum* stem bark. *Global Journal of researches in engineering: J General Engineering*, 5, 86.

- Saefudin, A (2012). *Senyawa Alam Metabolit Sekunder: Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Yogyakarta: Deepublish
- Saragih, D. E., dan Arsita, E. V. (2019). *The phytochemical content of *Zanthoxylum acanthopodium* and its potential as a medicinal plant in the regions of Toba Samosir and North Tapanuli, North Sumatra*
- Sebayang, Lukas. (2016). *Tanaman Andaliman dan Manfaatnya*. Medan: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara.
- Seidel, V. (2008). *Initial and Bulk Extraction*. Dalam: Sarker, S.D., Latif, Z dan Gray, A. I., editor, *Natural Product Isolation*, 2 nd, Ed, New Jersey, Humana Press, P.33-34.
- Sibuea, P. (2002). *Potensi Andaliman Sebagai Antioksidan Alami*. Jakarta: Kompas.
- Siregar, B.L. (2003). Deskripsi dan Perkecambahan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) di Sumatera Utara. *Hayati*. Vol. 10 No.1:38-40
- Sudirga, S. K. (2012). Pemanfaatan Tumbuhan sebagai Obat Tradisional di Desa Trunyan Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 4(2).
- Somanabandhu A.O., Ruangrungsi N., Lange GL., dan Organ M.G. (1992). Constituents of The Stem Bark of *Zanthoxylum limonella*. *J Sci Soc Thai*;18: 181-185.
- Tangjitjaroenkun, J., Chantarasriwong, O., dan Chavasiri, W. (2012). Chemical Constituents of The Stems of *Zanthoxylum limonella* Alston. *Phytochem Lett* 5: 443-445.
- Tangjitjaroenkun, J., Chavasiri, W., Thunyaharn S, dan Yompakdee C. (2012). Bactericidal Effects and Timekill Studies of The Essential Oil from the fruits of *Zanthoxylum limonella* on multi-drug resistant Bacteria. *J Essent Oil Res*;24(4): 363-370.
- Tarigan, A. (2006). *Perkecambahan biji andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.) dengan perlakuan lama perendaman dan konsentrasi ethrel 40 PGR*.
- Tensiska, W. C., dan Andarwulan, N. (2003). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*) dalam Beberapa Sistem Pangan dan Kestabilan Aktivasnya terhadap Kondisi Suhu dan pH. *JTIP*, 14(1):29-39.
- Wijaya, C.H.(1999). Andaliman Rempah Tradisional Sumatera Utara dengan Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 10:59-61.

- Wijaya, C.H., Irene, T.H., dan Apriyantono, A. (2001). Komponen Volatil dan Karakterisasi Komponen Kunci Aroma Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Jurnal Tekno dan Industri Pangan*. 12(2):117-125.
- Wijaya, C.H. (2006). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Trigerminial Aktif Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). Jakarta: *Hayati*, 10.No.3.
- Winarti, Sri. (2010). *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Windono, T., Soediman, S., Yudawati, U., Ermawati, E., Srielita, A., dan Erowati, T. L. (2001). Uji Peredam Radikal Bebas Terhadap 1,1 Diphenyl-2 Picrylhydrazil (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah dan Biji Anggur (*Vitisvinifera* L.) Probolinggo Biru dan Bali, *J.Artocarpus*, Vol.1, No.1.
- Withmore, T.C. (1972). Guttiferae. In T.C.Withmore (Ed). *Tree Flora of Malaya. A manual foresters*. Volume Two. Forest Dept.
- Wu, T.S., Shi, L.S., Wang, J.J., Iou, S.C., Chang, H.C., Chen, Y.P., Kuo, Y.H., Chang, Y.L., dan Teng, C.M. (2003). Cytotoxic and antiplatelet aggregation principles of *Ruta graveolens*. *J. Chin. Chem. Soc.* 50: 171-178.
- Xiong, Q.B., Dawen, S., dan Mizuno, M. (1995). Flavonol glucosides in pericarps of *Zanthoxylum bungeanum*. *Phytochemistry*, 39: 723-725.
- Yamazaki, E., Inagaki, M., Kurita, O., dan Inoue, T. (2007). Antioxidan activity of Japanese pepper (*Zanthoxylum piperitum* DC.) fruit. *Food chemistry*, 100(1): 171-177.
- Yang, L.C. Li, R., Tan, J., dan Jiang, Z.T. (2013). Polyphenolics composition of the leaves of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. grown in Hebei, China, and their radical scavenging activities. *J. Agric. Food Chem*, 6:1772-1778.