

# KANDUNGAN MINYAK ATSIRI ANDALIMAN (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) DAN BIOAKTIVITASNYA

Marina Silalahi<sup>1</sup>, Karen Lumbantobing<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia

\*Corresponding author: [marina\\_biouki@yahoo.com](mailto:marina_biouki@yahoo.com); [marina.silalahi@uki.ac.id](mailto:marina.silalahi@uki.ac.id)

## Abstract

*Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium) is a species belonging Rutaceae, widely used as a spice and traditional medicine, especially by the Batak ethnic group in North Sumatra. Until now, in-depth studies on the botanical and utilization of Z. acanthopodium is limited. This study is based on literature studies on various research results published online, especially on Google scholars. Some of the keys used include: Z. acanthopodium, uses of Z. acanthopodium, essential oil of Z. acanthopodium and bioactivities of Z. acanthopodium. The ethnobotany studies of Z. acanthopodium have been used in meat and fish processing which results in a distinctive flavor and longer lasting food. In the traditional Z. acanthopodium use as mouth fresheners, dental care, treat asthma, cure rheumatism, cure coughs, ingredients for making health drinks. The Z. acanthopodium has anti-cancer and anti-microbial bioactivity associated with its essential oil. The compound of dictamnine and skimmianine have anticancer activity against leukemia P-388 murine cells. The activity of Z. acanthopodium as an anti-microbial is very potential to be developed as a food preservative while preventing cancer.*

**Keywords:** *Zanthoxylum acanthopodium, essential oil, anti-microbial.*

## PENDAHULUAN

*Zanthoxylum acanthopodium* DC atau yang dikenal dengan nama lokal andaliman merupakan salah satu jenis rempah yang oleh etnis Batak banyak digunakan dalam pengolahan makanan terutama ikan dan daging (Parhusip *et al.*, 2005; Kristanty & Suriawati 2014). Berbagai masakan tradisional etnis Batak menggunakan *Z. acanthopodium* sebagai bumbu utama maupun bumbu tambahan seperti arsik (semacam gulai ikan mas kering), dan sangsang (semacam daging dirica-rica) (Lumban Raja & Hartana 2107), ayam *pinadar* (semacam ayam panggang), ikan *tombur* (semacam ikan panggang), dan ikan *niura* (semacam sushi

ikan). Cita rasa *Z. acanthopodium* yang pedas dengan aroma khas sehingga sering juga dijuluki sebagai “merica Batak”. Masakan tradisional yang diberi bumbu buah *Z. acanthopodium* memiliki cita rasa yang unik (Sibero *et al.*, 2020) dan secara empirik makanan lebih tahan lama. Dalam penggunaan sebagai bumbu masak, buah *Z. acanthopodium* yang sudah tua diulek atau ditumbuk sehingga menghasilkan aroma khas.

Selain digunakan sebagai bumbu masak, berbagai laporan penelitian menunjukkan bahwa *Z. acanthopodium* juga bermanfaat sebagai obat tradisional. Masyarakat lokal di India telah lama memanfaatkan berbagai species dari genus

*Zanthoxylum* sebagai penyegar mulut dan perawatan gigi (Negi *et al.*, 2011) dan berbagai penyakit yang berhubungan dengan saluran pencernaan seperti untuk mengatasi kolik perut dan sakit gigi (Majumder *et al.*, 2014). Etnis Batak Phakpak di Sumatera Utara memanfaatkan buah *Z. acanthopodium* untuk mengatasi penyakit asma dan reumatik (Silalahi *et al.*, 2018), sedangkan etnis Batak Simalungun memanfaatkannya sebagai salah satu bahan untuk menyembuhkan batuk dan membuat minuman kesehatan yang dikenal dengan nama *tinuktuk tawar* (Silalahi *et al.*, 2015a). Konsumsi ramuan *tinuktur tawar* diyakini menghangatkan badan dan juga melancarkan peredaran darah.

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bumbu masak dan obat diduga berhubungan dengan senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya atau yang dikenal juga sebagai metabolit sekunder. Metabolit sekunder dihasilkan tumbuhan sebagai salah satu bentuk adaptasi terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan atau merupakan bagian dari perkembangan tumbuhan (Taiz & Zeiger 2010). Minyak atsiri atau sering juga dikenal sebagai minyak atsiri merupakan salah satu senyawa dari kelompok terpenoid yang banyak memiliki nilai ekonomi. Negi *et al.*, (2011) menyatakan bahwa minyak atsiri merupakan senyawa bioaktif utama yang dihasilkan oleh *Z. acanthopodium*.

Minyak atsiri utama yang ditemukan pada *Z. acanthopodium* berupa  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -myrcene, limonene, (Z)- $\beta$ -ocimene, (E)- $\beta$ -ocimene, linalool, citronellal,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -citronellol, neral, linalool acetat, geraniol, geranial, citronellyl asetat, (Z)- $\beta$ -farnesene, A sesquiterpene, cubelol, (Z)-isoelemicene, A, (Z)-asarone, dan (E)-asarone (Wijaya *et al.*, 2002) yang diduga berhubungan dengan bioktivitasnya.

Wijaya *et al.*, (2002) menyatakan *Z. acanthopodium* merupakan herba atau perdu liar yang memiliki aroma yang sangat tajam mirip dengan aroma jeruk (*Citrus*) dan sangat populer di Sumatera Utara. Bagi etnis Batak, *Z. acanthopodium* memiliki nilai ekonomi yang sangat menjanjikan, karena telah lama diperjual-belikan di berbagai pasar tradisional dengan harga jual buah segar antara Rp. 200.000-Rp. 300.000. Walaupun demikian Lumban Raja & Hartana, (2107) menyatakan bahwa hingga saat ini *Z. acanthopodium* hanya dimanfaatkan sebagai bumbu masak di Sumatera Utara, namun belum banyak dikenal oleh masyarakat Indonesia lainnya. Hal tersebut diduga berhubungan dengan penyebaran *Z. acanthopodium* yang terbatas dan hanya ditemukan di dataran tinggi sekitar Danau Toba, Sumatera Utara (Silalahi *et al.*, 2019). Untuk memperkenalkan *Z. acanthopodium* pada masyarakat perlu dilakukan kajian mendalam mengenai

botani, minyak atsiri dan bioaktivitasnya sehingga pengembangannya sebagai obat tradisional maupun sebagai pengawet *al.*,ami dapat dikembangkan.

## METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini didasarkan pada review artikel ilmiah yang terbit secara *online* terutama di *Google scholar*. Untuk mendapatkan artikel digunakan kata kunci misalnya: *Zanthoxylum acanthopodium*, *uses of Z. acanthopodium*, *essential oil of Z. acanthopodium* dan *bioactivities Z. acanthopodium*. Hasil yang diperoleh disintesis sehingga informasi yang komprehensif mengenai botani, esensial oil dan bioaktivitas dari *Z. acanthopodium*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Botani *Zanthoxylum acanthopodium* DC.

*Zanthoxylum acanthopodium* DC merupakan salah satu species dari famili Rutaceae (jeruk-jerukan) yang dimanfaatkan masyarakat lokal Indonesia, khususnya Etnis Batak sebagai bumbu masak dan obat tradisional. Terdapat beberapa nama lokal *Z. acanthopodium* yang digunakan oleh etnis Batak antara lain tuba (Batak Simalungun dan Batak Phakpak) (Silalahi *et al.*, 2019), andaliman (Batak Toba), itir-itir (Batak Karo), Sinyarnyar (Batak Angkola) (Lumban Raja & Hartana, 2107). Etnis Batak di Sumatera Utara memanfaatkan *Z. acanthopodium*

dalam pengolahan berbagai masakan tradisional khususnya daging, ikan dan sambal. Secara empirik buah *Z. acanthopodium* telah lama diperjualbelikan di berbagai pasar tradisional di Sumatera Utara (Silalahi *et al.*, 2015b). Di Indonesia, andaliman hanya ditemukan di Provinsi Sumatera Utara, yaitu di pegunungan yang terletak di Kabupaten Simalungun, Toba Samosir, Dairi, dan Tapanuli Utara, pada daerah berketinggian 1.500 mdpl dengan temperatur 15–18°C (Lumban Raja & Hartana, 2107). Walaupun demikian ternyata *Z. acanthopodium* juga terdistribusi dari Asia bagian Selatan hingga kawasan Cina, Thailand dan Malesia. Distribusi di kawasan Malesia terbatas di Sumatera bagian Utara. Tumbuhan ini dapat tumbuh pada kisaran elevasi 1200 hingga 1400 m dan di kawasan Barat Daya Cina hingga 2900 m. Habitat berupa hutan hingga semak belukar (Silalahi *et al.*, 2019).

Deskripsi *Z. acanthopodium* memiliki habitus berupa semak, tegak atau terkadang sedikit memanjat, tinggi dapat mencapai 6 m. Batang berdiameter antara 5–10 cm dan biasanya dengan banyak duri (**Gambar 1**). Daun majemuk beranak daun tiga atau majemuk menyirip gasal, panjang total daun berkisar antara 2-25 cm dengan anak daun 3-7, rakis seringkali ditumbuhi oleh duri, helaian anak daun berbentuk bundar telur hingga jorong-lanset,

berukuran 1–12 × 0,5–4,5 cm dengan pangkal tumpul, tepi biasanya rata atau mengerut berkelenjar, ujung biasanya runcing atau meruncing. Bunga muncul dari ketiak daun, juga pada batang yang sudah menggugurkan daunnya, berkelamin tunggal, tersusun dalam rangkaian berbentuk malai atau tandan, panjang antara 0,5-2 cm. Bunga dari andaliman adalah ketiak perbungaan, bunga determinasi, dichasium, umumnya glomerat, Jumlah bunga dalam satu tangkai sangat bervariasi. Bunga jantan dengan panjang 3 mm, perhiasan bunga sebanyak 6, hijau atau hijau kekuningan, benang sari sebanyak 6 dengan bakal buah rudimenter antara 2-5. Bunga betina sepanjang 2 mm dengan perhiasan seperti pada bunga

jantan, bakal buah sebanyak 2-5. Bunga sempurna dengan panjang 3 mm, benang sari 3-6, putik dengan bakal buah antara 2-4. Buah berupa bumbung dengan warna kemerahan saat masak, berbentuk hampir bulat, diameter lebih kurang 4 mm (Silalahi *et al.*, 2019; Siregar *et al.*, 2019). *Z. acanthopodium* oleh masyarakat lokal etnis Batak dibedakan menjadi 4 kultivar ‘Simanuk’ dan ‘Sihorbo’ ‘Silokot’ dan ‘Sikoreng’. Karakter utama yang digunakan untuk membedakan setiap kultivar antara lain warna dahan muda, rambut pada dahan, duri-duri pada ibu tulang daun, warna kelopak bunga, dan warna buah (Lumban Raja & Hartana, 2107).



**Gambar 1.** Habitus andaliman atau *Zanthoxylum acanthopodium* DC dengan buah yang terdapat pada cabang-cabang  
Sumber. Dokumen penulis

## Minyak Atsiri *Zanthoxylum acanthopodium* DC

Minyak atsiri merupakan bagian dari kelompok terpenoid (senyawa yang dibangun oleh sub-unit C5) (Sangwan *et al* 2001). Sebagian besar minyak atsiri mudah menguap sehingga dikenal sebagai *volatile oil* sehingga menghasilkan aroma khas dan banyak yang bernilai ekonomi. Taiz and Zeinger (2010) menyatakan sebagian besar minyak atsiri berasal dari kelompok monoterpenoid (C10) dan seskuiterpenoid (C15). Beberapa komponen fitokimia yang terdeteksi pada *Z. acanthopodium* antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, triterpenoid, dan steroid (Sibero *et al.*, 2020). Bila ditelusur lebih lanjut kandungan utama dari *Z. acanthopodium* sebagian besar berupa minyak atsiri. Sebanyak 24 jenis senyawa diperoleh dari buah *Z. acanthopodium* berupa monoterpen sebagai senyawa utama termasuk monoterpen *oxygenated* dan monoterpen hidrokarbone (Wijaya *et al* 2002). Senyawa volatil yang ditemukan pada buah *Z. acanthopodium* berupa geranyl asetat dan limonene (Devi *et al* 2015). Senyawa  $\beta$ -myrcene, (z)- $\beta$ -ocimene, linalool,  $\beta$ -citronello, neral, geraniol, geranyl asetat dan seskuiterpenoid berkontribusi pada aroma *Z. acanthopodium* sehingga seperti aroma citrus segar dan aroma *warm sweet-peppery* (Wijaya *et al.*, 2002).

Minyak atsiri merupakan senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh *Z. acanthopodium* (Negi *et al* 2011), dapat berupa citronelle dan limonene merupakan senyawa yang memberikan aroma khas pada *Z. acanthopodium* (Wijaya *et al.* 2002). Minyak atsiri yang terdapat pada *Z. acanthopodium* sangat beragam tergantung pada organ maupun cara ekstraksinya. Hasil analisis *gas chromatography mass spectrometry* (GC-MS) dari buah *Z. acanthopodium* ditemukan sebanyak 29 senyawa minyak atsiri dengan senyawa utama berupa geranyl asetat, sereh,  $\beta$ -citronelol, nerol, limonene, geraniol, caryophyllene, citronellyl acetate, dan  $\alpha$ -pinene (Moektiwardoyo *et al.*, 2014). Hal yang hampir sama dilaporkan oleh Wijaya *et al.* (2002) bahwa kandungan senyawa aktif utama pada buah *Z. acanthopodium* berupa  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -myrcene, limonene, (Z)- $\beta$ -ocimene, (E)- $\beta$ -ocimene, linalool, citronellal,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -citronellol, neral, linalool asetat, geraniol, geraniol, citronellyl asetat, (Z)- $\beta$ -farnesene, A sesquiterpene, cubelol, (Z)-isoelemicene, A, (Z)-asarone, dan (E)-asarone.

Selain buah, daun *Z. acanthopodium* juga kaya akan minyak atsiri. Komposisi kimiawi minyak esensial utama pada daun *Z. acanthopodium* yang dianalisis dengan GC dan GC/MS adalah linalool (14,3%), 9,12-octadecadien-ol (8,4%), 1,8-cineole (7,7%), 2-undecanone (7,3%), farnesol

(3,6%), 9,12,15-octadecatrien-1-ol (3,2%) dan  $\beta$ -caryophyllene (3,0%) (Rana dan Blazquez 2008). Rackit *et al.* (2019) melaporkan jenis-jenis minyak atsiri daun *Z. acanthopodium* berupa monoterpene hydrocarbons (Thujene,  $\alpha$ -pinene, sabinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -phellandrene,  $\alpha$ -terpinene, p-cymene,  $\beta$ -phellandrene, limonene, (z)- $\beta$ -ocimene, (e)- $\beta$ -ocimene,  $\gamma$ -terpinene, (z)-sabinene hydrate, terpinolene, p-menth-1,3,8-triene); aldehydes (citronellal, dihydromyrtanal, neral); alcohols ((e)-sabinene hydrate, linalool, thujanol-3, terpin-4-ol,  $\alpha$ -terpineol, myrtenol, nerol, citronellol, (e)-myrtenol); ethers (1,8-cineole); esters (bornyl acetate, trans-pinocarvyl acetate, cis-pinocarvyl acetate, trans-myrtanal acetate); ketones (pinocarvone, cis-3-pinocampnone, piperitone); sesquiterpene hydrocarbons ( $\alpha$ -copaene,  $\beta$ -elemene,  $\beta$ -caryophyllene,  $\alpha$ -humulene, germacrene d,  $\beta$ -selinene, bicyclogermacrene, germacrene a,  $\gamma$ -cadinene,  $\delta$ -cadinene, germacrene b, epi-bicyclosesquiphellandrene); oxidized sesquiterpenes ((e)-nerolidol,  $\alpha$ -eudesmol, (z, e)-farnesol); aliphatic volatile organic compounds (hexyl acetate, nonanal, n-decanal, (e)-n-decanol, 2-undecanone, 2-undecanol, undecanal, n-pentadecane, 1-methyl-ethyl-tetradecanale); aromatic volatile compounds (phenyl ethyl propionate) (Rakić *et al.*, 2009).

## **Bioaktivitas *Zanthoxylum acanthopodium* DC**

Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tradisional sebagian besar berhubungan dengan kandungan metabolit sekunder dan bioaktivitasnya. Berdasarkan kajian etnobotani *Z. acanthopodium* dimanfaatkan sebagai penyegar mulut dan perawatan gigi (Negi *et al.*, 2011), mengatasi penyakit asma dan reumatik (Silalahi *et al.*, 2018), menyembuhkan batuk, bahan tinjauan tawar (Silalahi *et al.* 2015a). Bila ditelusur lebih lanjut bioaktivitas *Z. acanthopodium* sebagai anti mikroba lebih menonjol dibandingkan dengan yang lainnya dan akan dibahas lebih lanjut.

### Antikanker

Berbagai penyakit kanker, seperti kanker payudara, kanker darah (leukimia), kanker paru-paru merupakan penyebab kematian pada manusia. Kanker merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh pertumbuhan sel yang tidak terkendali, oleh karena itu senyawa yang digunakan sebagai obat kanker merupakan senyawa yang dapat mengakibatkan kematian sel atau menghambat pertumbuhan sel, sitotoksitas, penghentian siklus sel, dan menginduksi apoptosis (Kwan *et al.*, 2016). Bioaktivitas *Z. acanthopodium* sebagai anti kanker telah dilaporkan oleh Kristanty & Suriawati (2014), Satria *et al.*

(2019) dan Tjahjandarie *et al.* (2019). Bioaktivitas sebagai anti kanker diduga berhubungan dengan kandungan monoterpen dan seskuiterpen dengan geranyl asetat *Z. acanthopodium* (Satria *et al* 2019).

Minyak atsiri buah *Z. acanthopodium* memiliki potensi efek sitotoksik *in vitro* pada sel kanker payudara T47D. Aktivitas ekstrak *Z. acanthopodium* menghambat pertumbuhan sel T47D kanker payudara ditentukan oleh uji microtetrazolium (MTT) dengan doxorubicin HCl sebagai standar. Ekstrak minyak atsiri dari *Z. acanthopodium* memiliki aktivitas sebagai inhibitor xanthine oksidase dengan IC50 9,9 µg/mL dan sitotoksik pada lini sel T47D dengan IC50 149,4 µg/mL (Kristanty & Suriawati, 2014). Satria *et al.* (2019) melaporkan bahwa fraksi n-heksana buah *Z. acanthopodium* memiliki aktivitas anti kanker terhadap *cell line* T47D dengan nilai IC50  $85,41 \pm 0,78$  µg/mL yang menyebabkan akumulasi sel dalam fase G0-G1, peningkatan apoptosis dan penurunan ekspresi cyclin D1 (Satria *et al* 2019). Sibero *et al* (2020) melaporkan bahwa ekstrak metanol buah *Z. acanthopodium* menunjukkan potensi sitotoksik dengan IC50 19,14 µg/mL terhadap sel leukemia murine P388 (Sibero *et al.*, 2020). Senyawa alkaloid, yaitu dictamine dan skimmianine telah diisolasi dari batang *Z. acanthopodium*

memiliki aktivitas sebagai anti kanker melawan sel murine P-388 dengan nilai IC50 berturut-turut sebesar 10,41 dan 4,85 µg/ml (Tjahjandarie *et al* 2019).

#### Antimikroba

Berbagai penyakit berhubungan dengan infeksi mikroba seperti sakit perut, luka dan batuk. Senyawa yang digunakan sebagai anti mikroba merupakan senyawa yang mampu menghambat atau mengakibatkan kerusakan sel mikroba. Disisi lain kerusakan makanan juga banyak disebabkan oleh hadirnya berbagai mikroba. Oleh karena itu, senyawa yang bersifat anti mikroba berpotensi sebagai pengawet makanan alami. Bioaktivitas sebagai anti mikroba sangat dipengaruhi oleh konsentrasi, senyawa yang digunakan untuk ekstraksi dan jenis mikroba (Majumder *et al.*, 2014; Sitanggang *et al.* 2019).

Minyak esensial dari buah *Z. acanthopodium* memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* dan *Streptococcus* sp., namun ekstrak *Z. acanthopodium* lebih aktif terhadap *S. aureus* memberikan zona hambatan yang lebih luas (Majumder *et al* 2014). Sitanggang *et al* (2019) menyatakan ekstrak etil asetat buah *Z. acanthopodium* memiliki daya hambat terhadap *E. coli* yang bervariasi yaitu pada konsentrasi 10%-20% adalah 0,65 mm-3,15 mm

dengan kategori hambat lemah, konsentrasi 30%-50% adalah 5,25 mm-6,60 mm kategori hambat sedang dan konsentrasi 60%-100% menunjukkan kategori hambat kuat dengan diameter hambat 7,20 mm-9,60 mm. Hal yang hampir mirip oleh Parhusip *et al* (2005) bahwa ekstrak etil asetat buah *Z. acanthopodium* memiliki aktivitas sebagai anti bakteri terhadap *B. careus* dengan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bakterisidal minimum berturut-turut sebesar 0,2% dan 0,8%.

Selain menghambat pertumbuhan bakteri, ekstrak buah *Z. acanthopodium* juga mampu menghambat pertumbuhan jamur. Ekstrak petroleum eter, etil asetat dan kloroform buah *Z. acanthopodium* memiliki aktivitas anti jamur terhadap *Candida albicans* dan *C. krusei*. Ekstrak petroleum eter *Z. acanthopodium* terbukti memiliki aktivitas antijamur dibandingkan dengan ekstrak pelarut lainnya (Devi *et al.*, 2015). Bioaktivitas buah *Z. acanthopodium* diduga berhubungan dengan kandungan minyak atsiri seperti eucalyptol, limonine,  $\delta$ -3-carene dan methyl-cinnamate (Majumder *et al.*, 2014).

## SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka, simpulan dalam artikel ini adalah sebagai berikut.

1. Secara etnobotani, *Z. acanthopodium* dimanfaatkan sebagai penyegar mulut, perawatan gigi, mengatasi penyakit asma, reumatik, menyembuhkan batuk, bahan untuk membuat minuman kesehatan.
2. Minyak atsiri utama pada buah *Z. acanthopodium* adalah  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -myrcene, limonene, (Z)- $\beta$ -ocimene, (E)- $\beta$ -ocimene, linalool, citronellal,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -citronellol, neral, linalool acetat, geraniol, geranial, citronellyl asetat, (Z)- $\beta$ -farnesene, A sesquiterpene, cubelol, (Z)-isoelemicene, A, (Z)-asarone, dan (E)-asarone.
3. Minyak esensial yang terkandung dalam *Zanthoxylum acanthopodium* memiliki bioaktivitas sebagai anti kanker dan anti mikroba.

## DAFTAR PUSTAKA

- Devi OZ, KS Rao<sup>1</sup>, A Bidalia, R Wangkheirakpam and OM Singh. 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.
- Kristanty RE and J Suriawati. 2014a. Cytotoxic and antioxidant activity of petroleum extract of andaliman fruits (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *International J. Pharm.Tech. Res.* 6(3): 1064–1069.
- Kristanty RE and J Suriawati. 2014b. Cytotoxic and Antioxidant activity of petroleum extract of andaliman fruits (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.).



- International Journal of Pharm Tech Research* 6(3): 1064-1069
- Kwan YP, T Saito, B Ibrahim, FMS Al-Hassan, CE Oon, Y Chen, SL Jothy, JR Kanwar and S Sasidharan. 2016. Evaluation of the cytotoxicity, cell-cycle arrest, and apoptotic induction by *Euphorbia hirta* in MCF-7 breast cancer cells. *Pharm Biol* 54(7): 122-1236.
- Lumban Raja RN and A Hartana. 2017. Variasi morfologi andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) di Sumatra Utara. *Floribunda* 5(7): 258-266.
- Majumder M, HK Sharma, K Zaman and W Lyngdoh. 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. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 6(5): 1-4.
- Negi JS, VK Bisht, AK Bhandari, P Singh and RC Sundriyal. 2011. Chemical constituents and biological activities of the genus *Zanthoxylum*: A review. *African Journal of Pure and Applied Chemistry* 5(12): 412-416.
- Parhusip AJN, BSL Jenie, WP Rahayu and S Yasni. 2005. Pengaruh ekstrak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) terhadap permiabilitas dan hidrofobisitas *Bacillus careus*. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan* 16(1).
- Rakić T, J Šinžar-Sekulić, B Filipović, V Tadić, B Stevanović, and K Tan. 2009. Ecophysiological and anatomical characteristics of the subtropical shrub *Zanthoxylum Acanthopodium* (Rutaceae) in conditions of a temperate continental climate (Serbia). *Arch. Biol. Sci.* 61(2): 249-260.
- Rana VS and MA Blazquez. 2008. Terpenoid constituents of *Zanthoxylum acanthopodium* DC. Leaves 20: 215-216
- Sangwan NS, AHA Farooqi, F Shabih and RS Sangwan. 2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation* 34: 3-21.
- Satria D, J Silalahi, G Haro, S Ilyas and PAZ Hasibuan, 2019. Chemical analysis and cytotoxic activity of nhexane fraction of *Zanthoxylum acanthopodium* DC. fruits. *Rasayan J. Chem.* 12(2): 803-808.
- Sibero MT, Siswanto AP, Frederick EH, Wijaya AP, Syafitri E, Farabi K, Murwani R, Saito S, Igaras Y. 2020. Antibacterial, cytotoxicity and metabolite profiling of crude methanolic extract from andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) fruit. *Biodiversitas* 21: 4147-4154.
- Silalahi M, EC Purba EC and W Mustaqim. 2019. *Tumbuhan Obat Sumatera Utara Jilid II. Dikotiledonae*. UKI Press. Jakarta
- Silalahi M, Nisyawati, EB Walujo and J Supriatna. 2015a. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, EB Walujo, J Supriatna and W Manguwardoyo. 2015b. The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology* 175: 432-443.
- Silalahi M, Nisyawati, EB Walujo, W Mustaqim. 2018. Etnomedisin tumbuhan obat oleh subetnis Batak Phakpak di Desa Surung Mersada, Kabupaten Phakpak Bharat, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Dasar* 19(2): 77-92.
- Siregar BL, LAM Siregar, TC Nisa and LAP Putri. 2019. Flower morphology and inflorescence of andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) from Dairi, North Sumatera. *IOP Conf. Series: Earth and*

- Environmental Science* 260 (2019) 012178 doi:10.1088/1755-1315/260/1/012178 : 1-8
- Sitanggang FMC, AS Duniaji and IDPK Pratiwi. 2019. Daya hambat ekstrak buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dalam etil asetat terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 8(3): 257-266.
- Taiz L and E Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. 5th Edition, Sinauer Associates Inc., Sunderland, 782 p
- Tjahjandarie TS, ANI Gunawan, RD Saputri and M Tanjung. 2019. Senyawa alkaloid furokuinolin dari kulit batang *Zanthoxylum acanthopodium* DC. *J. Sains Kes.* 2(2): 89-92.
- Wijaya CH, IT Hadiprodjo and A Apriyantono. 2002. Identification of volatile compound and key arome compounds of andaliman fruit (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Food Sci.* 11(6): 680-683.