

Ulasan Aspek Etnobotani dan Fitokimia pada Tumbuhan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) oleh Suku Batak Di Sumatera Utara

Bernadheta Rumondang Saragih¹, Reza Raihandhany^{1,2*}

¹Program Studi Magister Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Divisi Botani, Yayasan Generasi Biologi Indonesia, Gresik

*Corresponding author: rezaraihan11@gmail.com

Article History

Received : 08 January 2023

Approved : 21 February 2023

Published : 31 March 2023

Keywords

Andaliman, Batak, ethnobotany, ethnomedicine, secondary metabolites

ABSTRACT

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) is an essential plant for the Batak people who utilize its fruit and seeds as spices for cooking, due to the tart taste. Apart of being food needs, andaliman is often used as a traditional medicine and traditional ceremonies. This research was conducted using a literature study method on various scientific using some keywords on the google scholar site. Aspects which were collected including the information on botany, ecology, distribution, local names, ethnobotany as local food and traditional medicine, and phytochemicals. Andaliman fruits and seeds are used as ingredients for cook such as arsik, sangsang, sup trites, gulai biawak, tasa telu, and kidu-kidu. In traditional medicine, andaliman is used to cure various diseases such as improving blood circulation, asthma, rheumatism, and increasing appetite. Besides for food and traditional medicine, andaliman can be utilized in agroforestry schemes as a plant to support natural environment conservation. Extract of andaliman fruit and seed contain various secondary metabolite chemical compounds, including alkaloids, flavonoids, glycosides, saponins, tannins, and triterpenoids. In the end, information on the utilization of andaliman becomes a consideration for maintaining its existence.

© 2023 Universitas Kristen Indonesia
Under the license CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Andaliman merupakan tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat lokal atau suku Batak sebagai rempah-rempah. Tumbuhan tersebut tumbuh secara liar di perkebunan dan hutan sekunder di wilayah

Provinsi Sumatera Utara pada ketinggian 1.300 mdpl pada suhu 15–18°C (Nurlaeni *et al.*, 2021). Andaliman berhabitus semak dengan batang berduri dan buah berukuran kecil yang mengeluarkan aroma khas,

berupa rasa getir pada lidah dan aroma seperti jeruk (Wijaya *et al.*, 2019). Tumbuhan andaliman ditemukan di berbagai wilayah Sumatera Utara antara lain Kabupaten Samosir, Kabupaten Toba, Kabupaten Dairi, Kabupaten Humbang Hasundutan, dan Kabupaten Simalungun (Gultom *et al.*, 2021). Terdapat nama lokal pada setiap variasi tumbuhan andaliman berdasarkan dengan perbedaan karakter morfologi yang dijumpai di Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Simalungun, dan Kabupaten Humbang Hasundutan yaitu berturut-turut Simanuk, Sihorbo, Sitanga, Siholpu, Siganjangpat, Sihalus, dan Sirangkak (Kintamani *et al.*, 2019).

Tumbuhan andaliman merupakan anggota famili Rutaceae dalam genus *Zanthoxylum* yang dimanfaatkan secara luas dan utama oleh masyarakat lokal sebagai bahan masakan tradisional (Wijaya *et al.* 2019). Di samping itu, andaliman juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional oleh suku Batak (Silalahi & Lumbantobing, 2021). Salah satu bagian tumbuhan andaliman yang dimanfaatkan sebagai bahan masakan dan obat tradisional adalah buah. Buah andaliman memiliki ciri-ciri berbentuk bulat dengan ukuran diameter 2–3 mm, pada buah muda berwarna hijau sedangkan matang berwarna merah, satu buah diisi satu biji dengan kulit keras dan permukaan warna hitam mengkilap (Wijaya *et al.*, 2019).

Buah andaliman berpotensi memproduksi minyak atsiri dengan aroma unik seperti jeruk yang dihasilkan berasal dari komponen volatil seperti β -myrcene, limonene, dan citronellal (Wijaya *et al.*, 2002). Berdasarkan proses pengujian fitokimia diketahui bahwa biji dalam buah andaliman mengandung beberapa jenis senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, saponin, flavonoid, tannin, triterpenoid, dan alkaloid yang berperan dalam bidang pengobatan seperti antiseptic dan menahan pertumbuhan sel kanker (Saragih & Arsita, 2019). Fenolik, alkaloid, terpenoid, dan asam amino non protein merupakan kelompok senyawa yang banyak dimanfaatkan untuk klasifikasi kemotaksonomi karena dapat variasi yang luas dalam keanekaragaman, distribusi, dan fungsi kimia (Umoh, 2020).

Tujuan dari penulisan ulasan ini dikarenakan belum adanya artikel yang secara spesifik mengulas mengenai aspek etnobotani dan fitokimia serta kandungan senyawa bioaktivitas dari andaliman. Pada penelitian mengenai ulasan andaliman sebelumnya, aspek etnobotani belum dikompilasi dan diulas secara seutuhnya. Oleh karena itu, aspek mengenai ulasan etnobotani yang juga didukung dengan aspek fitokimia dan bioaktivitas dari andaliman perlu dilakukan dan diharapkan menghasilkan informasi ilmiah dalam

pemanfaatan andaliman dan pelestarian tumbuhan andaliman lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode studi literatur terhadap berbagai artikel ilmiah yang dipublikasikan secara daring yang meliputi jurnal, skripsi, dan prosiding. Sejumlah kata kunci yang digunakan dalam pencarian di situs *google* cendekia *google scholar* antara lain: “etnobotani andaliman”, “etnobotani *Zanthoxylum acanthopodium*”, “fitokimia andaliman”, “fitokimia *Zanthoxylum acanthopodium*” sehingga dapat merujuk jurnal-jurnal dan sumber daring lainnya yang relevan dengan topik ulasan ini. Hasil yang diperoleh dari sumber-sumber tersebut disusun dan dianalisis untuk dapat menjelaskan bagian botani dan pemanfaatan tradisional dari andaliman di antaranya pemanfaatan untuk makanan

lokal dan pengobatan tradisional oleh suku Batak beserta kandungan senyawa kimianya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Botani Andaliman

Taksonomi

Tumbuhan andaliman memiliki nama ilmiah *Zanthoxylum acanthopodium* DC. Tumbuhan andaliman memiliki sinonim homotipik, yaitu *Fagara acanthopodium* DC. Klasifikasi *Zanthoxylum acanthopodium* DC. sebagai berikut:

Domain	: Eukaryota
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Sapindales
Famili	: Rutaceae
Genus	: <i>Zanthoxylum</i> L.
Spesies	: <i>Zanthoxylum acanthopodium</i> DC.



Gambar 1. *Zanthoxylum acanthopodium* DC. (Andaliman). A. Batang, Cabang, dan Kanopi; B. Cabang, Duri, Daun, dan Buah. (Sumber : dokumentasi pribadi).

Deskripsi

Tumbuhan andaliman memiliki habitus semak yang bercabang rendah dengan ketinggian tinggi hingga 5 meter; memiliki duri pada batang, percabangan, dan ranting. Daun majemuk beranak 3, dorsiventral, mengandung kelenjar minyak, susunan duduk daun tersebar; bertangkai, panjang dan lebar daun 5–20 x 3–15 cm. Perbungaan majemuk malai, aksilar, berukuran kecil dengan 5–7 daun mahkota bunga, berukuran 1–2 cm, berwarna kuning tidak terang; 5–6 benang sari pada dasar bunga, kepala sari berwarna merah; bakal buah menumpang. Buah dewasa dilindungi kulit yang keras dan berbentuk bulat berukuran 2–3 mm, berwarna merah dengan setiap buah terdapat 1 biji berwarna hitam mengkilat (Siregar, 2003).

Variasi dan Nama Lokal Tumbuhan Andaliman

Tumbuhan andaliman memiliki penamaan lokal yang berbeda-beda, yaitu di daerah bersuku Batak Angkola disebut *sinyar-sinyar*, di daerah Simalungun disebut *intir-intir*, di daerah Karo dikenal dengan nama *toba*, dan di Tapanuli Selatan dinamakan *syarnyar* (Napitupulu *et al.*, 2004). Penelitian terdahulu telah melakukan karakterisasi morfologi tumbuhan andaliman berdasarkan pengenalan masyarakat di berbagai wilayah Provinsi Sumatra Utara. Lumbanraja dan

Hartana (2017) mengidentifikasi bahwa tumbuhan andaliman memiliki beberapa varietas seperti *Simanuk*, *Sihorbo*, *Silokot*, dan *Sikoreng* yang terdistribusi di wilayah Toba Samosir, Simalungun, Dairi, dan Tapanuli Utara di Provinsi Sumatera Utara. Tapanuli Utara, Toba Samosir, dan Dairi ditumbuhkan beberapa varietas tumbuhan andaliman dengan penamaan lokal *Sihorbo*, *Simanuk*, dan *Sitanga* berdasarkan karakteristik bagian tumbuhan dan aroma buah yang berbeda-beda (Kintamani *et al.*, 2019). Nama lokal variasi tumbuhan andaliman Simanuk berasal dari kata '*Manuk*' berarti ayam dengan karakter buah yang lebih kecil, aroma yang dihasilkan lebih kuat dibandingkan kultivar *Sihorbo*, dan produksi buah yang lebih tinggi, sedangkan *Sihorbo* memiliki buah yang lebih besar namun aroma dan produksi buah yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan Simanuk (Nurlaeni *et al.*, 2021).

Ekologi dan Distribusi

Tumbuhan andaliman merupakan salah satu dari 200 lebih anggota genus *Zanthoxylum* yang tersebar di daerah pantropis dan beriklim sedang seperti di Asia Timur dan Amerika Utara (Hartley, 1966). Andaliman tumbuh baik dan subur di daerah beriklim subtropis, yaitu pegunungan Himalaya dan menyebar ke arah timur Pakistan, India daerah selatan, Nepal, Bhutan, China, Jepang, Bangladesh,

Laos, Myanmar, Thailand, Vietnam, Semenanjung Tanah Melayu, dan Indonesia di bagian Utara Sumatra dengan ketinggian 1.200–1.400 meter di atas permukaan air laut di Sumatera Utara dan lebih dari 2.900 meter di atas permukaan air laut di wilayah barat daya China (Hartley, 1966).

Provinsi Sumatera Utara menjadi salah satu wilayah persebaran andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) yang dijumpai pada Kabupaten Simalungun (1.150-1.200 mdpl), Kabupaten Tapanuli Utara (1.300–1.450 mdpl), dan Kabupaten Toba Samosir (1.200–1.350 mdpl) (Lumban Raja & Hartana, 2017). Kemudian andaliman juga tersebar di beberapa wilayah meliputi Dairi, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Silindung, dan Toba Holbung pada habitat tanah lempung berpasir pada ketinggian 0,9 km di atas permukaan laut dengan curah hujan 2.500 mm (Napitupulu *et al.*, 2004). Andaliman dijumpai pula pada beberapa kota atau wilayah di provinsi Sumatera Utara seperti Pulau Samosir dan Humbang Hasundutan pada ketinggian 1.500 hingga 1.600 meter di atas permukaan air laut (Kintamani *et al.*, 2020).

Andaliman tumbuh di lahan terbuka dan hutan sekunder dengan derajat keasaman tanah atau pH 3–5 di wilayah Humbang Hasundutan dan Kabupaten

Simalungun dengan suhu rata-rata lingkungan 18–27°C pada siang hari dan 12–18°C di malam hari dengan kelembaban 75–78% (Kholibrina & Aswandi, 2021). Andaliman dapat memproduksi buahnya pada umur 1,5–2 tahun setelah penanaman. Jumlah buah andaliman yang dipanen di tahun awal panen dapat mencapai rata-rata produksi 0,5 kg per pohon dan meningkat hingga mencapai puncak panen pada 2,5–5 tahun setelah tanam dengan rata-rata produksi 20 kg/tahun, namun menurun secara bertahap setelah lima tahun (Nurlaeni *et al.*, 2021).

Berdasarkan pengamatan lapangan di wilayah Danau Toba, tumbuhan andaliman memproduksi bunga dan buah hampir sepanjang tahun, namun pada bulan April–Mei adalah puncak pembungaan terbanyak seiring dengan periode intensitas matahari yang tinggi sehingga buah dapat matang dalam 60–180 hari setelah periode inisiasi bunga dengan puncak pemanenan dapat menghasilkan 1.5 hingga 3,5 kg buah setiap satu batang tumbuhan andaliman (Kholibrina & Aswandi, 2021). Pelestarian lingkungan sebagai habitat tumbuhan andaliman yang tumbuh khas di berbagai wilayah Provinsi Sumatra Utara menjadi penting dilakukan sebagai langkah konservasi keragaman variasi tumbuhan andaliman yang ditemukan.

Etnobotani Andaliman

Bahan Pangan Lokal

Masyarakat etnis Batak telah banyak dan masih memanfaatkan andaliman secara tradisional baik dalam pengolahan maupun pengawetan makanan, terutama untuk bahan masakan ikan dan daging (Parhusip *et al.*, 2005; Kristanty & Suriawati, 2014). Berbagai jenis masakan tradisional khas etnis Batak andaliman sebagai bumbu masakan utama maupun tambahan seperti arsik dan *sangsang* (Lumban Raja & Hartana, 2017) dll. Andaliman yang digunakan sebagai bumbu masakan memiliki rasa yang getir dan pedas. Bahkan karena kekhasannya ini, andaliman sampai dijuluki “merica Batak” (Silalahi & Lumbantobing, 2021).

Berdasarkan pencarian pemanfaatan andaliman sebagai bahan pangan lokal, ditemukan dalam 12 referensi yang terdiri dari delapan jurnal ilmiah, tiga prosiding seminar nasional, dan satu disertasi. Marbun (2012) mengungkapkan bahwa masyarakat Batak Simalungun di Dusun Gotting, Kecamatan Raya Kabupaten Simalungun, memanfaatkan andaliman atau yang lebih dikenal dengan nama ‘*rempah tuba*’ dimanfaatkan untuk mengurangi lemak ikan dan daging, mengurangi aroma amis, dan dapat mengawetkan makanan secara alami. Hasairin (2014) melaporkan bahwa sebanyak 0,25 ons buah andaliman

digunakan sebagai bahan untuk membuat masakan ‘*naniura*’. Buah dari andaliman memberikan cita rasa getir dan terasa aromatis. Dalam memasak ikan arsik, sebanyak 2 sendok teh andaliman digunakan sebagai bahan rempah yang paling khas.

Mengacu terhadap kajian dari Silalahi *et al.* (2018a), Masyarakat Lokal Sub-Etnis Batak Toba, di Desa Peadungdung memanfaatkan buah masak dari andaliman sebagai bumbu masakan untuk memberikan rasa pedas. Purba *et al.* (2018) melaporkan bahwa masyarakat Batak Karo di Kabupaten Karo menggunakan buah andaliman sebagai salah satu bahan masakan bersama 28 spesies tumbuhan lainnya dalam membuat sup terites. Dari penelitian yang dilakukan oleh Ibo & Arimukti (2019), berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat sub-etnis Batak Toba di Desa Martoba, Kabupaten Samosir, menyatakan bahwa dalam persepsi masyarakat, andaliman termasuk salah satu daftar jenis tumbuhan berguna yang bijinya dimanfaatkan sebagai rempah. Arida *et al.* (2020) dalam studinya di daerah Indrapura, Kabupaten Batu Bara, menemukan bahwa andaliman digunakan sebagai bumbu dalam memasak hidangan gulai biawak bersamaan dengan bawang merah, bawang putih, jahe, perasan bawang merah, daun jeruk purut, cabai, dan merica.

Di sana satu porsi masakan gulai biawak dihargai sebesar Rp 20.000.

Berdasarkan studi dari Meilisa *et al.* (2021), masyarakat Suku Batak Karo di Desa Telagah, Dusun Lau Buah, Kecamatan Sei Bingai, Kabupaten Langkat memanfaatkan buah andaliman seberat 150 gram sebagai salah satu bahan dalam membuat masakan khas bernama *tasak telu*. Secara etimologi, Tasak Telu berarti tiga masakan. Berdasarkan genealogi dalam dimensi sosiologis, makanan ini termasuk yang dimanfaatkan dalam kegiatan upacara adat seperti “*Merdang Merdem Fest*” (festival kerja tahunan) dan masyarakat sering menyajikan makanan ini pada hari besar di Volkshaus sebagai bentuk ungkapan gembira dan rasa bersyukur, seperti perayaan ulang tahun atau “*merdang merdem*”. Berdasarkan dimensi ideologi, masyarakat Batak Karo menyajikan *tasak telu* sebagai upaya agar dianggap mampu memuaskan keinginan yang memakan. Dengan komposisi bahan-bahan di mana andaliman termasuk di dalamnya, menjadikan masakan *tasak telu* sebagai sajian yang lezat dan bergizi dengan kandungan nutrisi yang tinggi dan dapat membantu dalam meningkatkan ketahanan tubuh, terutama apabila masakan disantap saat baru masak dan dalam kondisi cuaca dingin.

Penelitian dari Husairin & Nasution (2021) mengungkapkan bahwa suku Batak

Karo di Kabupaten Brastagi memanfaatkan buah andaliman secukupnya sebagai bahan masakan untuk makanan *kidu-kidu* bersamaan dengan kunyit, kemiri, bawang merah, bawang putih, dan kecombrang yang telah dilumatkan sebagai kuah *arsik*. Kidu-kidu sendiri merupakan masakan khas Batak Karo yang berbahan dasar ulat kidu (*Rhynchophorus ferrugineus*). Cara pengolahan kidu atau ulat enau ini dengan menggorengnya setengah matang supaya tubuhnya masih utuh dan tidak sampai pecah sehingga kandungan di dalamnya masih utuh. Setelah digoreng, ulat kidu tersebut lalu dimasukkan ke dalam kuah *arsik*. Diketahui bahwa kidu-kidu ini dahulunya merupakan masakan kesukaan para raja maupun tetua adat. Kemudian masakan ini dan disajikan hanya saat upacara-upacara ritual adat tertentu. Masakan kidu-kidu juga dihidangkan dalam pesta adat suku Batak Karo sebagai makna memberi kehormatan bagi tamu.

Penelitian dari Damanik *et al.* (2021) menemukan bahwasannya seberat 150 gram buah andaliman digunakan sebagai salah satu komponen untuk membuat 2 kg tinuktuk di daerah Kabupaten Simalungun. Silalahi *et al.* (2021) mengungkapkan masyarakat di Desa Bulumario, Kecamatan Sipirok, Kabupaten Tapanuli Selatan memanfaatkan andaliman atau yang dikenal dengan nama sinyarnyar yang keberadaannya semi-kultivasi sebagai

rempah untuk bahan masakan. Purba & Silalahi (2021) dalam penelitiannya mengenai tumbuhan *edible* oleh Masyarakat Batak Karo di Desa Merdeka dan Desa Jaranguda, Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo, memanfaatkan buah dari andaliman sebagai rempah-rempah untuk bahan masakan.

Studi dari Wahyuni *et al.* (2022) mengemukakan bahwa Suku Batak Toba selain di Sumatera Utara, tepatnya di Desa Pangkalan Libut, Kecamatan Pinggir, Kabupaten Bengkalis, Riau memanfaatkan biji dari andaliman sebagai salah satu bahan bumbu khas masakan untuk arsik. Arsik

merupakan makanan khas Suku Batak yang dikonsumsi dengan tidak berkuah dengan ditambahkan kacang panjang. Secara etimologi, *arsik* berasal dari kata marsik yang memiliki arti kering. Penyajian arsik memiliki makna filosofi sebagai ungkapan rasa syukur saat acara upah-upahan atau pemberian dari *tulang* (paman kandung) kepada *bere* (keponakan) dengan harapan supaya dalam keadaan yang sehat selalu. Selain itu, arsik kerap kali disuguhkan dalam pelaksanaan pesta adat saat pernikahan. Rangkuman dari pemanfaatan andaliman sebagai bahan pangan lokal ditampilkan **Tabel 1**.

Tabel 1. Pemanfaatan andaliman sebagai bahan pangan lokal oleh Masyarakat Suku Batak

No	Nama Spesies	Nama Lokal	Nama Daerah	Pemanfaatan	Sub-etnis	Lokasi	Sitasi
1	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Rempah Tuba	Mengurangi lemak ikan dan daging serta mengurangi aroma amis Mengawetkan makanan secara alami 0,25 ons buah andaliman sebagai bahan masakan	Batak Simalungun	Dusun Gotting, Kecamatan Raya, Kabupaten Simalungun	Marbun (2012)
2	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	2 sendok teh buah andaliman sebagai bahan masakan ikan arsik Buah andaliman sebagai bumbu masakan untuk rasa pedas	Batak Toba		Hasairin (2014)
3	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman sebagai bumbu masakan untuk rasa pedas	Batak Toba	Desa Peadungdung, Kabupaten Humbang Hasundutan	Silalahi et al. (2018a)
4	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman sebagai bahan	Batak Karo	Kabupaten Karo	Purba et al. (2018)

				masakan sup trites			
5	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Biji andaliman sebagai rempah untuk bahan masakan	Batak Toba	Desa Martoba, Kabupaten Samosir	Ibo & Arimukti (2019)
6	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman sebagai bahan masakan gulai biawak seberat 150 gram		Kelurahan Indrapura, Kecamatan Batu Bara	Arida et al. (2020)
7	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	andaliman sebagai salah satu bahan dalam membuat masakan khas bernama Tasak Telu.	Batak Karo	Desa Telagah, Dusun Lau Buah, Kecamatan Sei Bingai, Kabupaten Langkat	Meilisa et al. (2021)
8	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman sebagai bahan masakan sup terites dan kidu-kidu 150 gram	Batak Karo	Kabupaten Brastagi	Hasairin & Nasution (2021)
9	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	andaliman sebagai salah satu komponen pembuatan 2 kg tinuktuk	Batak Simalungun	Kabupaten Simalungun	Damanik et al. (2021)
10	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Sinyarnyar	Dibudidayakan secara semi-kultivasi, sebagai rempah untuk bahan masakan	Batak Mandailing	Desa Bulumario, Kecamatan Sipirok, Kabupaten Tapanuli Selatan	Silalahi et al. (2021)
11	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman sebagai rempah untuk bahan masakan.	Batak Karo	Desa Merdeka dan Desa Jaranguda, Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo	Purba & Silalahi (2021)
12	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Biji andaliman sebagai bumbu khas masakan arsik	Batak Toba	Desa Pangkalan Libut, Kecamatan Pinggir, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau	Wahyuni et al. (2022)

Obat Tradisional

Berdasarkan hasil pencarian pemanfaatan andaliman sebagai bahan obat tradisional, ditemukan dalam lima referensi yang terdiri dari satu disertasi dan empat jurnal ilmiah. Berdasarkan penelitian dari Marbun (2012), Masyarakat Batak Simalungun di Dusun Gotting Kecamatan Raya Kabupaten Simalungun, memanfaatkan andaliman atau yang lebih dikenal dengan nama rempah tuba yang dipercayai berkhasiat sebagai obat untuk menyembuhkan luka dan menambah nafsu makan serta diyakini dapat memperpanjang usia atau jarang sekali jatuh sakit. Silalahi *et al.* (2015) dalam penelitiannya di Nagori Simbou Baru, Kecamatan Raya kabupaten Simalungun mengungkapkan bahwa etnis Batak Simalungun memanfaatkan andaliman sebagai salah satu campuran bahan yang berkhasiat untuk menyembuhkan penyakit batuk dan membuat ramuan minuman kesehatan yang dikenal dengan “*tinuktuk tawar*”. Terdapat suatu keyakinan bahwa dalam mengkonsumsi ramuan ini dapat menghangatkan badan dan melancarkan peredaran darah. Studi lain dari Silalahi *et al.* (2018b) mengemukakan bahwa Etnis Batak Pakpak di Desa Surung Mersada, Kabupaten Pakpak Barat, Sumatera Utara

memanfaatkan buah andaliman untuk mengobati penyakit asma dan rematik.

Mengacu penelitian yang dilakukan oleh Kholibrina & Aswandi (2021), masyarakat di sekitar wilayah Danau Toba memanfaatkan berbagai organ tumbuhan andaliman mulai dari buah, kulit batang, akar, hingga minyak atsiri untuk menyembuhkan sejumlah penyakit. Dalam penelitian ini tidak dijabarkan apa penyakit yang disembuhkan. Selanjutnya Saragih & Pasaribu (2021) dalam studinya di Nagori Amborokan Panei Raya, Kecamatan Raya Kahean, Kabupaten Simalungun mengenai pengobatan tradisional pasca melahirkan. Andaliman menjadi salah satu dari 16 spesies tumbuhan yang digunakan sebagai bahan pembuatan *tinuktuk* untuk memulihkan kondisi fisik setelah melahirkan. Andaliman ditumbuk beserta 16 bahan-bahan tumbuhan tersebut lalu dikonsumsi. Daftar ringkasan pemanfaatan andaliman sebagai bahan obat tradisional ditampilkan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Pemanfaatan andaliman sebagai bahan obat oleh Masyarakat Suku Batak

No	Nama Spesies	Nama Lokal	Nama Daerah	Pemanfaatan	Sub-etnis	Lokasi	Sitasi
1	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Rempah Tuba	Menyembuhkan luka dan menambah nafsu makan serta diyakini dapat memperpanjang usia	Batak Simalungun	Dusun Gotting, Kecamatan Raya, Kabupaten Simalungun	Marbun (2012)
2	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Membuat ramuan minuman kesehatan “tinuktuk tawar”	Batak Simalungun	Nagori Simbou Baru, Kecamatan Raya kabupaten Simalungun	Silalahi et al. (2015)
3	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Buah andaliman untuk mengobati penyakit asma dan rematik.	Batak Pakpak	Desa Surung Mersada, Kabupaten Pakpak Barat,	Silalahi et al. (2018b)
4	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	buah, kulit batang, akar, hingga minyak atsiri untuk menyembuhkan berbagai penyakit.	Batak Toba	Sekitar wilayah Danau Toba	Kholibrina & Aswandi (2021)
5	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>	Andaliman	Andaliman	Bahan pembuatan tinuktuk untuk memulihkan kondisi fisik setelah melahirkan	Batak Simalungun	Nagori Amborokan Panei Raya, Kecamatan Raya Kahean, Kabupaten Simalungun	Saragih & Pasaribu (2021)

Peran Pertanian Andaliman Bagi Masyarakat Lokal dan Lingkungan

Di samping pemanfaatannya sebagai rempah dalam pembuatan masakan khas Batak dan juga pengobatan tradisional, andaliman juga dapat dimanfaatkan dalam sistem agroforestri sebagai salah satu tumbuhan yang ditanam. Dewi *et al.* (2021) dalam studinya mengenai persepsi petani dalam pengembangan sistem agroforestri di Desa Pondok Buluh Village, Kecamatan Panribuan, Kabupaten Simalungun

mendapatkan hasil bahwa petani-petani di daerah tangkapan air sekitar Danau Toba menanam andaliman di lahan mereka dengan menerapkan sistem agroforestri.

Andaliman dapat dimanfaatkan hasil hutan bukan kayu berupa buah/biji. Nurlaeni *et al.* (2021) telah melakukan kajian etnoekologi mengenai peran tumbuhan andaliman bagi komunitas lokal di daerah Danau Toba khususnya di desa Salaon Dolok, Sumatera Utara. Kajian tersebut memberikan arah pemikiran

mengenai sistem pertanian andaliman bersifat tradisional dengan memiliki kearifan lokal terkait pengelolaan sistem pertanian yang handal secara turun temurun.

Petani di Desa Salaon Dolok telah mempraktekkan kegiatan pertanian “*Marsiadapari*” dengan memperhatikan kelestarian alam dan kebersamaan masyarakat untuk mengangkat nilai-nilai budaya, sosial, dan spiritualitas dari tahun ke tahun (Nurlaeni *et al.* (2021). Petani andaliman di Desa Salaon Dolok berpendapat bahwa hutan memberikan kehidupan bagi masyarakat karena hutan sebagai bagian dari lingkungan hidup yang keberadaannya harus dilestarikan dengan sebaik-baiknya. Pengelolaan sumber daya hutan berdasarkan pengetahuan ekologi tradisional mendorong terciptanya sumber daya hutan yang lestari. Pengetahuan lokal tentang pengelolaan dan budidaya andaliman dapat berkontribusi pada pengembangan praktik budidaya andaliman yang akan mendukung pertumbuhan ekonomi petani.

Fitokimia dan Bioaktivitas

Peranan andaliman sebagai rempah-rempah untuk bahan masakan dan obat-obatan tradisional tentu tak lepas dari senyawa fitokimia berupa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan hasil pencarian kandungan senyawa bioaktivitas fitokimia yang terdapat di pada andaliman ditemukan dalam sembilan referensi yang terdiri dari satu disertasi, satu bab dalam buku, dan tujuh jurnal ilmiah. Organ tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah, biji hingga duri digunakan dalam kegiatan pengkajian bioaktivitas suatu fitokimia dalam genus *Zanthoxylum* L. (Mutinda *et al.*, 2023) Terdapat penelitian mengenai kajian bioaktivitas fitokimia pada tumbuhan dalam genus *Zanthoxylum*, yaitu tumbuhan-tumbuhan yang berada dalam satu genus atau berkerabat dekat dengan tumbuhan andaliman atau *Zanthoxylum acanthopodium* DC. yang dimuat dalam

Tabel 3.

Tabel 3. Kajian bioaktivitas fitokimia dalam tumbuhan genus *Zanthoxylum* pada penelitian terdahulu

No.	Bioaktivitas	Senyawa	Metode Identifikasi	Nama Spesies	Bagian Tumbuhan	Sitasi
1.	antibakteri	Monoterpenoid Sabine	: GC-MS	<i>Z. limonella</i>	Buah	Supabphol and Tangitjareonkun, 2014
2.	antibakteri	Acridone : Hydroxy-1,3-dimethoxy-10-methyl-9-acridone 1-hydroxy-3-methoxy-10-methyl-9-acridone	TLC dan NMR	<i>Z. leprieurii</i>	Batang	Bunalema <i>et al.</i> , 2017

3.	Antimikroba	3-hydroxy-1, 5,6-trimethoxy-9-acridone Minyak atsiri : 6,9,12,15-hexadeca-tetraenoicacid-methylester, 4-terpinenylacetate, D-limonene, Eucalyptol, α -terpineol, β -linalool, δ -cadinene, β -pinene	GC-MS	<i>Z. bungeanum</i>	Daun dan buah	Hong et al.,2017
4.	Antimikroba	β -carboline alkaloids : 10-methoxycanthin-6-one	MS dan NMR	<i>Z. paracanthum</i>	Kulit akar	Kaigongi et al., 2020
5.	Antioksidan	Sesquiterpenoid glycoside : Dihydrophaseic acid 4'-O-[6''-O-(4'''-hydroxy-3''', 5'''-dimethoxy) benzoyl)]-b-D-glucopyranoside	ATR-FTIR	<i>Z. armatum</i>	Batang	Liu et al., 2020
6.	Anti-inflamasi	Lignan : Hesperidin	HPLC	<i>Z. rhetsa</i>	Buah	Maduka and Ikpa, 2021
7.	Antikanker	Flavonoid : Apigenin, Kaempferol-7-O-glucoside	UV, IR, NMR, dan MS	<i>Z. alatum</i>	Batang	Mukhija et al., 2015
8.	Antikanker	Coumarine : Scoparone	GC-MS dan MS	<i>Z. leprieurii</i>	Buah	Ekka et al., 2020
9.	Sitotoksik	Alkaloid: Decarine dan Syncarpamide	NMR, MS, IR	<i>Z. syncarpum</i>	Batang	Ross et al., 2004
10.	Anti-insektisida	Minyak atsiri: Cuminadehyde citrinellal, Neral, Linaool, Linaool oxide, Terpinen-4-ol, 1,8-cineole, Piperitone, Limonene	GC-MS	<i>Z. armatum</i>	Ranting	Ekka et al., 2020

Keterangan : ATR-FTIR (*Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infra Red*), GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry*), HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), IR (*Infra Red*), MS (*Mass Spectrophotometry*), NMR (*Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*), UV (*Ultraviolet Spectrophotometric*)

Guleria *et al.* (2013) dan Muzafri *et al.* (2018) melaporkan bahwa ekstrak andaliman yang mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, tannin, triterpenoid/steroid, dan *glycoside*

anthraquinones menyediakan aktifitas antimikroba yang menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus typhimurium*, *Bacillus stearothermophilus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Vibrio*

cholera dengan cara ekstrak andaliman merusak dinding sel dan menyebabkan metabolit intraseluler keluar dengan meningkatkan permeabilitas. Peningkatan permeabilitas tersebut disebabkan adanya interaksi senyawa fenolik dengan membran sitoplasma bakteri (Wijaya *et al.*, 2019). Ekstrak buah andaliman mengandung senyawa bioaktif yang dapat menghambat migrasi sel kanker payudara 4T1 (Harahap *et al.*, 2018). Serbuk buah andaliman diekstraksi dengan metode maserasi dengan pelarut n-heksana dan etil asetat mengandung komponen polifenol seperti flavonoid dan tannin dapat menghambat migrasi dan pertumbuhan sel kanker payudara seperti menghambat ekspresi *Vascular Endothelial Growth Factor* atau VEGFR-2 dan *Cyclooxygenase-2* atau COX-2 yang berperan dalam aksi angiogenesis dan tumorigenesis (Harahap *et al.*, 2018). Berdasarkan kajian-kajian tersebut mengindikasikan bahwa tumbuhan-tumbuhan dalam genus *Zanthoxylum* berpotensi besar dalam pengelolaan fitokimia berdasarkan bioaktivitasnya.

SIMPULAN

Andaliman merupakan tumbuhan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Suku Batak. Secara tradisional melalui kajian etnobotani, andaliman dimanfaatkan sebagai rempah-rempah

dalam pembuatan bahan masakan khas, pengobatan, hingga upacara adat. Dalam pemanfaatan dengan buah dan biji andaliman sebagai bahan untuk bumbu masakan, makanan khas yang dihasilkan antara lain, *arsik, sangsang, sup terites, gulai biawak, tasa telu, dan kidu-kidu*. Pada pengobatan tradisional, andaliman dimanfaatkan untuk mengobati berbagai penyakit seperti menyembuhkan luka, melancarkan peredaran darah, asma, rematik, menghangatkan badan, dan menambah nafsu makan. Selain sebagai bahan masakan dan pengobatan tradisional, andaliman dapat dimanfaatkan dalam skema agroforestri sebagai tanaman yang dimanfaatkan hasil bukan kayunya berupa buah dan biji dan berdampak pada kelestarian alam lingkungan. Ekstrak buah dan biji andaliman mengandung berbagai senyawa kimia metabolit sekunder yang meliputi alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, tannin, triterpenoid. Bagian organ tumbuhan yang dimanfaatkan dari andaliman tidak hanya terbatas pada buah dan biji akan tetapi kulit batang dan juga akar. Pemanfaatan tumbuhan andaliman yang beragam oleh Masyarakat Suku Batak dapat menjadi landasan dalam mempertahankan keberadaan andaliman di alam dan diimplementasikan pemanfaatannya secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arida, E., Hidayat, A., Mulyadi, Mairida N. L., Subasli, D. R., Mumpuni. (2020). Consumption and Trade of Asian Water Monitor, *Varanus salvator* as Reliance on Wildlife for Livelihoods among Rural Communities in North Sumatra, Indonesia. *Journal of Tropical Ethnobiology* 3(2), 81–92.
- Bunalema, L., Fotso, G. W., Waako, P., Tabuti, J., & Yeboah, S. O. (2017). Potential of *Zanthoxylum leprieurii* as a source of active compounds against drug resistant Mycobacterium tuberculosis. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(89), 1–6.
- Ekka, G., Jadhav, S. K., & Quraishi, A. (2020). An overview of genus *Zanthoxylum* with special reference to its herbal significance and application. In *Herbs and Spices*. IntechOpen
- Damanik, E. L., Hasairin, A., Baiduri, R., Saragih, M. H., & Rajagukguk, A. V. (2021). Exploration of medicinal plants: tinuktuk concoction in Simalungunese, Indonesia. *Journal of Social and Political Sciences* 4(4), 24–37.
- Dewi R., Darwo, Yeni, I., Andari L., & Bogidarmanti, R. Agroforestry development in Lake Toba catchment area: Farmer's perception and interest. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 914 012038
- 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*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/790580>
- Gultom, T., Edi, S., Silaban, F., Sagala, A., & Gultom, J., Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan, D., Biologi, P., Biologi, J., & Artikel, I. (2021). Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) di Kawasan Danau Toba, Sumatera Utara. *Citra Bio Kaldera*, 1(1), 26–31.
- Harahap, U., Hasibuan, P. A. Z., Sitorus, P., Arfian, N., & Satria, D. (2018). Antimigration activity of an ethylacetate fraction of *Zanthoxylum acanthopodium* DC. Fruits in 4T1 Breast Cancer Cells. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 19(2), 565–569.
- Hartley, T. G. (1966). A revision of the Malesian species of *Zanthoxylum* (Rutaceae). *Journal of the Arnold Arboretum.*, 47(3), 171–221.
- Hasairin, A. (2014). Variasi, keunikan dan ragam makanan adat etnis batak toba suatu kajian prospek etnobotani. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20(75), 21–26.
- Hasairin, A., & Nasution, A. (2021). Kajian etnobiologi terites dan kidu-kidu makanan budaya Suku Batak Karo di Sumatera Utara. *Seminar Nasional Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia*, 29–33.
- Hong, L., Jing, W., Qing, W., Anxiang, S., Mei, X., Qin, L., & Qiuhui, H. (2017). Inhibitory effect of *Zanthoxylum bungeanum* essential oil (ZBEO) on *Escherichia coli* and intestinal dysfunction. *Food & Function*, 8(4), 1569–1576.
- Ibo, L. K., & Arimukti, S. D. (2019). Ethnobotanical study of Batak Toba sub-ethnic community in Martoba Village, Samosir District, North Sumatra. *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(2), 234–241.
- Kaigongi, M. M., Lukhoba, C. W., Yaouba, S., Makunga, N. P., Githiomi, J., & Yenesew, A. (2020). In Vitro Antimicrobial and Antiproliferative Activities of the Root Bark Extract and Isolated Chemical Constituents of *Zanthoxylum paracanthum* Kokwaro (Rutaceae). *Plants*, 9(7), 1–15.

- Kholibrina, C. R., & Aswandi, A. (2021). The ethnobotany and ethnomedicine of *Zanthoxylum acanthopodium* in Lake Toba, North Sumatra, Indonesia. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 10(1), 78–90.
- Kintamani, E., Kusmana, C., Tiryana, T., Batubara, I., & Mirmanto, E. (2019). Wild Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) Varieties as an Aromatic Plants from North Sumatera. *2nd International Conference of Essential Oils*, 140–146.
- Kristanty, R. E., & Suriawati J. (2014). Cytotoxic and antioxidant activity of petroleum extract of andaliman fruits (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *International J. Pharm.Tech. Res.*, 6(3), 1064–1069.
- Liu, Y.-L., Gao, L.-L., Song, T.-T., Guo, T., & Chang, J. (2020). Two new sesquiterpenoid glycosides from the stems of *Zanthoxylum armatum* DC. *Natural Product Research*, 34(21), 3036–3041.
- Lumban Raja, R. N., & Hartana, A. (2017). Morphological Variation of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) in North Sumatra. *Floribunda*, 5(7), 258–266.
- Maduka, T. O., & Ikpa, C. B. C. (2021). *Zanthoxylum rhetsa* (Roxb.) DC.: A Systemic Review of its Ethnomedicinal Properties, Phytochemistry and Pharmacology. *World News of Natural Science*, 37, 41–57.
- Marbun, D. H. (2012). *Pemanfaatan tanaman rempah tuba (andaliman) secara tradisional pada Masyarakat Etnik Batak Simalungun di Dusun Gotting Kecamatan Raya Kabupaten Simalungun*. Disertasi doktor, Universitas Negeri Medan.
- Melisa, Sindi, S., Hasairin, A., & Gani, A. R. F. (2021). Ethnobiological study of tasak telu, traditional food Karo Batak Tribe in North Sumatra. *Webinar Nasional VII Biologi dan Pembelajarannya*, 230-238.
- 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), 86–92.
- Mutinda, E. S., Kimutai, F., Mkala, E. M., Waswa, E. N., Odago, W. O., Nanjala, C., Ndungu, C. N., Gichua, M. K., Njire, M. M., Gituru, R. W., & Hu, G.-W. (2023). Ethnobotanical uses, phytochemistry and pharmacology of pantropical genus *Zanthoxylum* L. (Rutaceae): An update. *Journal of Ethnopharmacology*, 303(115895), 1–55.
- Muzafri, A., Julianti, E., & Rusmarilin, H. (2018). The Extraction of antimicrobials component of andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) and its application on catfish (*Pangasius sutchi*) fillet. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), p.012089.
- Napitupulu, B., Simatupang, S., & Sinaga, M. (2004). Potency of andaliman as a traditional food additive of Batak ethnic North Sumatera. *Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional*.
- Nurlaeni, Y., Iskandar, J., & Junaedi, D. I. (2021). Ethnoecology of *Zanthoxylum acanthopodium* by local communities around lake Toba, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(4), 1806–1818.
- Parhusip, A. J. N., Jenie B. S. L., Rahayu, W. P., & Yasni, S. (2005). Pengaruh ekstrak andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) terhadap permeabilitas dan hidrofobisitas *Bacillus careus*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 16(1), 24–30.
- Purba, E. C., & Silalahi, M. (2021). Edible plants of the Batak Karo of Merdeka District, North Sumatra, Indonesia.

- Ethnobotany Research & Applications* 22, 1–15.
- Ross, S. A., Sultana, G. N. N., Burandt, C. L., ElSohly, M. A., Marais, J. P. J., & Ferreira, D. (2004). Syncarpamide, a New Antiplasmodial (+)-Norepinephrine Derivative from *Zanthoxylum syncarpum*. *Journal of Natural Products*, 67(1), 88–90.
- Saragih, D. E., & Arsita, E. V. (2019). Kandungan fitokimia *Zanthoxylum acanthopodium* dan potensinya sebagai tanaman obat di wilayah Toba Samosir dan Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 71–76.
- Saragih, S.N., & Pasaribu, P. 2021. Tinuktuk as Traditional Postpartum Medicine in Nagori Amborokan Panei Raya, Raya Kahean District, Simalungun Regency. *Jurnal Antropologi Sumatera*, 19(2), 101–111.
- Silalahi, M., & Anggraeni, R. (2018a). Studi etnobotani tumbuhan pangan yang tidak dibudidayakan oleh masyarakat lokal Sub-etnis Batak Toba, di Desa Peadungdung Sumatera Utara, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 241–250.
- Silalahi, M., & Lumbantobing, K. (2021). Kandungan Minyak Atsiri Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dan Bioaktivitasnya. *Jurnal Pro-Life*, 8(1), 22–31.
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, & E. B., Supriatna, J. (2015). Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 16(1): 44–54.
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, E. B., & Mustaqim, W. (2018b). Etnomedisin tumbuhan obat oleh subetnis Batak Phakpak di Desa Surung Mersada, Kabupaten Phakpak Bharat, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Dasar* 19(2): 77–92.
- Silalahi, M., Asmara, K. T., & Nisyawati. (2021). The Ethnobotany Study of the Foodstuffs by Local Communities in the Bulumario Village. *Jurnal Biodjati*, 6(1), 45–58.
- Siregar, B. L. (2003). Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) di Sumatera Utara: deskripsi dan perkecambahan. *Hayati Journal of Biosciences*, 10(1), 38–40.
- Supabphol, R., & Tangjitjareonkun, J. (2015). Chemical Constituents and Biological Activities of *Zanthoxylum limonella* (Rutaceae): A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(12), 2119–2130. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v13i12.25>
- Umoh, O. T. (2020). Chemotaxonomy: The Role of Phytochemicals in Chemotaxonomic Delineation of Taxa. *Asian Plant Research Journal*, 5(1), 43–52.
- Wahyuni, S., Manullang, A. P., & Dinata, M. (2022). Studi etnobotani pada makanan khas Suku Batak Toba di Desa Pangkalan Libut Kecamatan Pinggir Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 228-237.
- Wijaya, C. H., Hadiprodjo, I. T., & Apriyantono, A. (2002). Identification of Volatile Compounds and Key Aroma Compounds of Andaliman Fruit (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *Food Science and Biotechnology*, 11, 680–683.
- Wijaya, C. H., Napitupulu, F. I., Karnady, V., & Indariani, S. (2019). A review of the bioactivity and flavor properties of the exotic spice “andaliman” (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Food Reviews International*, 35(1), 1–19.