



Potensi tumbuhan keluak (*Pangium edule* Reinw) sebagai sumber antioksidan, antimikroba, dan aplikasinya dalam bidang pangan: *a short review*

Muhammad Yunus, Krishna Purnawan Candra*, Marwati Marwati

Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Article history

Diterima:

26 Mei 2023

Diperbaiki:

9 Oktober 2023

Disetujui:

10 Oktober 2023

Keyword

Antioxidant;

Antimicrobials;

Keluak;

Pangium;

ABSTRACT

*Keluak is a multi-purpose plants whose plant part (seeds and leaves) function as herbal medicine. This narrative review aims to reveal the potential of the keluak plant as a source of antioxidants, antimicrobials and its application in the food sector. The literature search method using the Boolean technique is used by combining several keywords with the AND, OR, NOT notations from several kinds of literature, both national and international journals, published from various databases. Various potential antioxidant compounds found in seeds, leaves, keluak fruit are Vitamin E, Vitamin C, polyphenols, saponins, steroids, phenolics, tannins, flavonoids (quercetin and catechins), quinine, and β -carotene. Various bacteria whose growth can be inhibited by extracts/materials from seeds, leaves, and fruit of keluak are *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Morganella morganii*, *Microbacterium testaceum*, *Raoultella terigena*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacteriaceae*, and viruses SARS CoV 2. Seeds and leaves of the keluak plant have the potential to be developed as antioxidant and antimicrobial agents in commercial dosage forms such as natural food preservatives that are safe to use in food ingredients and processed food products.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : candra@faperta.unmul.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i4.20167

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan alam yang diperuntukkan sebagai penunjang kebutuhan manusia saat ini cenderung meningkat seiring mulai berkembangnya prinsip *back to nature*. Bahan alam yang biasa digunakan oleh masyarakat dapat diperoleh dari jenis tumbuhan salah satunya keluak sebagai salah satu sumber pangan kaya akan kandungan antioksidan dan antimikroba.

Keluak (*Pangium edule* Reinw) merupakan tumbuhan liar yang tersebar luas hampir di seluruh daerah Indonesia dan bijinya banyak digunakan sebagai bumbu dasar pembuatan olahan pangan seperti rawon, pindang (Widiastuti et al. 2017), serta sebagai pengawet bahan pangan laut seperti ikan (Mariyana et al. 2019). Menurut FAO (2021) pangan yaitu sesuatu yang dikonsumsi secara konsisten dalam jumlah tertentu dan berubah menjadi bagian umum dari rutinitas makan yang berlebihan sebagai sumber utama energi yang dibutuhkan tubuh.

Berbagai penelitian telah dilakukan yang berfokus pada tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan, antimikroba salah satunya keluak yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan konsentrasi efektif EC_{50} berkisar 50,96-76,67% (Wardani et al. 2020). EC_{50} didefinisikan sebagai jumlah antioksidan yang diperlukan untuk menurunkan aktivitas awal sebesar 50% (Sebaugh 2011). Pada studi lain diketahui bahwa EC_{50} yang diperoleh untuk aktivitas antioksidan penangkap radikal DPPH fenolik ekstrak aseton keluak sebesar $7,3 \pm 0,1 \mu\text{g/ml}$ (Chye and Sim 2009).

Hasil studi literatur terhadap keluak menunjukkan bahwa di dalam ekstrak dari bagian daun, buah, dan biji, tumbuhan keluak diperoleh komponen senyawa aktif yang menjadi sumber kandungan antioksidan, dan antimikroba. Senyawa-senyawa tersebut di antaranya fenol, alkaloid, saponin, flavonoid, dan tanin (Andarwulan et al. 1999). Aktivitas antimikroba keluak di antaranya terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus cereus* (Makagansa et al. 2015, Sakul et al. 2020). Hal ini senada dengan pernyataan Lim et al. (2019) yang mengatakan bahwa tumbuhan yang memiliki aktivitas antimikroba juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dari senyawa metabolik yang dikandung.

Kemampuan ekstrak dari bagian tumbuhan keluak yang dapat digunakan sebagai antioksidan dengan fungsi menstabilkan atau menghambat radikal bebas dan antimikroba yang terbukti menghambat dan mencegah pertumbuhan beberapa jenis mikroba, sehingga perlu dilakukan pengembangan untuk kepentingan masyarakat. Review singkat ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait aktivitas antioksidan, antimikroba pada ekstrak bagian-bagian tumbuhan keluak yang dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan pada sektor pangan.

Diharapkan, potensi tumbuhan keluak dapat dikembangkan sebagai agen antioksidan dan antimikroba dalam bentuk sediaan secara komersial yang memiliki efek lokal, seperti pengawet alami pangan yang aman digunakan pada bahan pangan maupun produk olahan pangan, dan dapat menunjang ketahanan pangan (Dewan Ketahanan Pangan 2006).

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penyusunan studi pustaka ini adalah referensi pustaka dari publikasi (jurnal) nasional dan internasional baik dalam bentuk *hardcopy* maupun *softcopy*. Proses pengumpulan bahan studi pustaka berupa literatur artikel ilmiah dilakukan secara *online* pada *database online* yang memiliki repositori besar untuk studi akademis seperti Google Scholar, DOAJ, Garuda, Neliti, Pubmed, Semantik Scholar, Scilit, dan ScienceDirect. Pengelolaan pustaka dilakukan dengan menggunakan aplikasi Mendeley.

Metode Pengujian

Metode yang digunakan dalam penulisan studi pustaka ini yaitu metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) yang telah termodifikasi (Liberati et al. 2009, Moher et al. 2009). Penulisan yang dilakukan berdasarkan penilaian kualitas manuskrip dengan strategi pencarian pustaka menggunakan *framework* berupa PICOS (*population, intervenes, comparation, outcome, dan study design*) (Siswanto 2010), serta menggunakan teknik Boolean dengan cara menggabungkan beberapa kata kunci dengan notasi AND, OR, NOT sebagai upaya pencarian literatur untuk menghasilkan hasil pencarian yang ditargetkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pencarian pustaka terkait tumbuhan keluak yang diperoleh dari 8 data base menggunakan 5 kata kunci pencarian baik itu publikasi dalam bentuk artikel *review* dan *original research* berjumlah 7.024 artikel per tanggal 17 November 2022. *Screening* pustaka dilakukan menggunakan modifikasi metode PRISMA. Tahapan awal penentuan artikel yang digunakan

dalam penulisan artikel review terkait tumbuhan keluak yaitu identifikasi artikel dan *screening* dengan melakukan pengurangan artikel terduplikat pada 8 data Base sebanyak 3.598, sehingga diperoleh artikel sebanyak 3.426 tanpa duplikat. Artikel publikasi dilakukan *screening* kembali berdasarkan strategi PICOS pada tahun terbit dan bahasa pada artikel sehingga diperoleh 100 artikel terkait.

Tabel 1 Karakteristik Tumbuhan Keluak

Bagian Tumbuhan	Karakteristik
 <p>Batang</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kulit batang keluak memiliki perpaduan warna kemerahan bercampur dengan abu-abu kecokelatan. 2. Permukaan kulit kasar, dan memiliki banyak celah kulit yang mengeras.
 <p>Daun</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berjenis daun tunggal dengan panjang berkisar antara 20-60 cm, serta lebar 15-40 cm. 2. Helai daun muda berlekuk tiga, dan pada daun tua daun berbentuk bulat telur yang melebar pada bagian pangkal daun 3. Permukaan daun bagian atas licin dengan warna hijau mengkilat. 4. Permukaan bawah daun memiliki rambut yang tersusun rapat mengikuti alur tulang daun.
 <p>Bunga</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bunga berwarna hijau muda kecokelatan. 2. Bunga berjenis kelamin betina tumbuh secara tunggal pada ujung ranting dan bunga jantan keluak tersusun di dalam malai.
 <p>Buah</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buah berbentuk bulat telur 2. Kulit buah berwarna coklat kemerahan dengan permukaan buah yang kasar. 3. Daging buah berwarna putih sampai pada kuning pucat dengan jumlah biji mencapai 18 butir di dalam 1 buah. 4. Buah keluak memiliki tekstur lunak
 <p>Biji</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biji buah keluak memiliki kulit yang kasar dengan perikarp setebal 6 - 10 cm. 2. Kulit biji keluak juga berkayu dan beralur. 3. Isi biji keluak memiliki warna coklat kehitaman dengan rasa tidak pahit.

Sumber: (Heriyanto dan Subiandono 2008, Arini 2012, Sari dan Suhartati 2015) dan <https://www.orami.co.id/magazine/keluak>

Tahapan lanjutan yang dilakukan yaitu *eligibility* dan diperoleh 50 artikel publikasi dinilai berdasarkan kelayakan, dan terdapat 50 artikel teks lengkap dikecualikan dengan alasan tertentu seperti daftar pustaka yang digunakan sebagian bersumber dari artikel yang tidak dapat di pertanggung jawabkan. Sehingga diperoleh hasil yang *included* sebanyak 50 artikel yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu artikel terkait antioksidan keluak sebanyak 11 artikel, antimikroba keluak sebanyak 14 artikel, dan artikel terkait keluak pada sektor pangan sebanyak 25 artikel.

Keragaman Tumbuhan Keluak

Karakteristik Fisik Tumbuhan Keluak

Tumbuhan keluak merupakan tumbuhan liar yang tumbuh di Melanesia dan Asia Tenggara, termasuk Indonesia (Arini 2012). Keluak tersebar di dataran rendah hingga daerah perbukitan pada ketinggian 10-1.000 mdpl dengan tinggi pohon mencapai 40 meter dan diameter batang mencapai ± 100 cm (Arini 2012; Sari and Suhartati 2015).

Menurut Sari dan Suhartati (2015) keluak memiliki beberapa nama di berbagai daerah yang berbeda seperti: kepayang, simaung, kapencueng, kapecuang (Minangkabau); nagafu (Tanimbar); pacung, picung (Sunda); kalowa (Sumbawa dan Makassar); pakem, pucung (Jawa); pangi, kalowa (Bugis dan Betawi); dan keluak (Samarinda). Data tentang karakteristik tumbuhan keluak dapat dilihat pada Tabel 1.

Komponen Kimia Tumbuhan Keluak

Beberapa komponen kimia ekstrak bagian-bagian tumbuhan keluak telah diisolasi dan diidentifikasi diantaranya yaitu fenolik, tanin, flavonoid, karotenoid, dan antosianin ekstrak (Warnasih and Hasanah 2018a). Skrining fitokimia keluak oleh Mangunwardoyo et al. (2008) berupa kandungan tanin ekstrak akuades dan etanol 50% biji keluak pada kromatografi lapis tipis dengan menggunakan fase diam silika gel GF₂₅₄ (20 x 20) dengan ketebalan 0,25 mm menggunakan larutan pengembang etanol – etil asetat (9:1), etil asetat – n-heksana (8:2), dan n-heksana – etil asetat (9:1) menghasilkan bahwa larutan pengembang etanol – etil asetat menghasilkan 2 bercak, yaitu warna coklat muda dengan nilai Rf= 0,71 dan ungu Rf= 0,79, yang diduga merupakan senyawa tanin. Larutan pengembang etil asetat – n-heksana 8:2 hanya menunjukkan 1 bercak warna kuning muda, dan pada pengembang n-heksana – etil asetat 9:1

menunjukkan 2 bercak warna, yaitu kuning dengan Rf= 0,14 dan coklat muda Rf= 0,87 yang diduga bukan senyawa tanin.

Warnasih and Hasanah (2018a) melakukan analisis kualitatif fitokimia keluak untuk mendeteksi tanin, flavonoid, karotenoid, dan antosianin. Uji kandungan tanin dengan perlakuan pemberian 3 tetes ekstrak keluak + FeCl₃ ditunjukkan terjadinya perubahan warna menjadi hijau atau hitam-kehitaman. Uji flavonoid dengan perlakuan pemberian 2 ml ekstrak keluak dalam etanol + 0,5 ml HCl pekat + serbuk Mg menunjukkan warna merah sehingga dikatakan memiliki kandungan flavonoid. Lebih lanjut (Warnasih and Hasanah 2018a) menyebutkan bahwa keluak memiliki kandungan karotenoid di uji dengan perlakuan 2 ml ekstrak keluak + H₂SO₄ pekat menghasilkan warna hijau. Uji senyawa antosianin keluak dengan perlakuan 3 tetes ekstrak keluak + HCl 2 m dipanaskan pada suhu 78°C dalam 5 menit dengan berubah warna menjadi biru.

Menggunakan GC-MS, Tumilaar et al. (2021) mendeteksi bahwa dalam ekstrak n-heksana daun keluak terdapat 53 senyawa kimia, antara lain heksana 9,68%, tridekana 1,87%, dan asam stearat 1,82%. Selanjutnya Pinta et al. (2017) melaporkan bahwa ekstrak etanol daun keluak mengandung flavonoid, steroid, dan saponin, tetapi tidak mengandung alkaloid, dan triterpenoid.

Chye and Sim (2009) juga melakukan analisis kandungan fenolik dan alkaloid terhadap ekstrak tumbuhan keluak. Analisis tersebut menyatakan bahwa kandungan fenolik lebih tinggi dari kandungan senyawa alkaloid. Kandungan fenolik ekstrak aseton keluak sebesar 16,39 mg GAE/g, fenolik ekstrak etil asetat 12,65 mg GAE/g, asam fenolik bebas 2,07 mg GAE/g, asam fenolik terikat glikosida 2,26 mg GAE/g, sedangkan untuk kandungan senyawa alkaloid hanya sebesar 0,71 mg GAE/g.

Potensi Antioksidan Ekstrak Tumbuhan Keluak

Aktivitas Antioksidan

Senyawa antioksidan adalah senyawa yang berfungsi sebagai pelindung sel dari dampak radikal bebas. Senyawa fitokimia yang berfungsi sebagai sumber antioksidan alami salah satunya yaitu flavonoid dan fenol. Flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang dapat meningkatkan

pertahanan diri dari penyakit yang diinduksi oleh radikal bebas dengan cara mendonorkan atom hidrogennya. Fenol secara garis besar merupakan senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan memiliki gugus hidroksil sebagai respons terhadap stres lingkungan dan memiliki fungsi secara biologis sebagai pelindung terhadap stres oksidatif dan penyakit degeneratif secara signifikan (Sayuti and Yenrina 2015).

Andarwulan et al. (1999) melaporkan bahwa ekstrak tumbuhan keluak memiliki senyawa antioksidan yang bersifat non polar yaitu tokotrienol dan tokoferol, serta senyawa antioksidan bersifat polar yang diduga sebagai glikon senyawa fenolik konjugat. Pada ekstrak kecambah biji keluak ditemukan γ -tokotrienol yang termasuk vitamin E yang dominan.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam besaran nilai persentase konsentrasi efektif (EC_{50}), besaran konsentrasi larutan (IC_{50}) dan dalam bentuk persentase penghambatan DPPH. Nilai

EC_{50} atau IC_{50} absolut adalah respons yang sesuai dengan kontrol 50% (rata-rata dari kontrol pengujian 0% dan 100%) (Sebaugh 2011).

Molyneux (2004) menggolongkan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi jika nilai $IC_{50} < 50 \mu\text{g/ml}$, kuat jika nilai IC_{50} berkisar pada nilai 50 – 100 $\mu\text{g/ml}$, sedang jika nilai IC_{50} berkisar antara 101 – 150 $\mu\text{g/ml}$, dan dikatakan lemah jika $IC_{50} > 150 \mu\text{g/ml}$.

Menggunakan metode DPPH, Nahat et al. (2017) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan keluak segar mempunyai $IC_{50} = 9756,61 \text{ ppm}$, dan akan mengalami penurunan karena proses pemanasan. Perebusan selama 5, 10 dan 15 menit meningkatkan IC_{50} (menurunkan aktivitas antioksidan) berturut-turut sebesar 10949,34 ppm, 12882,72 ppm, dan 15704,79 ppm.

Aktivitas antioksidan berhubungan dengan senyawa bioaktif yang terkandung pada suatu sampel. Data tentang aktivitas antioksidan tumbuhan keluak disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Aktivitas Antioksidan Tumbuhan Keluak

Bagian	Metode	Ekstraksi	Aktivitas	Pustaka
Buah	DPPH	Metanol	$34,43 \pm 8,14$; $34,39 \pm 6,94\%$.	(Budianto et al. 2019)
		Air suling	$29,82 \pm 5,51$;	
		Etanol	$34,42 \pm 8,18$; $34,98 \pm 7,72\%$	
Buah	-	Etanol 70%	Tanin 12,0396%	(Sukaryo 2016)
Biji	DPPH	Metanol	Perebusan 0 hari $80,1 \pm 5,8\%$	(Santoso et al. 2014)
Biji	DPPH	Metanol	76,67%	(Estiasih dan Sofia 2009)
Daging biji	DPPH	Aseton	Fenolik $7,3 \pm 0,1 \mu\text{g/ml}$ EC_{50} berkisar 50,96 – 76,67%	(Wardani et al. 2020)
Daging biji	Spektrofotometer UV-Vis	Aseton dan air	Tanin 2,80%	(Warnasih dan Hasanah 2018a)
Daging Biji	DPPH	Metanol	IC_{50} keluak segar 9756,61 ppm	(Nahat et al. 2017)
Daging biji	Analisis probit	Etil asetat	LC_{50} sebesar 2.387 $\mu\text{g/ml}$	(Ismar et al. 2016)
Ekstrak biji	DPPH	Aseton	Fenolik $5,48 \pm 0,01 \text{ g/100g}$	(Chye dan Sim 2009)
Ekstrak daun	Kromatografi gas	n-heksana	Potensial melawan protease HIV-1 seperti: (5- β -) pregnane-3,20- β -diol, 14- α -18- α -[4-methyl-3-oxo-(1-oxa-4-azabutane-1,4-diyl)]-diasetat sebesar 489 Mol. berat <500	(Tumilaar et al. 2021)
Ekstrak Daun	DPPH	Metanol	10,05% IC_{50} sebesar 831,33 ppm	(Patabang et al. 2019)

Tabel 3 Aktivitas Antimikroba Tumbuhan Keluak

Bagian	Ekstraksi	Metode	Mikroba	Pustaka
Buah	Akuades	Mikrodilusi	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> .	(Wikaningtyas dan Sukandar 2016)
Daging buah	Garam fisiologis	Difusi cakram	<i>Salmonella</i> sp.	(Kasim dan David 2013)
Biji	Etanol, akuades, dan n-heksana	Difusi cakram	<i>Enterobacter</i> sp., <i>Morganella morganii</i> , <i>Raoultella terigena</i> , <i>Microbacterium testaceum</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp.	(Kusmarwati dan Indriati 2008)
Biji	Akuades	Difusi cakram	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.	(Ismayanti et al. 2019)
Biji	Etanol, n-heksana, akuades	Difusi agas	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Alcaligenes eutrophus</i> .	(Heruwati et al. 2009)
Daging biji	Etanol dan Akuades	Difusi cakram	Bakteri Gram negatif	(Mamuaja dan Lumoindong 2017)
Daging biji	n-heksana, metanol, dan etanol	Difusi sumur	<i>Staphylococcus aureus</i>	(Masri et al. 2021)
Daging biji	Akuades	Difusi cakram	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> .	(Makagansa et al. 2015)
Daging biji	n-heksana dan etil asetat	Difusi cakram	<i>Escherichia coli</i> , dan <i>Bacillus subtilis</i> .	(Ismar et al. 2016)
Ekstrak biji	Aseton	Difusi cakram, Mikrodilusi kaldu	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> .	(Chye dan Sim 2009)
Biji terfermentasi	Akuades	Difusi sumur	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Bacillus cereus</i> .	(Efendi et al. 2020)
Daun	n-heksana	Kromatografi gas – spektrometer massa (GC-MS)	Virus SARS CoV 2	(Sailah et al., 2021)
Daun	Etanol	Difusi cakram	<i>Escherichia coli</i> .	(Pinta et al. 2017)
Ekstrak daun	Etanol	Difusi cakram	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	(Sakul et al. 2020)

Potensi Antimikroba Ekstrak Tumbuhan Keluak

Aktivitas Antimikroba

Senyawa fitokimia yang terdapat di dalam tumbuhan keluak dengan sifat antimikroba yaitu flavonoid, tanin, steroid, dan saponin (Pinta et al. 2017). Senyawa-senyawa tersebut menyerang membran sel. Hal ini mengakibatkan permeabilitas membran sel pada bakteri terganggu dan terjadi penurunan sehingga membuat sel bakteri kekurangan nutrisi dan mati. Adapun kandungan tanin yang ada pada tumbuhan keluak

memiliki kemampuan sebagai penghambat sintesis protein dari sel bakteri, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat.

Masri et al. (2021) melakukan pengujian aktivitas antimikroba pada bakteri *S. aureus* menggunakan ekstrak produk makanan tradisional yang berbahan baku keluak yang dikenal dengan nama penjang wangi. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan adanya aktivitas antimikroba dari ekstrak penjang wangi dengan pelarut metanol 15% yang diinkubasi selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam memiliki kemampuan antimikroba dengan rata – rata zona hambat yang

terbentuk adalah 15 mm, 13,67 mm, dan 13 mm. Sedangkan pada bahan pelarut n-heksana dan juga etanol tidak menunjukkan aktivitas antimikroba pada ekstrak penjang wangi.

Aktivitas Antimikroba

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antimikroba pada tumbuhan keluak adalah difusi cakram (*disk diffusion method*) difusi sumur, dan dilusi agar. Metode tersebut digunakan dalam proses pengujian ekstrak bagian-bagian dari tumbuhan keluak dan menunjukkan adanya aktivitas antimikroba terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *B. cereus*, *M. morgani*, *M. testaceum*, *R. terigena*, *S. thypimurium*, *L. monocytogenes*, *Enterobacteriaceae*, dan virus SARS CoV 2.

Makagansa et al. (2015) melakukan pengujian aktivitas antimikroba dengan metode difusi cakram dari ekstrak akuades daging biji keluak terhadap bakteri *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, dan *E. coli*. Pengujian aktivitas antimikroba dengan metode difusi sumur dilakukan terhadap *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, dan *B. cereus* (Efendi et al. 2020). Semakin besar konsentrasi ekstrak maka akan semakin lebar diameter luas daerah hambatan (Balouiri et al. 2016).

Lebih lanjut Makagansa et al. (2015) menyebutkan bahwa pengujian daya hambat terhadap bakteri *S. aureus* konsentrasi ekstrak akuades daging biji keluak 4%, dan 6% adalah kuat dan sangat kuat pada konsentrasi 8% dengan zona hambat masing-masing konsentrasi yaitu 10,2 mm konsentrat 2%, 15,5 mm, 17,3 mm, dan 20,3 mm. Sedangkan untuk bakteri *B. cereus* zona hambat yang dihasilkan 14,3 mm, 15,8 mm, dan 18,0 mm yang menunjukkan efek penghambatan yang kuat dan pada konsentrasi 8% efek penghambat sangat kuat dengan zona hambat 21,5 mm dan pada bakteri gram negatif seperti *P. aeruginosa*, serta *E. coli* konsentrasi 2% belum menunjukkan aktivitas penghambat yang baik, tetapi pada konsentrasi 4%, 6%, dan 8% aktivitas penghambat yang kuat.

Aktivitas antimikroba ekstrak n-heksana, metanol, dan etanol dari daging biji keluak dievaluasi menggunakan uji difusi sumur. Sumuran yang menunjukkan ada tidaknya aktivitas antimikroba akan dilakukan pengukuran zona bening yang terbentuk. Diameter zona

bening yang terbentuk dengan fokus mikroba *E. coli* yaitu 5,69 mm dan pada mikroba *S. aureus* diameter zona bening yang terbentuk adalah 7,10 mm (Efendi et al. 2020). Lebih lanjut Efendi et al. (2020) mengatakan pada hasil penelitiannya bahwa aktivitas antimikroba ekstrak daging biji keluak terhadap bakteri *E. coli*, dan *S. aureus* hanya bersifat bakteriostatik sehingga hanya dapat menghambat pertumbuhan kedua bakteri tersebut dalam jangka waktu tertentu.

Wikaningtyas and Sukandar (2016) melakukan pengujian aktivitas antimikroba ekstrak keluak terhadap bakteri *S. aureus*, *E. coli*, dan *Enterobacteriaceae* menggunakan metode mikrodilusi dan diperoleh hasil MIC bakteri *S. aureus*, *E. coli*, dan *Enterobacteriaceae* yaitu > 8192 µg/ml. Data yang telah dikumpulkan berkaitan dengan potensi aktivitas antimikroba tumbuhan keluak dapat dilihat pada Tabel 3.

Aplikasi Ekstrak Tumbuhan Keluak

Tumbuhan keluak memiliki beberapa pengaplikasian salah satunya yaitu pada sektor pangan. Pengaplikasian pada sektor pangan merupakan pengaplikasian dari senyawa antioksidan dan antimikroba yang memiliki potensi pada bidang pangan. Aplikasi sektor pangan keluak (Tabel 4) di antaranya diperuntukkan sebagai pengawet bahan pangan alami, olahan tepung komposit, bahan pengawet daging dan olahan turunannya, penghambat pertumbuhan jamur pada bahan pangan, bumbu penyedap, sebagai insektisida alami pangan, bahan pewarna, dan digunakan sebagai sumber minyak.

Mamuaja and Lumoindong (2017) meneliti ekstrak biji keluak sebagai bahan pengawet alami bakso ikan tuna dengan mengevaluasi mutu mikrobiologis dan mutu sensoris serta daya simpan pada bakso ikan tuna. Pencelupan bakso dengan konsentrat ekstrak 2, 4, 6, dan 8% b/v selama 60 menit disimpan selama 3 hari pada suhu ruang 28-30°C. Penghambat tumbuh mikroba terbaik pada perlakuan pencelupan 8% ekstrak dengan total mikroba $1,32 \times 10^2$ CFU/g yang masih di bawah standar mutu SNI bakso ikan yaitu 1×10^7 . Segi organoleptik bakso hari 0 lebih disukai panelis dari pada hari 1, 2, dan 3. Kualitas ketahanan bakso baik pada hari ke- 1, pada hari ke 2, dan 3 mengalami kerusakan dari segi warna, aroma, rasa, dan tekstur berdasarkan pengamatan visual.

Tabel 4 Aplikasi Antioksidan dan Antimikroba Keluak pada Bidang Pangan

Bagian	Metode	Aplikasi	Pustaka
Buah segar	Spektrofotometer UV-Vis	Ekstraksi zat warna dengan pelarut	(Warnasih dan Hasanah 2018b)
Buah	Hewan percobaan berupa ikan jambal siam	Bahan pengawet	(Ramadhani et al. 2013)
Buah Daging buah	Eksperimen	Bahan pengawet sosis daging sapi	(Budianto et al. 2019)
	Eksperimen	Olahan tepung komposit untuk bahan pembuatan <i>Danish pastry</i>	(Sirenden et al. 2018)
Biji muda	Hewan percobaan berupa ikan nila merah	Bahan pengawet pangan	(Mariyana et al. 2019)
Biji	Kuantitatif yang bersifat deskriptif	Bahan pembuatan rawon dan pindang	(Widiastuti et al. 2017)
Biji	Hewan percobaan berupa ikan mujair	Sebagai pengawet alami ikan mujair	(Simanjuntak et al. 2020)
Biji	Uji in-vitro	Penghambat pertumbuhan jamur pada pangan dan sebagai pengawet.	(Membalik et al. 2019)
Biji	Deskriptif teknik observasi lapangan dan wawancara	Bahan makanan tradisional kampung Kumurkek, Distrik Alfat, Maybrat, Papua Barat	(Fatem et al. 2020)
Biji	Survei eksploratif dengan pendekatan partisipatif	Bumbu penyedap rasa pengganti vetsin	(Hendra dan Oktaviani 2020)
Biji	Hewan percobaan berupa ikan tongkol	Bahan pengawet dan daya hambat cemaran mikroba	(Arista et al. 2021)
Biji	Hewan percobaan berupa cumi-cumi	Bahan pengawet alami cumi-cumi segar	(Asmaul dan Karyanto 2022)
Biji	-	Bahan sediaan <i>gel hand sanitizer</i>	(Rohana et al. 2019)
Biji	Deskriptif eksploratif	Pengawetan daging	(Hidayati et al. 2016)
Daging biji	Hewan percobaan berupa ikan tuna	Bahan pengawet alami	(Mamuaja dan Lumoindong 2017)
Daging biji	Eksperimen	Bahan pengawet daging domba jantan	(Patriani et al. 2020)
Daging biji	Spektrofotometer	Pengawetan udang segar	(Paramitasari et al. 2020)
Daging biji	-	Bahan bumbu utama pembuatan rawon	(Darmawan et al. 2021)
Daging biji	-	Olahan dodol, dan sayuran	(Surianti et al. 2020)
Biji fermentasi	-	Sebagai bumbu utama pembuatan rawon	(Ayuningsih 2018)
Bubuk biji fermentasi	-	Bahan pengawet alami cuko pempek	(Muchsiri et al. 2021)
Daun	-	Bahan pemingsanan ikan nila pada transportasi sistem kering	(Munandar et al. 2017)
Daun	Hewan percobaan berupa ikan jambal asin	Sebagai insektisida alami pada proses penjemuran ikan asin	(Ariyani et al. 2007)
Daun	Hewan percobaan berupa ayam	Antelmintik	(Djajanti dan Trianto 2019)

Tumbuhan keluak memiliki aktivitas sebagai anti fungi. Membalik et al. (2019) melaporkan bahwa ekstrak biji keluak dengan konsentrasi 15% konsisten menghambat dan menekan pertumbuhan *Aspergillus flavus* baik pertumbuhan miselium maupun koloni baru yang muncul. Penampilan koloni hingga 144 jam setelah proses inokulasi pada cawan petri konsentrasi 15% masih

berwarna putih yang hanya berupa hifa vegetatif, berbeda dengan kontrol yang sebagian besar berwarna hijau dengan artian tidak hanya hifa vegetatif tetapi juga terjadi hifa reproduksi.

Listyorini et al. (2021) melakukan pengujian anti jamur pada ekstrak air biji keluak terhadap jamur yang sering terdapat pada bahan pangan seperti jagung yaitu jamur *Aspergillus flavus*. Dari

hasil penelitian dikatakan bahwa ekstrak air biji keluak memiliki aktivitas terbaik penekan pertumbuhan jamur *A. flavus* pada metode pengenceran agar, dengan KHM masing-masing 12,5 dan 25mg/ml untuk biji tua dan benih fermentasi.

Beberapa studi menjelaskan bahwa tumbuhan keluak mengandung senyawa golongan alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, triterpenoid, tanin, dan triterpenoid (Syahbirin et al. 2007). (Munandar et al. 2017) melakukan pengujian ambang atas dan bawah dalam penelitian pemingsanan ikan nila menggunakan ekstrak daun keluak. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi paling efektif ekstrak daun keluak sebagai media pemingsan ikan dalam sistem transportasi kering yaitu 2500 ppm dengan rata-rata waktu pingsan 35 menit dan sadar dalam 5 menit. Tingkat ketahanan hidup mencapai 100% dalam 2 jam.

Tumbuhan keluak selain diaplikasikan pada bidang pangan juga dapat diaplikasikan pada bidang kesehatan dan pertanian. Studi *in silico* pada ekstrak daun keluak berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai inhibitor protease HIV-1 (Tumilaar et al. 2021). Pendekatan komputasi biologi, diperoleh hasil sebanyak 53 senyawa kimia terdeteksi dalam ekstrak n-heksana daun keluak menggunakan analisis GC-MC. Studi *docking* yang dilakukan mengungkapkan bahwa 5- β -pregnane-3,20- β -diol, 14- α , 18- α -[4-methyl-3-oxo-(1-oxa-4-azabutane-1,4-diyl)]-diasetat memiliki afinitas paling mengikat sebagai penghambat protease HIV-1.

Penelitian lain oleh Mapanawang and Elim (2019) menyatakan bahwa ekstrak daun keluak memiliki kandungan senyawa asam oktadekanoat 24,6%, skualena 21,22%, asam heksadekanoat 15,08%, dan fitol 10,33%. Kandungan ini dapat sebagai pencegah dan pembunuh virus HIV dan lebih aman serta efektif bagi tubuh. Hasil observasi yang dilakukan menggunakan daun keluak dengan konsentrasi 400 hingga 800 ppm lebih unggul dibandingkan dengan obat LH.

Sangi et al. (2008) melaporkan bahwa kandungan fitokimia daun keluak adalah alkaloid, flavonoid, dan saponin. Daun keluak di kabupaten Minahasa utara diperuntukkan dalam pengobatan cacingan.

Keluak memiliki kandungan senyawa yang berpotensi sebagai obat kolesterol. Penurunan daya kolesterol tikus putih jantan menggunakan cara penambahan dosis infus daun keluak. Dosis

infus yang paling baik untuk menurunkan kadar kolesterol darah tikus yaitu pada dosis infus 40 g besaran penurunan kolesterol darah 23,06% (Mandey et al. 2014).

Keluak memiliki kemampuan sebagai penurun kadar kolesterol darah pada tikus putih jantan. Kemampuan ini diduga akibat keluak memiliki kandungan senyawa flavonoid, saponin, dan lemak tidak jenuh. Flavonoid bekerja menurunkan kadar kolesterol darah dari dalam darah dengan cara menghambat kerja dari enzim 3-hidroksi 3-metilglutaril koenzim A reduktase (HMG Co-A reduktase) (Mandey et al. 2014). Senyawa saponin dapat mengurangi risiko arteriosklerosis akibat kemampuannya sebagai pengikat kolesterol (Sangi et al. 2008), dan lemak tidak jenuh memiliki fungsi menurunkan kadar kolesterol, kebalikan dari lemak jenuh yang cenderung menaikkan kadar kolesterol.

Keluak dalam pengaplikasiannya dengan memanfaatkan kandungan antioksidan, antimikroba, maupun senyawa-senyawa lain digunakan pada sektor pertanian seperti sebagai bioinsektisida dan racun alami. Biji keluak berpotensi sebagai bioinsektisida pengendali hama ulat bawang daun. Potensi bioinsektisida ulat bawang daun dengan nilai LC_{50} dan LT_{50} yaitu 2.286 mg/L, dan 1,558 hari pada 72 jam pengaplikasian. Tingkat mortalitas terbaik pada perlakuan konsentrasi 1000 ppm sebesar 96,7% dan 500 ppm sebesar 83,3% (Hutasoit et al. 2020). Ekstrak kulit kayu keluak sebagai racun rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) efektif menghambat perusakan yang disebabkan oleh rayap sebesar 95% (Sari and Hadikusumo 2003)

KESIMPULAN

Berbagai bagian tumbuhan keluak seperti daun, buah, dan biji telah dimanfaatkan oleh masyarakat secara turun temurun dalam pengolahan pangan. Ketiga bagian tanaman keluak tersebut mengandung senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan, seperti fenol, flavonoid, saponin, dan tanin. Selain itu ketiganya juga mengandung senyawa yang mempunyai daya hambat terhadap mikroba, seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Morganella morganii*, *Microbacterium testaceum*, *Raoultella terigena*, *Salmonella thypimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacteriaceae*, dan juga aktif menghambat virus SARS CoV 2. Hal tersebut menjadikan tanaman keluak berpotensi

untuk dikembangkan secara komersial sebagai sumber pangan fungsional dan pengawet alami untuk pangan untuk produk ikan, cumi-cumi, udang, daging, dan sebagai pengganti penyedap rasa vetsin, serta sebagai insektisida alami dan pembuatan ikan asin.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N., D. Fardiaz, G. A. Wattimena, dan K. Shetty. 1999. Antioxidant activity associated with lipid and phenolic mobilization during seed germination of *Pangium edule* Reinw. *Journal Agriculture Food Chemical* 47:3158–3163.
- Arini, D. I. D. 2012. Potensi Pangi (*Pangium edule* Reinw) sebagai bahan pengawet alami dan prospek pengembangannya di Sulawesi Utara. *Info Balai Penelitian Kehutanan Manado* 2:103–114.
- Arista, Y. L., Y. Witono, dan M. Fauzi. 2021. Karakteristik organoleptik, kimia, dan total mikroba pindang ikan tongkol terhadap garam dan serbuk biji picung (*Pangium edule* Reinw) selama penyimpanan. *Jurnal Agroteknologi* 15:138–157.
- Ariyani, F., S. Haryati, M. Wahyuni, dan S. H. Wisudo. 2007. Penggunaan ekstrak bahan alami untuk menghambat infestasi lalat selama penjemuran ikan jambal asin. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 2:117–127.
- Asmaul, R., dan Y. Karyanto. 2022. Pemanfaatan biji picung dan garam sebagai pengawet cumi-cumi. Pages 151–159 Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian.
- Ayuningsih, S. F. 2018. Pelestarian rawon nguling sebagai nilai tambah pada pengembangan wisata kuliner tradisional Indonesia. *Majalah Ilmiah Bijak* 14:108–126.
- Balouiri, M., M. Sadiki, dan S. K. Ibsouda. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis* 6:71–79.
- Budianto, R., H. M. Ali, dan E. Abustam. 2019. Antioxidant activities of beef sausage with addition of kluwak (*Pangium edule* Reinw). *Journal of Animal Science* 1:45–54.
- Chye, F. Y., dan K. Y. Sim. 2009. Antioxidative and antibacterial activities of *Pangium edule* seed extracts. *International Journal of Pharmacology* 5:285–297.
- Darmawan, C. A., D. Rosyidi, dan H. Evanuarini. 2021. Chemical characteristics of beef rawon in Malang City. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 16:42–53.
- Dewan Ketahanan Pangan. 2006. Kebijakan Umum Ketahanan Pangan 2006 – 2009. *Jurnal Gizi dan Pangan* 1:57–63.
- Djajanti, A. D., dan M. A. Trianto. 2019. Uji aktivitas anthelmentik ekstrak etanol daun keluak (*Pangium edule*) terhadap cacing gelang (*Ascaridia galli*) secara in vitro. *Jurnal Kesehatan* 3.
- Efendi, F. D., E. D. Purba, dan J. Kusnadi. 2020. Antibacterial activity of keluak (*Pangium edule*) powder crude extract using the Microwave Assisted Extraction (MAE) method. *Majalah Kedokteran Sriwijaya* 52:390–400.
- Estiasih, T., dan E. Sofia. 2009. Stabilitas antioksidan bubuk keluak (*Pangium edule* Reinw) selama pengeringan dan pemasakan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 10:115–122.
- FAO. 2021. The State of Food and Agriculture 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>
- Fatem, S. M., N. Panembe, N. Kosamah, dan M. B. Buseren. 2020. Teknik pemanfaatan biji buah pohon raja (*Pangium edule*) sebagai bahan makanan oleh masyarakat kampung Kumurkek, Distrik Alfai, Maybrat-Papua Barat. *Enviro Science* 16:128–139.
- Hendra, M., dan M. Oktaviani. 2020. Etnobotani rempah tradisional masyarakat dayak Kenyah Umaq Jalam di Kecamatan Segah Kabupaten Berau. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA* 11:333–344.
- Heriyanto, N. M., dan E. Subiandono. 2008. Ekologi pohon kluwak/pakem (*Pangium edule* Reinw.) di Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur. *Buletin Plasma Nutfah* 14:33–42.
- Heruwati, E. S., L. Ismaini, dan W. Mangunwardoyo. 2009. Antibacterial test of pangium (*Pangium edule* Reinw) extract against the growth of fish spoilage bacteria. *Indonesian Fisheries Research Journal* 15:65–73.
- Hidayati, P. I., H. Leondro, dan T. I. W. Kustyorini. 2016. Isolation proteolytic and lipolytic bacterias in preserved meat with cabbage lettuce (*Lactuca sativa*) ensiling

- fermentation and kepayang seed (*Pangium edule* Reinw). International Conference 15:165–175.
- Hutasoit, H., C. F. E. Rompas, dan J. S. S. Manoppo. 2020. Potensi bioinsektisida ekstrak biji pangi (*Pangium edule* Reinw) dalam pengendalian hama ulat bawang daun (*Spodoptera exigua* Hubner). Nukleus Biosains 1:61–69.
- Ismar, R., H. Y. Teruna, dan Jasril. 2016. Aktivitas toksisitas dan antibakteri metabolit sekunder ekstrak etil asetat daging biji tumbuhan keluak (*Pangium edule* Reinw).
- Ismayanti, A. D., F. Khanifah, dan I. Rosyidah. 2019. Bakteri Coliform pada ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*) setelah pemberian ekstrak biji buah keluak (*Pangium edule* Reinw) sebagai pengawet alami. Jurnal Insan Cendekia 6:1–7.
- Kasim, A., dan W. David. 2013. Characteristic of *Pangium edule* Reinw as food preservative from different geographical sites. Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food dan Energy 1:6–9.
- Kusmarwati, A., dan N. Indriati. 2008. Daya hambat ekstrak bahan aktif biji Picung (*Pangium edule* Reinw.) terhadap pertumbuhan bakteri penghasil histamin. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan 3:29–36.
- Liberati, A., D. G. Altman, J. Tetzlaff, C. Mulrow, P. C. Gøtzsche, J. P. A. Ioannidis, M. Clarke, P. J. Devereaux, J. Kleijnen, dan D. Moher. 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. British Medical Journal 339:1–27.
- Lim, Y. P., S. F. Pang, M. M. Yusoff, dan J. Gimbin. 2019. Correlation between the antioxidant, total flavonoid and total phenolic content of *Phaleria macrocarpa* fruit extract. International Journal of Recent Technology and Engineering 8:38–42.
- Listyorini, K. I., H. D. Kusumaningrum, dan H. N. Lioe. 2021. Antifungal activity and major bioactive compounds of water extract of *Pangium edule* seed against *Aspergillus flavus*. International Journal of Food Science 2021:1–11.
- Makagansa, C., C. F. Mamuaja, dan L. C. Mandey. 2015. Kajian Aktivitas Anti-Bakteri Ekstrak Biji Pangi (*Pangium edule* Reinw) terhadap *Staphylococcus Aureus*, *Bacillus Cereus*, *Pseudomonas Aeruginosa* dan *Escherichia coli* secara in vitro. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 3:16–25.
- Mamuaja, C. F., dan F. Lumoindong. 2017. Aktiivitas antimikroba ekstrak biji keluak (*Pangium edule* Reinw) sebagai bahan pengawetan alami bakso ikan tuna. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 20:592–601.
- Mandey, G. F. S. Z., W. Bodhi, dan G. Citraningtyas. 2014. Pengaruh infusa daun kepayang (*Pangium edule* Reinw) terhadap penurunan kadar kolesterol darah tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*). Jurnal Ilmiah Farmasi 3:51–56.
- Mangunwardoyo, W., L. Ismaini, dan E. S. Heruwati. 2008. Analisis senyawa bio aktif dari ekstrak biji picung (*Pangium edule* Reinw) segar. Berita Biologi 9:259–264.
- Mapanawang, A. L., dan H. I. Elim. 2019. Pangi leaf (*Pangium edule* Reinw) herbal medicine: A marvelous candidate for the prominent HIV herbal medicine. Science Nature 2:97–104.
- Mariyana, H. Santoso, dan H. Zayadi. 2019. Pengaruh biji picung muda (*Pangium edule* Reinw) sebagai pengawet ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). e-Jurnal Ilmiah Sains Alami (Known Nature) 1:26–31.
- Masri, M., D. Engga Maretha, dan S. Tridesianti. 2021. A healthy Indonesia tradisional food against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* Bacteria (MRSA). Journal of Biology Education 4:188–194.
- Membalik, V., Y. W. George, A. Rahman, dan A. Asman. 2019. Antifungal activities of *Pangium edule* Reinw seed extracts inhibit the growth of aspergillus flavus, producer of aflatoxins, through the in-vitro test. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 10:2718–2722.
- Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, dan D. G. Altman. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. British Medical Journal 339:1–8.
- Molyneux, P. 2004. The use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl- Hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarinn Journal Science Technology 26:211–219.

- Muchsiri, M., Suyatno, Alhanannasir, S. Agustini, dan Y. A. Kurniawan. 2021. Efektivitas antimikroba bubuk biji kepayang (*Pangium edule* Reinw.) sebagai pengawet alami cuko pempek. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 32:95–101.
- Munandar, A., F. R. Indaryanto, H. N. Prestisia, dan N. Muhdani. 2017. Potensi ekstrak daun picung (*Pangium edule*) sebagai bahan pemingsan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada transportasi sistem kering. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan* 6:107–114.
- Nahat, P. M., T. P. Muljati, dan Nurcholis. 2017. Kandungan asam sianida dan aktivitas antioksidan pada keluak (*Pangium edule* reinw) setelah proses perebusan. *E-journal analisis kesehatan* 6:1–14.
- Paramitasari, T., A. H. Mukaromah, dan F. A. Wardoyo. 2020. Efektivitas biji keluak (*Pangium edule*) sebagai bahan pengawet alami ditinjau dari profil protein udang (*Panaeus* sp.) berbasis SDS-PAGE. *Jurnal Labora Medika* 4:32–37.
- Patabang, I., S. Kasim, dan P. Taba. 2019. Sintetis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun keluak (*Pangium edule* Reinw) sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 10:42–50.
- Patriani, P., H. Hafid, E. Mirwandhono, T. H. Wahyuni, U. Hasanah, N. L. Apsari, dan N. Ginting. 2020. Physical quality characteristics of lamb meat using *Pangium edule* extract at different storage times. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 454:1–6.
- Pinta, W. A. Lolo, dan P. V. Y. Yamlean. 2017. Identifikasi kandungan fitokimia dan uji kadar hambat minimum dan kadar bunuh minimum ekstrak etanol daun pangi (*Pangium edule* Reinw. Ex Blume) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi* 6:260–267.
- Ramadhani, E., C. Fiffah, dan R. Hilma. 2013. Optimalisasi penggunaan biji kluwak (*Pangium edule* Reinw) terhadap mutu ikan patin jambal siam (*Pangasius suchi*) segar selama penyimpanan pada suhu kamar. *Jurnal Photon* 3:63–74.
- Rohana, H. Stevani, dan R. Dewi. 2019. Formulasi sediaan hand sanitizer dari ekstrak biji Pangi (*Pangium edule* Reinw). *Media Farmasi* 15:197–204.
- Sailah, I., S. G. Tumilaar, L. T. Lombogia, I. Celik, dan T. E. Tallei. 2021. Molecular docking and dynamics simulations study of selected phytoconstituents of “pangi” (*Pangium edule* Reinw) leaf as anti-sars-cov-2. *Philippine Journal of Science* 150:925–937.
- Sakul, G., H. Simbala, dan G. Rundengan. 2020. Uji daya hambat ekstrak etanol daun pangi (*Pangium edule* Reinw. ex Blume) Terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Pharmacon* 9:275–283.
- Sangi, M., M. R. J. Runtuwene, H. E. I. Simbala, dan V. M. A. Makang. 2008. Analisis fitokimia tumbuhan obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chemistry Progress* 1:47–53.
- Santoso, M., T. Yamaguchi, T. Matoba, dan H. Takamura. 2014. Effects of pit fermentation and thermal cooking process on the antioxidant activity and components of *Pangium edule* seeds. *Journal of Cookery Science Japan* 47:202–213.
- Sari, L., dan S. A. Hadikusumo. 2003. Daya racun ekstraktif kulit kayu picung terhadap rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis* 2:16–20.
- Sari, R., dan Suhartati. 2015. Pangi (*Pangium edule* Reinw) sebagai tanaman serbaguna dan sumber pangan. *info teknis eboni (balai penelitian kehutanan) Makassar* 12:23–37.
- Sayuti, K., dan R. Yenrina. 2015. Antioksidan, alami dan sintetis. First edition. Andarwulan University press, Padang.
- Sebaugh, J. L. 2011. Guidelines for accurate EC50/IC50 estimation. *Pharmaceutical Statistics* 10:128–134.
- Simanjuntak, I. N., R. A. Repi, E. M. Moko, M. N. Tanor, dan D. J. J. Rayer. 2020. Potensi ekstrak biji pangi (*Pangium edule* Reinw) sebagai pengawet alami pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Journal Fullerenes Of Chemistry* 5:117–123.
- Sirenden, M. T., M. M. Seylatuw, M. K. Anggraeni, dan M. Rahardjo. 2018. Pemanfaatan tepung daging buah keluak (*Pangium edule* Reinw) dalam pembuatan

- danish pastry. Prosiding Konser Karya Ilmiah Tingkat Nasional:11–15.
- Siswanto. 2010. Systematic review sebagai metode penelitian untuk mensintesis hasil-hasil penelitian (Sebuah pengantar). Buletin Penelitian Sistem Kesehatan 13:326–333.
- Sukaryo. 2016. Pengaruh Waktu ekstraksi dalam pengambilan tanin dari keluak (*Pangium edule* Reinw) menggunakan pelarut etanol 70%. Jurnal Neo Teknika 2:37–40.
- Surianti, Irnayani, dan T. D. Hardianingsih. 2020. Sistem produksi, pengolahan hasil dan pemasaran pangi di Kabupaten Soppeng. Jurnal Ilmiah METANSI 3:16–22.
- Syahbirin, G., I. Batubara, T. Setiawati, dan L. Nulhakim. 2007. Senyawa aktif daun picung (*Pangium edule* Reinw) sebagai insektisida botani terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F) (*Lepidoptera: noctuidae*). Pages 56–66 Prosiding Simposium Nasional Kimis Bahan Alam XV.
- Tumilaar, S. G., F. Fatimawali, N. J. Niode, Y. Effendi, R. Idroes, A. A. Adam, A. Rakib, T. Bin Emran, dan T. E. Tallei. 2021. The Potential of leaf extract of *Pangium edule* Reinw as HIV-1 protease inhibitor: A Computational biology approach. Journal of Applied Pharmaceutical Science 11:101–110.
- Wardani, R. K., M. Putri, Yurananda, D. A. Nurjanah, dan R. A. Susidarti. 2020. Revealing the potential of kluwak (*Pangium edule* Reinw) as natural antioxidants and senescence inhibitors. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia 19:189–196.
- Warnasih, S., dan U. Hasanah. 2018a. Phytochemical characterization and tannin test from keluak (*Pangium edule* Reinw). Journal Of Science Innovare 01:44–49.
- Warnasih, S., dan U. Hasanah. 2018b. Ekstraksi warna dari keluak (*Pangium edule* Reinw) menggunakan berbagai pelarut. Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup 18:40–48.
- Widiastuti, T. C., N. Z. W. Kiromah, dan Ledianasari. 2017. Identifikasi etnobotani tanaman obat yang dimanfaatkan oleh masyarakat kecamatan sempor Kabupaten Kebumen. Jurnal Ilmiah Kesehatan Keperawatan 13:99–106.
- Wikaningtyas, P., dan E. Y. Sukandar. 2016. The antibacterial activity of selected plants towards resistant bacteria isolated from clinical specimens. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 6:16–19.