



POTENSI BUAH MANGROVE SEBAGAI SUMBER PANGAN ALTERNATIF

POTENTIAL OF MANGROVE FRUIT AS AN ALTERNATIVE FOOD SOURCE

Indah Rosulva, Purwiyatno Hariyadi*, Slamet Budijanto, Azis Boing Sitanggang

Departemen Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Dramaga, Bogor, Indonesia

*Email: phariyadi@apps.ipb.ac.id

Diserahkan [1 Oktober 2021]; Diterima [21 Januari 2022]; Dipublikasi [2 Februari 2022]

ABSTRACT

*Mangrove fruit has been consumed as a food by people in several regions in Indonesia, especially as traditional food products. Information about the potential and benefits of mangrove fruit is still limited. Some publications are still limited to discussing the physico-chemical properties of mangrove fruit, related to its potential as a food source. This scientific study aims to gather and review various scientific information related to the potential of mangrove fruits and their use as foodstuffs. This information can be used as a basis to conduct further research related to the development of mangrove-based food and functional food products. Mangrove fruit that has been processed and to some extent, has been researched include *Avicennia sp*, *Bruguiera sp*, *Rhizophora sp*, and *Sonneratia sp*. Traditionally, mangrove fruit has been used for processing of various types of foods (vegetables, chips, cakes, sweets), beverages, as complementary ingredients. The content of antinutritional compounds that can cause problems in the utilization of mangrove fruit for human consumption can be reduced or removed by post-harvest treatment and pre-processing (soaking and boiling) before being dehydrated and milled into flour.*

Keywords: *Avicennia sp*; *Bruguiera sp*; Mangrove; *Rhizophora sp*; *Sonneratia sp*

ABSTRAK

Buah mangrove telah dikonsumsi sebagai bahan pangan oleh masyarakat di beberapa wilayah Indonesia, terutama sebagai produk makanan tradisional. Namun demikian, informasi tentang potensi dan manfaat buah mangrove masih terbatas. Beberapa penelitian terbatas untuk membahas tentang sifat fisiko-kimia buah mangrove yang berhubungan dengan potensinya sebagai sumber pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis berbagai informasi ilmiah terkait potensi buah mangrove dan pemanfaatannya sebagai bahan pangan. Informasi ini dapat menjadi dasar untuk melakukan penelitian lanjutan terkait pengembangan mangrove sebagai bahan pangan dan produk pangan fungsional. Jenis buah mangrove yang telah diolah dan diteliti dengan cukup baik, yaitu *Avicennia sp*, *Bruguiera sp*, *Rhizophora sp*, dan *Sonneratia sp*. Buah mangrove secara tradisional telah diolah menjadi berbagai jenis pangan (keripik, kue, dodol), minuman, dan sebagai bahan pelengkap. Kandungan senyawa antigi pada buah mangrove yang dapat menimbulkan masalah saat dikonsumsi manusia dapat dikurangi atau dihilangkan dengan perlakuan pasca panen dan perlakuan pendahuluan (perendaman dan perebusan) sebelum dikeringkan dan ditepungkan.

Kata Kunci : *Avicennia sp*; *Bruguiera sp*; Mangrove; *Rhizophora sp*; *Sonneratia sp*

Saran sitasi: Rosulva, I., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Sitanggang, A. B. 2021. Potensi Buah Mangrove sebagai Sumber Pangan Alternatif. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 131-150. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i2.55509>

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan mangrove terbesar di dunia, dengan luas sekitar 3.153.000 Ha, diikuti oleh Australia dan

Brazil yang masing-masing memiliki luas 900.000 Ha (Rahardian *et al.*, 2019). Data tersebut menunjukkan bahwa kurang lebih 23% luas hutan mangrove dunia berada di Indonesia. Total luas mangrove dunia adalah

sekitar 16 juta Ha (Murdiyarso *et al.*, 2015), meskipun deforestasi dan degradasi mangrove terus terjadi (Rahardian *et al.*, 2019).

Hutan mangrove berada di daerah pantai yang berair tenang dan terlindung dari hempasan ombak, serta eksistensinya bergantung dengan adanya aliran air laut dan aliran sungai. Di Indonesia, hutan mangrove tersebar hampir di sepanjang garis pantai Indonesia mulai dari pantai timur Sumatera, pantai utara Jawa, pantai barat dan timur Kalimantan, lansekap teluk terlindung di Sulawesi, pantai di pulau-pulau kecil Maluku dan pantai selatan Papua (Rahardian *et al.*, 2019). Pohon mangrove terdiri dari bagian batang, akar, daun dan buah. Masyarakat di sekitar hutan mangrove memanfaatkan pohon mangrove untuk berbagai keperluan. Kayu pohon mangrove dapat digunakan sebagai bahan kayu bakar dan bahan bangunan. Akar mangrove digunakan nelayan sekitar untuk membuat gabus dan pelampung. Daun mangrove dimanfaatkan sebagai obat tradisional, sedangkan buah mangrove dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun sebagai obat tradisional.

Pengenalan teknologi tepat guna dapat mendorong masyarakat untuk lebih memanfaatkan buah mangrove menjadi bahan pangan baru. Peluang tersebut dimanfaatkan oleh usaha atau industri kecil menengah (UKM atau IKM) untuk meningkatkan perekonomian masyarakat pesisir. Pemerintah dan berbagai pihak memberikan bantuan kepada UKM atau IKM berupa kegiatan pelatihan dan penyuluhan untuk mengembangkan kemampuan berinovasi. Salah satu upaya yang dilakukan dalam memanfaatkan dan mengolah buah mangrove menjadi sumber pangan yaitu dengan mengolah buah menjadi tepung yang dapat digunakan sebagai bahan baku produk pangan. Namun karena data sifat fisiko-kimia tepung mangrove masih terbatas, maka potensi penggunaan tepung tersebut juga masih terbatas.

Buah mangrove mengandung komponen anti-gizi seperti senyawa saponin, asam fitat dan asam oksalat (Rout *et al.*, 2015), glukosida sianogenik (sianogen) (Ayu *et al.*, 2019; Chrissy, 2012; Hardoko *et*

al., 2015; Koeslulat & Prabawa, 2019; Muryati & Nelfiyanti, 2015; Sulistyawati *et al.*, 2012), *tannin* dan senyawa alkaloid (Ayu *et al.*, 2019; Hardoko *et al.*, 2018; Koeslulat & Prabawa, 2019). Komponen anti-gizi ada yang bersifat toksik dan tidak toksik. Komponen yang bersifat tidak toksik berarti senyawa tersebut tidak menimbulkan penyakit kronis tetapi mempengaruhi proses pencernaan dan penyerapan gizi dalam tubuh (absorpsi) (Jayanegara *et al.*, 2019), sedangkan komponen anti-gizi yang bersifat toksik dapat menimbulkan penyakit kronis seperti permasalahan neurologis, kegagalan reproduksi, goiter, hingga dapat menyebabkan kematian.

Komponen antigizi juga memiliki dampak positif jika dalam konsentrasi yang rendah, contohnya yaitu dapat bersifat antioksidan, *anti-inflammatory*, dan *anti-microbial*. Flavonoid dan *tannin* pada tanaman merupakan sumber protein antioksidan alami (Jin *et al.*, 2012). Flavonoid memiliki kelebihan lain yaitu sebagai *anti-inflammatory* ((Kim *et al.*, 1993). Senyawa fenolik termasuk *tannin* dapat bersifat sebagai anti-microbial alami (Bandaranayake, 2002). Perbedaan antara efek positif atau negatif dari suatu komponen antigizi sangat tergantung pada sumber tanaman serta konsentrasinya (Jayanegara *et al.*, 2019).

Tingginya kandungan komponen antigizi pada buah mangrove menyebabkan kurangnya ketertarikan untuk mengolah lebih jauh buah mangrove menjadi produk akhir yaitu sebagai pangan olahan. Beberapa peneliti telah mengolah buah mangrove menjadi tepung mangrove dengan hasil akhir berupa produk pangan tertentu, namun sebagian besar peneliti menjadikan tepung mangrove sebagai bahan komplementer dan mencampurkan dengan tepung lainnya pada proporsi yang berbeda. Hal ini dilakukan karena masih terbatasnya informasi terkait kandungan fisiko-kimia dan sifat fungsional tepung serta dalam hal aspek keamanan pangannya masih diragukan. Penelaahan ilmiah ini bertujuan untuk mengumpulkan berbagai informasi ilmiah terkait sifat fisiko-kimia, sifat fungsional, dan keamanan pangan serta memberikan perspektif berbeda

dalam hal pemanfaatan buah mangrove sebagai bahan pangan. Informasi ini diharapkan dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi buah mangrove sebagai sumber pangan.

BUAH MANGROVE SEBAGAI BAHAN PANGAN

Mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri dari 12 genera tumbuhan berbunga dalam delapan famili yang berbeda. Kawasan mangrove terbagi dalam tiga zonasi yaitu zona proksimal, zona *middle*, dan zona distal (Arief, 2003). Zona proksimal, yaitu kawasan terdekat dengan laut, jenis mangrove didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata*, *R. Mucronata* dan *Sonneratia alba*. Zona *middle*, yaitu kawasan yang berada di antara laut dan darat, jenis mangrove yang dominan adalah *Rhizophora*, *Avicennia*, *Bruguiera*, *Sonneratia* dan *Ceriops*. Sedangkan zona distal, yaitu kawasan yang terjauh dari laut, banyak tumbuh spesies *Heritiera*, *Hibiscus*, *Pongamia*, dan *Pandanus* merupakan jenis yang dominan. Mangrove di Indonesia didominasi oleh jenis *Rhizophora*, *Avicennia*, *Bruguiera*, dan *Sonneratia* (Rahim & Baderan, 2017). Mangrove ini juga merupakan jenis yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk diolah menjadi sumber pangan.

Buah mangrove jenis *Avicennia* (*A. Alba*, *A. Marina*, dan *A. Officinalis*) dan *Sonneratia* (*S. Alba*, *S. Caseolaris* dan *S. Ovata*) merupakan buah yang umum untuk langsung dimakan (Noor *et al.*, 2006). Buah mangrove dari famili *Rhizophoraceae* (jenis *Bruguiera* dan *Rhizophora*) disebut juga hipokotil (Kamal, 2011) atau *viviparous buds* atau *seedlings* atau *propagules* (Yamamoto *et al.*, 1983). Buah ini juga bisa langsung dimakan tetapi rasanya sepat dan pahit. Menurut Yamamoto *et al.* (1983), buah ini mengandung pati dalam jumlah yang signifikan sebagai sumber energi untuk tahap

awal perkembangannya. Oleh karena itu buah ini banyak dimanfaatkan masyarakat tradisional sebagai salah satu sumber pangan nabati.

Pengolahan buah mangrove telah dilakukan oleh masyarakat tradisional di dunia. Buah mangrove *Bruguiera* merupakan makanan pokok di beberapa wilayah Papua Nugini. Proses pengolahannya dimulai dari pemanenan, pengirisan buah, perendaman untuk mengeluarkan senyawa antigizi, kemudian digiling menjadi pasta. Setelah itu, pasta dapat diolah menjadi *candied fruits* (Orwa, 2009; Patil & Chavan, 2013). Masyarakat Melanesia dan Nauru memanfaatkannya sebagai sayuran dan sayuran ini dicampur dengan serpihan kelapa parut. Pengolahan buah mangrove menjadi sayuran juga ditemukan di Honiara, Pulau Solomon (Clarke & Thaman, 1993).

Pada musim paceklik atau saat rawan pangan di wilayah terpencil, buah mangrove dapat menjadi salah satu bahan pangan utama pengganti beras. Patil & Chavan (2013) menyatakan bahwa buah mangrove kaya gizi dan dapat direkomendasikan sebagai pangan darurat di masa depan (*future emergency food*) ataupun pangan saat kelaparan (*famine food*) di daerah pesisir. Di Indonesia, pemanfaatan buah mangrove sebagai pengganti beras dan jagung berlangsung pada musim paceklik atau krisis pangan seperti yang terjadi di Maluku, Biak (Wanma, 2007), sebagian wilayah Timor Barat, Flores, Sumba, Sabu dan Alor (Priyono *et al.*, 2010), dan masyarakat Kepulauan Aceh (Kardiman *et al.*, 2017). Kejadian ini membuktikan bahwa buah mangrove berpotensi berperan dalam mengatasi ancaman rawan pangan di Indonesia. Namun demikian peran buah mangrove ini belum terdata dengan baik, sehingga informasi terkait produk olahan buah mangrove belum banyak ditemukan.

Karakteristik umum pemanfaatan empat jenis mangrove yang umum dikonsumsi masyarakat pesisir Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Karakteristik umum pemanfaatan buah mangrove sebagai bahan pangan

Jenis Mangrove	Karakteristik umum pemanfaatannya sebagai bahan pangan	Pustaka
<i>Bruguiera</i> sp.	Buah dikonsumsi secara teratur selama musim panen dengan cara direbus, dikupas, direndam dan diparut sebelum dikonsumsi ataupun buah dimasak dengan garam, dikeringkan dan dikonsumsi. Buah digunakan sebagai bahan baku pembuatan kue, dodol, keripik, <i>stick</i> , dan lain-lain sebagai sumber karbohidrat.	Baderan <i>et al.</i> , 2015; Hidayat <i>et al.</i> , 2013; Li <i>et al.</i> , 2013; Priyono <i>et al.</i> , 2010; Sarungallo <i>et al.</i> , 2010; Singh & Odaki, 2004; Sudirman <i>et al.</i> , 2014; Sulistyawati <i>et al.</i> , 2012; Wanma, 2007
<i>Rhizophora</i> sp.	Buah direbus, dikupas, direndam dalam abu gosok atau larutan garam, dikeringkan dan ditepungkan. Tepung digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kue kering atau kue basah.	Priyono <i>et al.</i> , 2010; Sahil & Soamole, 2013
<i>Sonneratia</i> sp.	Buah dikupas dan dihancurkan sebelum dikonsumsi untuk kemudian digunakan dalam pembuatan jus, dodol, dan kerupuk.	Jariyah <i>et al.</i> , 2014; Sahil & Soamole, 2013
<i>Avicennia</i> sp.	Buah direbus, dikupas, direndam, dan dihancurkan sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kue	Baderan <i>et al.</i> , 2015; Bandaranayake, 2002

Tabel 2 Penelitian terdahulu mengenai karakterisasi fisiko-kimia buah mangrove

Kriteria Uji	Jenis Mangrove dan Referensinya			
	<i>Avicennia marina</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>
Kadar air (% b/b)	67,50 ¹	73,76 ¹ ; 66,39 ² ; 62,92 ³	61,06 ¹ ; 52,38 ²	77,10 ¹
Kadar abu (% b/b)	1,22 ¹	0,34 ¹ ; 1,15 ² ; 1,24 ³ ; 1,29 ³ ; 2,89 (b/k) ⁷	0,98 ¹ ; 0,22 ²	3,85 ¹
Kadar lemak (% b/b)	0,24 ¹	1,25 ¹ ; 1,07 ² ; 0,85 ³ ; 0,79 ³ ; 0,49 (b/k) ⁷	1,69 ¹ ; 2,33 ²	0,86 ¹
Kadar protein (% b/b)	4,83 ¹	1,13 ¹ ; 2,11 ² ; 3,88 ³ ; 2,11 ³ ; 5,01 (b/k) ⁷	1,75 ¹	2,24 ¹ ; 0,93 ²
Kadar karbohidrat (% b/b)	25,25 ¹	23,53 ¹ ; 94,03 ³ ; 85,01 ⁴ ; 85,10 ⁶ ; 32,91 ⁵ ; 90,42 (b/k) ⁷	34,68 ¹ ; 30,30 ²	15,95 ¹
Serat kasar (% b/b)	-	11,48 ³	81,49 ¹	-
Kadar <i>tannin</i> (ppm)	9,37 ¹ ; 0,11% ²	34,11 ¹	-	-
Kadar HCN (ppm)	50,82 ¹	6,86 ¹	-	-
Referensi	Chrissanty (2012) ¹ ; Perdana <i>et al.</i> (2012) ²	Priyono <i>et al.</i> (2010) ¹ ; Sudirman <i>et al.</i> (2014) ² ; Sarungallo <i>et al.</i> (2010) ³ ; Prabowo (2015) ⁴ ; Jacoeb <i>et al.</i> (2013) ⁵ ; Muryati & Nelfiyanti (2015) ⁶ ; Sulistyawati <i>et al.</i> (2012) ⁷	Podungge <i>et al.</i> (2015) ¹ ; Mile <i>et al.</i> (2021) ²	Jariyah <i>et al.</i> (2014) ¹ ; Analuddin <i>et al.</i> (2019) ²

Tabel 2 menunjukkan penelitian terdahulu terkait karakterisasi fisiko-kimia buah mangrove dari berbagai jenis, seperti *Avicennia* sp., *Bruguiera* sp., *Rhizophora* sp., dan *Sonneratia* sp. Berdasarkan data pada **Tabel 2** dapat dilihat bahwa buah mangrove jenis *B. gymnorhiza* lebih banyak diteliti oleh para peneliti dibandingkan dengan mangrove jenis lainnya. Buah mangrove jenis *S. caseolaris* memiliki kadar air dan

kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan buah lainnya yaitu masing-masing sebesar 77.10% (b/b) dan 3.85% (b/b) (Jariyah *et al.*, 2014) (**Tabel 2**). Buah mangrove jenis *R. mucronate* memiliki kadar air, abu, dan protein paling terendah daripada buah lainnya, yaitu sebesar 52,38-61,06% (b/b), 0,22-0,98% (b/b), dan 1,75% (b/b). Keunikan dari buah ini memiliki kandungan kadar lemak tertinggi sebesar 1.69-2.33% (b/b)

dibandingkan dengan buah lainnya. Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada buah *B. gymnorrhiza* dengan kisaran sebesar 23.53-94.03% (b/b) sedangkan jenis lainnya hanya memiliki kandungan karbohidrat sebesar 16-35% (b/b).

PEMANFAATAN TEPUNG BUAH MANGROVE

Perlakuan sebelum penepungan dapat menggunakan perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan senyawa antigizi seperti *sorting*, pencucian, pengupasan, perendaman, *bleaching*, pengirisan, dan pengeringan. Tepung yang dihasilkan dapat menghasilkan produk akhir secara keseluruhan maupun menjadi bahan komplementer bersama tepung lain untuk menghasilkan produk pangan seperti *cookies*, *crackers*, lempeng,

chips, *snack bar*, beras analog, *edible film*, *edible coating*, *nugget*, bakso, mie, dan lain-lain.

Pengolahan buah mangrove saat ini masih terbatas untuk menghasilkan makanan khas daerah yang diolah secara tradisional oleh masyarakat lokal. Ada beberapa varian kue yang dihasilkan dari olahan buah dan tepung mangrove dari keempat jenis buah mangrove, yaitu keripik, kerupuk, berbagai varian kue, *snack*, dodol permen, puding, agar-agar, dan selai. Tujuan pembuatan berbagai makanan olahan yaitu menghasilkan kue dengan cita rasa lezat dan bergizi, serta memiliki nilai tambah. Pemanfaatan buah mangrove sendiri sudah banyak dilakukan di Indonesia dan membantu meningkatkan perekonomian masyarakat pesisir dari hasil nilai tambah olahan buah mangrove (**Tabel 3**).

Tabel 3 Berbagai penelitian pemanfaatan buah mangrove berdasarkan jenisnya

No	Jenis makanan	Jenis Mangrove yang dimanfaatkan dan penelitiannya			
		<i>Avicennia sp.</i>	<i>Bruguiera sp.</i>	<i>Rhizophora sp.</i>	<i>Sonneratia sp.</i>
1	Sayuran atau Urap	(Paramita, 2012; Priyono <i>et al.</i> , 2010)	(A'in <i>et al.</i> , 2018; Arthana <i>et al.</i> , 2017; Baderan <i>et al.</i> , 2015; Budiandari & Widjanarko, 2013; Baderan, 2017) Dhinendra <i>et al.</i> , 2015; Hastarini <i>et al.</i> , 2016; Rahim & Baderan, 2017; Rosulva <i>et al.</i> , 2015; Rosyadi <i>et al.</i> , 2014)	(Priyono <i>et al.</i> , 2010; Rahim & Baderan, 2017)	(Paramita, 2012)
2	Keripik atau Kerupuk	(Paramita, 2012; Priyono <i>et al.</i> , 2010; Rahim & Baderan, 2017)	(A'in <i>et al.</i> , 2018; Kardiman <i>et al.</i> , 2017)	-	(Baderan <i>et al.</i> , 2015)
3	Varian kue dan <i>snack</i>	Onde-onde, ketimus, talam, gemblong, lala, candil, kolak, jarabisi goreng, cendol/dawet (Priyono <i>et al.</i> , 2010), Kue pia (Baderan <i>et al.</i> , 2015; Priyono <i>et al.</i> , 2010), bolu (Priyono <i>et al.</i> , 2010; Rahmawaty <i>et al.</i> , 2018), <i>snack</i> , <i>crackers</i> , kue tradisional (Rahmawaty <i>et al.</i> , 2018)	<i>Cake</i> (Baderan <i>et al.</i> , 2015; Rahim & Baderan, 2017), kue kering (Arthana <i>et al.</i> , 2017), stik asin dan manis, kue kacang keong (Baderan <i>et al.</i> , 2015), bolu (A'in <i>et al.</i> , 2018; Kardiman <i>et al.</i> , 2017), brownis (A'in <i>et al.</i> , 2018), kue kering (Arthana <i>et al.</i> , 2017; Dewi <i>et al.</i> , 2014), <i>cookies</i> dengan penambahan tepung udang (Hastarini <i>et al.</i> , 2016), lempeng/ <i>cookies</i> dengan penambahan ubi kayu (Rosyadi <i>et al.</i> , 2014), lempeng dari tepung lindur dan gaplek (Budiandari & Widjanarko, 2013); <i>chips-potato simulation</i> dengan penambahan tepung lindur dan tepung udang (Ikasari & Hastarini, 2016); <i>food bar</i> dengan penambahan tepung kedelai dan tepung ubi (Susiloningsih <i>et al.</i> , 2016)	(Sahil & Soamole, 2013)	Wajik, lempok, bakom (Priyono <i>et al.</i> , 2010); permen (Paramita, 2012; Rahim & Baderan, 2017), <i>Snack Bar</i> dari tepung pedada, tepung kedelai dan tepung ubi rambat (Susiloningsih <i>et al.</i> , 2016), <i>fruit leather</i> dari buah pedada dan naga merah (Rahman <i>et al.</i> , 2016)

No	Jenis makanan	Jenis Mangrove yang dimanfaatkan dan penelitiannya			
		<i>Avicennia sp.</i>	<i>Bruguiera sp.</i>	<i>Rhizophora sp.</i>	<i>Sonneratia sp.</i>
4	Dodol	Dodol munto (Baderan <i>et al.</i> , 2015)	(Rosulva <i>et al.</i> , 2015)	-	(Baderan <i>et al.</i> , 2015; Priyono <i>et al.</i> , 2010)
5	Minuman	Jus (Baderan <i>et al.</i> , 2015; Rahmawaty <i>et al.</i> , 2018)	-	-	Sirup (Abeywickrama & Jayasooriya, 2010; Arthana <i>et al.</i> , 2017; Basyuni <i>et al.</i> , 2019; Deviarni & Warastuti, 2017; Fidela <i>et al.</i> , 2020; Herwanti, 2016; Paramita, 2012; Rahim & Baderan, 2017; Rajis <i>et al.</i> , 2017); Es puter (Djajati <i>et al.</i> , 2016)
6	Puding/ Agar-agar	Priyono <i>et al.</i> (2010)	Baderan <i>et al.</i> (2015)	-	Selai (Phaechamud <i>et al.</i> , 2012)
5	Produk lainnya	-	beras analog dari tepung sagu, tepung lindur dan khitosan (Hidayat <i>et al.</i> , 2013), <i>edible coating</i> (Hastarini <i>et al.</i> , 2016; Rosulva <i>et al.</i> , 2014), <i>edible film</i> (Nurindra <i>et al.</i> , 2015), mie (Kardiman <i>et al.</i> , 2017), bakso dari tepung tapioka dan tepung lindur (Alno <i>et al.</i> , 2018; Arthana <i>et al.</i> , 2017), <i>nugget</i> dari tepung mangrove dan tepung wortel (Pentury, 2019)	-	-

Olahan dari buah mangrove juga dimanfaatkan untuk membuat berbagai minuman racikan, seperti sirup (Abeywickrama & Jayasooriya, 2010; Baderan *et al.*, 2015; Basyuni *et al.*, 2019; Deviarni & Warastuti, 2017; Fidela *et al.*, 2020; Paramita, 2012; Priyono *et al.*, 2010; Rahim & Baderan, 2017; Rahmawaty *et al.*, 2018; Rajis *et al.*, 2017), jus (Baderan *et al.*, 2015), dan es (Djajati *et al.*, 2016). Ghalib *et al.* (2011) menyatakan bahwa rasa asam yang dimiliki buah *Sonneratia sp.* atau pedada muda dapat digunakan untuk pengganti cuka. Secara umum, hasil produk akhir dari olahan buah mangrove yang pernah diulas dalam tulisan ilmiah dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 menunjukkan beberapa hasil produk olahan dari buah dan tepung mangrove, baik secara keseluruhan maupun

sebagai bahan komplementer dengan campuran tepung lain pada proporsi tertentu dan berbeda, dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang diinginkan, sesuai dengan parameter sensori maupun parameter fisika-kimia lainnya. Beberapa hasil olahan tepung mangrove sebagai bahan komplementer dengan tepung lain dilaporkan oleh beberapa peneliti. Hidayat *et al.* (2013) melaporkan pembuatan beras analog dari tepung lindur jenis *B. Gymnorhiza* dengan penambahan tepung sagu dan khitosan. Penggunaan tepung lindur dan tepung sagu dengan perbandingan 7:3, menghasilkan beras analog yang cocok untuk penderita diabetes karena memiliki kandungan serat 8.16 % dengan daya cerna pati 55.22%. Sarofa *et al.* (2011) membuat *crackers* dengan menggunakan campuran tepung

terigu dan tepung lindur (7:3) serta penambahan gluten sebesar 14%, menghasilkan *crackers* yang cukup baik berdasarkan hasil uji organoleptic. Budiandari & Widjanarko (2013) melaporkan bahwa dengan menggunakan campuran tepung lindur dan tepung gapek (1:3) dapat menghasilkan lempeng dengan mutu yang dapat diterima. Alno *et al.* (2018) menggunakan campuran tepung lindur dan tepung tapioka (1:7) yang menghasilkan tekstur bakso ikan lele yang kenyal. Alasan penggunaan tepung mangrove sebagai bahan

komplementer dan belum digunakan secara keseluruhan yaitu selain karena sifat fisika dan kimia dari tepung mangrove belum diketahui secara menyeluruh, salah satu alasan lainnya yaitu beberapa peneliti masih ragu dalam hal aspek keamanan pangannya jika digunakan secara keseluruhan. Eksplorasi pemanfaatan secara lebih luas akan lebih mudah jika tersedia data sifat fisiko-kimia dan sifat fungsional tepung mangrove. Karakter mutu dan sifat fisiko-kimia tepung yang berasal dari empat jenis buah mangrove dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Fokus penelitian yang mengkarakterisasi mutu dan fisiko-kimia tepung mangrove

No	Parameter	Jenis Mangrove			
		<i>Avicennia sp.</i>	<i>Bruguiera sp.</i>	<i>Rhizophora sp.</i>	<i>Sonneratia sp.</i>
1.	Pengujian Proksimat (buah dan tepung)	✓	✓	✓	✓
2.	Pati	×	✓	✓	×
3.	Amilosa-Amilopektin	✓	✓	✓	✓
4.	Vitamin	×	×	×	×
5.	<i>Pasting Properties</i>	×	✓	✓	×
6.	Komp. Bioaktif	✓	✓	✓	✓
7.	<i>Tannin</i>	✓	✓	✓	✓
8.	HCN	✓	✓	×	×
9.	Anti-gizi	×	✓	✓	×
10.	Uji Mineral	×	✓	×	✓
11.	Logam berat	×	✓	✓	✓
12.	<i>In Vitro Protein digestibility</i>	×	×	×	✓

Keterangan: *Check list* (✓) menunjukkan penelitian yang sudah dilakukan
Silang (×) menunjukkan penelitian yang belum dilakukan

SIFAT FISIKO-KIMIA TEPUNG BUAH MANGROVE

Penelitian terdahulu mengenai sifat fisiko-kimia tepung mangrove disajikan pada **Tabel 5**. Ada beberapa parameter yang telah dilaporkan, namun untuk buah mangrove *Avicennia sp* masih terbatas informasinya. Sarungallo *et al.* (2010) melaporkan sifat fisiko-kimia pati dari jenis *B. gymnorrhiza* memiliki bentuk granula bulat lonjong yang mengandung amilosa 32,35%, daya pengembangan pati dan kelarutan pati masing-masing 14,83%, dan 7° *briks* pada suhu 90°C. Kisaran suhu gelatinisasi pati cukup luas yaitu dari 85,50°C – 93°C dengan

viskositas 200 BU, sehingga tergolong pati yang tahan terhadap pemanasan tinggi. Karakter fungsional utama pada pati aibon atau lindur asal Biak untuk aplikasi pada industri adalah sifat pasta yang tidak kental, tidak lengket, memiliki viskositas yang cenderung meningkat selama pemanasan, dapat membentuk gel yang tidak terlalu kokoh, dan stabilitas terhadap siklus *freezing-thawing* yang rendah. Pati aibon atau lindur asal Biak juga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam produk-produk berbasis karbohidrat yang memerlukan granula dengan ketahanan panas tinggi tanpa viskositas yang tinggi.

Tabel 5 Hasil penelitian terdahulu terkait karakterisasi fisiko-kimia tepung mangrove

Kriteria Uji	Jenis Mangrove			
	<i>Avicennia marina</i>	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>
Kadar air (% b/b)	9,36-10,13 ¹ ; 1,20-2,20 ⁵	10,97-12,64 ¹ ; 6,68 ⁵ ; 9,40 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵ ; 11,17 ¹¹ ; 11,63-12,18 ¹²	8,34-10,18 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 47,10 (<i>R. apiculata</i>) ⁶ ; 2,90 ⁵ ; 31,96 ⁸ ; 50,50 ¹⁰	11,30 ¹ ; 10,53 (<i>S. alba</i> muda), 9,63 (<i>S. alba</i> tua) ⁶ ; 2,76 ⁷
Kadar air pati (%)	7,69-9,61 ²	9,02-10,77 ²	-	10,72-11,90 ²
Kadar abu (% b/b)	2,36 ¹ ; 6,37- 8,09 ⁵	1,40 ¹ ; 9,17 ⁵ ; 4,64 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵ ; 1,609 ⁷ ; 1,40- 2,70 ¹²	0,35 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 1,27 ³ ; 1,10 ⁸	5,18 (<i>S. alba</i> muda), 5,39 (<i>S. alba</i> tua) ⁶ ; 1,33 ⁷
Kadar abu pati (%)	3,87-4,16 ²	4,65-5,65 ²	-	4,10-4,17 ²
Kadar lemak (% b/b)	0,53 ¹ ; 1,55 ⁵	3,21 ¹ ; 0,81 ⁵ ; 0,78 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵ ; 1,79 ⁷ ; 3,09- 3,21 ¹²	0,28 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 0,78 ³ ; 0,86 ⁸	4,7 ¹ ; 1,44 (<i>S. alba</i> muda), 1,54 (<i>S. alba</i> tua) ⁶ ; 0,33 ⁷
Kadar lemak pati (%)	0,57-0,58 ²	0,66-0,89 ²	-	0,54-0,55 ²
Kadar protein (% b/b)	5,27 ¹ ; 15,49 ⁵	1,85 ¹ ; 4,37 ⁵ ; 5,25 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵ ; 5,59 ⁷ ; 1,43- 1,85 ¹²	1,89 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 3,50 ³ ; 6,85 ⁷ ; 2,59 ⁸	6,20 ¹ ; 8,74 (<i>S. alba</i> muda), 8,34 (<i>S. alba</i> tua) ⁶ ; 3,57 ⁷
Kadar protein pati (%)	1,77-1,89 ²	2,57-2,68 ²	-	1,22-1,23 ²
Kadar karbohidrat (% b/b)	81,02 ¹ ; 78,13 ⁵	81,89 ¹ ; 68,88 ⁵ ; 73,14 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵ ; 79,57 ⁶ ; 82,09 ⁷ ; 80,38-81,89 ¹²	87,68 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 90,67 ⁵ ; 63,50 ⁸	74,12 (<i>S. alba</i> muda), 75,10 (<i>S. alba</i> tua) ⁶ ; 92,02 ⁷
Total energi (Kcal/100g)	-	300,29 ⁴ ; 320,58 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵	-	-
Serat kasar (% b/b)	4,85 ¹	0,74 ¹ ; 10,09 ⁵ ; 6,79 (<i>B.</i> <i>cilindrica</i>) ⁵ ; 0,74-0,76 ⁸ ; 8,70 ⁷	13,38 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 46,10 (7,5 serat larut; 38,60 tidak larut) ⁵ ; 9,01 (<i>R. Apiculata</i>) ⁶	63,70 (9,80 serat larut; 53,90 serat tidak larut) ¹
Kadar serat pati (%)	69,78-70,71 ²	57,21-73,19 ²	-	57,19-61,95 ²
Water absorbance for flour (ml/g)	1,05 ²	1,24 ²	-	0,97 ²
Water absorbance for starch (ml/g)	3,02 ²	1,92 ²	-	1,17 ²
Kadar sukrosa (%)	21,40 ²	19,50 ²	-	42,10 ²
Kadar sukrosa pati (%)	11,15 ²	10,85 ²	-	15,25 ²
Derajat putih (%)	40,45 ²	39,45 ²	-	45,17 ²
Derajat putih pati (%)	60,87 ²	57,72 ² ; 98,14 ⁹	-	66,39 ²
Kadar pati (% b/k)	-	33,90 ¹⁰	13,60 ⁶ ; 13,90 (<i>R.</i> <i>apiculata</i>) ⁶ ; 26,80 (<i>R.</i> <i>stylosa</i>) ¹⁰	-
Kadar amilosa (%)	0,27 ¹ ; 27,15- 27,39 ²	16,91 ¹ ; 19,34-23,10 ² ; 18,48 ⁷ ; 32,36; 22,30 ¹⁰	7,36 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 26,30 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	19,56-20,22 ²
Kadar amilopektin (%)	-	67,65 ⁹	-	-
Ukuran granula (µm)	-	5-45 ⁹	-	-
Kadar HCN (mg/kg atau ppm)	10,51 ¹	3,68 ¹ ; 8,05 ⁶ ; 3,38 ⁷ ; 0,06 ¹¹ ; 0,50-0,72 ¹²	10,78 (<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 2,97 ⁵	< 3 (sensitivitas alat ≥ 3) ⁴
Kadar tannin (% b/k)	0,86-4,86 ¹ ; 0,09 ⁴	0,94-1,79 ¹ ; 0,61 ⁴ ; 287,43 ppm ⁶ ; 0,19 ⁷ ; 47,45 ppm ¹¹	3,76-5,33(<i>R. stylosa</i>) ¹ ; 0,28 ⁴ ; 0,57(<i>R.</i> <i>apiculata</i>) ² ; 819 ppm ⁵ ; 845,68-1710,65 mgGAE/100 g) ⁹	0,26 ⁴
K. Oksalat (mg/gb/k)	-	1,02 ⁴	1,39 (<i>R. apiculata</i>) ²	-
K. Fitat (mg/g b/k)	-	0,05 ⁴	0,05 (<i>R. apiculata</i>) ²	-
K. Saponin (g/g b/k)	-	0,02 ⁴	0,02 (<i>R. apiculata</i>) ²	-
Kadar pektin (%)	-	-	-	9 ¹ ; 85,17 ⁸
Kadar asam galakturonat (%)	-	-	-	2,20 ¹
Total fenol (% b/b)	-	-	-	23,38 ⁵
<i>In vitro</i> protein digestibility (%)	-	-	-	69,10 ¹
<i>Pasting properties</i>				
a. Pasting temperature (°C)	-	85,50 ⁹ ; 81,90 ¹⁰	79,90 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-
b. Suhu puncak (°C)	-	93 ⁹	-	-
c. max. viscosity	-	200 (BU) ⁹ ; 252 ¹⁰	181 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-

Kriteria Uji	Jenis Mangrove			
	<i>Avicennia marina</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>
(RVU)				
d. <i>min viscosity</i> (RVU)	-	300 (BU) ⁹ ; 203 ¹⁰	98 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-
e. <i>viscosity at 50-40 °C</i> (RVU)	-	530 (BU) ⁹ ; 323 ¹⁰	226 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-
f. <i>Breakdown</i> (RVU)	-	49 ¹⁰	83 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-
g. <i>Setback</i> (RVU)	-	89 ¹⁰	139 (<i>R. stylosa</i>) ¹⁰	-
Kadar mineral				
Ca (g/kg)	-	14,84 ⁵ ; 95,20 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	0,90 ¹
K (g/kg)	-	-	-	23 ¹
Mg (g/kg)	-	10,10 ⁵ ; 63,50 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	0,80 ¹
Na (g/kg)	-	-	-	8 ¹
P (g/kg)	-	-	-	2,20 ¹
S (g/kg)	-	-	-	1,50 ¹
Fe (g/kg)	-	2,02 ⁵ ; 2,21 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	-
Mn (g/kg)	-	0,31 ⁵ ; 1,90 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	-
Cu (g/kg)	-	0,10 ⁵ ; 0,12 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	-
Zn (g/kg)	-	0,24 ⁵ ; 0,35 (<i>B. cilindrica</i>) ⁵	-	-
Kandungan logam berat pada sampel (batas max cemaran berdasarkan persyaratan kualitas tepung singkong (SNI 01 - 2997-1996)				
Pb (mg/kg), max 1	-	0,54 ⁶	4,24 ⁴	0,28 ⁴
Hg (mg/kg), max 0,05	-	<0,001 ⁶	< 0,005 ⁴	< 0,005 ⁴
As (mg/kg), max 0,5	-	<0,005 ⁶	< 0,003 ⁴	< 0,003 ⁴
Mn (mg/kg)	-	-	20,31 ⁴	10,13 ⁴
Cu (mg/kg), max 10	-	3,06 ⁶	5,23 ⁴	13,3 ⁴
Aktivitas Antioksidan (IC 50) (µg/ml)	7,91 (<i>A. alba</i>) ³ ; 0,36-13,07 ⁶	4,43; 23,10 (<i>B. cilindrica</i>); 0,38 (<i>B. parviflora</i>); 4,66 (<i>B. sexangular</i>) ³ ; 165,22 ¹¹	0,29; 3,85 (<i>R. apiculata</i>) ³	0,08; 15,49 (<i>S. ovate</i>) ³ ; 1,77 ⁵
<i>Referensi</i>	Chrissanty (2012) ¹ ; Pentury (2016) ² ; Bunyaraphatsara <i>et al.</i> (2003) ³ ; Pentury (2016) ² ; Bunyaraphatsara <i>et al.</i> (2003) ³ ; Perdana <i>et al.</i> (2012) ⁴ ; Permadi <i>et al.</i> (2012) ⁵ ; Yang <i>et al.</i> (2018) ⁶	Chrissanty (2012) ¹ ; Pentury (2016) ² ; Bunyaraphatsara <i>et al.</i> (2003) ³ ; Rout <i>et al.</i> (2015) ⁴ ; Patil & Chavan (2013) ⁵ ; Muryati & Nelfiyanti (2015) ⁶ ; Sulistyawati <i>et al.</i> (2012) ⁷ ; Sofro (1992) ⁸ ; Sarungallo <i>et al.</i> (2010) ⁹ ; Hanashiro <i>et al.</i> (2004) ¹⁰ ; Ayu <i>et al.</i> (2019) ¹¹ ; Priyono <i>et al.</i> (2010) ¹²	Chrissanty (2012) ¹ ; Rout <i>et al.</i> (2015) ² ; Bunyaraphatsara <i>et al.</i> (2003) ³ ; Koeslulat & Prabawa (2019) ⁴ ; Hardoko <i>et al.</i> (2015) ⁵ ; Yamamoto <i>et al.</i> (1983) ⁶ ; Mile <i>et al.</i> (2021) ⁷ ; Purwaningsih <i>et al.</i> (2013) ⁸ ; Hardoko <i>et al.</i> (2018) ⁹ ; Hanashiro <i>et al.</i> (2004) ¹⁰	Jariyah <i>et al.</i> (2014) ¹ ; Pentury (2016) ² ; Bunyaraphatsara <i>et al.</i> (2003) ³ ; Koeslulat & Prabawa (2019) ⁴ ; Hardoko <i>et al.</i> (2019) ⁴ ; Phaechamud <i>et al.</i> (2012) ⁵ ; Ardiansyah <i>et al.</i> (2020) ⁶ ; Susiloningsih <i>et al.</i> (2016) ⁷ ; Jariyah <i>et al.</i> (2020) ⁸

ASPEK KEAMANAN PANGAN DAN ZAT ANTIGIZI

Buah mangrove mengandung beberapa senyawa anti-gizi (Rout *et al.*, 2015), glukosida sianogenik (sianogen) (Ayu *et al.*, 2019; Chrissanty, 2012; Hardoko *et al.*, 2015; Koeslulat & Prabawa, 2019; Muryati & Nelfiyanti, 2015; Sulistyawati *et al.*, 2012), *tannin* dan senyawa alkaloid (Ayu *et al.*, 2019; Hardoko *et al.*, 2018; Koeslulat & Prabawa, 2019). Senyawa anti gizi adalah senyawa alami pada bahan pangan yang dapat menghambat penyerapan zat gizi oleh tubuh manusia. Senyawa anti gizi ini merupakan metabolit sekunder pada

tumbuhan yang berfungsi dalam mekanisme perlindungan dari gangguan hama atau serangga. Senyawa antigizi ada yang bersifat tidak toksik dan toksik. Tanaman yang mengandung senyawa toksik perlu mendapatkan penanganan dengan benar agar komponen antigizi tersebut dapat dikurangi dan dihilangkan sampai batas aman untuk dikonsumsi. Tujuannya untuk menghindari kemungkinan keracunan yang sering terjadi di sebagian besar negara berkembang (Emire *et al.*, 2013).

Komponen anti-gizi yang bersifat tidak toksik antara lain *tannin*, inhibitor protease, lignin, silika, dan kutin (Jayanegara *et al.*, 2019) sedangkan komponen antigizi yang

bersifat toksik adalah alkaloid, glukosida sianogenik, dan saponin.

Masalah gizi (yaitu adanya senyawa antigizi) dari nutrisi buah mangrove yang dimanfaatkan untuk konsumsi masyarakat dapat dihilangkan melalui perlakuan pasca panen dan perlakuan pendahuluan (yaitu perendaman dan perebusan) sebelum dikeringkan dan digiling menjadi tepung. Perlakuan pasca panen dan perlakuan pendahuluan ini ditujukan untuk mereduksi kandungan senyawa anti-gizi hingga batas aman untuk dikonsumsi, dapat dilihat pada **Tabel 6**.

A. Senyawa Glukosida Sianogenik

Glukosida sianogenik atau sering disebut sianogen merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder tanaman yang disintesis dari asam amino. Adapun sianida (hidrogen sianida, HCN) merupakan produk hidrolisis dari glukosida sianogenik. Glukosida sianogenik terdiri atas glikosida dan aglikon yang mengandung sianida. Aglikon dapat dibagi menjadi dua jenis, yakni komponen alifatik dan aromatik. Komponen gula yang terdapat pada glukosida sianogenik umumnya berupa glukosa, namun bisa juga jenis gula lainnya seperti gentibiosa, primaverosa, dan sebagainya. Glukosida sianogenik berasa pahit apabila dikonsumsi. Tanaman mangrove yang masih muda umumnya mengandung glukosida sianogenik yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang sudah tua (Jayanegara *et al.*, 2019). Tanaman mangrove mengandung glukosida sianogenik, termasuk pada buahnya. Buah mangrove jenis *A. marina* mengandung senyawa glukosida sianogenik sebesar 50,82 ppm (Chrissanty, 2012). Untuk buah mangrove jenis *B. gymnorhiza* mengandung senyawa glukosida sianogenik sebesar 6,86 ppm (Priyono *et al.*, 2010).

Hidrolisis glukosida sianogenik merupakan suatu proses enzimatis, dimana senyawa tersebut mengalami hidrolisis sehingga melepaskan HCN dan komponen lainnya. Glukosida sianogenik dan enzim penghidrolisisnya berada pada kompartemen yang berbeda di tanaman. Hidrolisis hanya akan terjadi ketika glukosida sianogenik dan

enzim penghidrolisisnya melakukan kontak. Oleh karena itu, proses hidrolisis tidak terjadi pada tanaman yang masih utuh. Ketika tanaman mengalami kerusakan secara fisik misalnya karena dipanen, dipotong, digiling, ataupun dengan metode lainnya, maka terjadi kontak antara glukosida sianogenik dan enzim hidrolisis yang menghasilkan HCN bebas (Jayanegara *et al.*, 2019).

Glukosida sianogenik dalam bentuk utuhnya tidak beracun, yang beracun adalah sianida (HCN) yang terbebas setelah hidrolisis enzim atau asam. Dosis HCN yang dapat mengakibatkan kematian pada manusia dalam beberapa menit saja berkisar antara 0,5–3,5 mg/kg bobot badan. Sianida pada dosis tinggi dapat menghambat kerja enzim sitokrom oksidase. Enzim sitokrom oksidase adalah suatu enzim penting pada siklus asam trikarboksilat untuk produksi ATP. Hal ini secara keseluruhan menghambat proses respirasi seluler (Baskin & Brewer, 2006; Jayanegara *et al.* 2019). Di samping itu, sianida dapat dikonversi menjadi tiosianat yang kemudian meningkatkan pembentukan nitrosamin yang diduga menyebabkan kejadian tumor pada manusia (Jayanegara *et al.*, 2019).

Batas aman kandungan HCN dalam makanan sebesar 50 ppm (Baskin & Brewer, 2006). Batasan HCN yang diperbolehkan untuk konsumsi manusia berupa kandungan HCN pada singkong tidak boleh lebih dari 10 mg HCN/kg singkong. Efek toksik dari HCN umumnya terjadi pada hewan dan manusia yang mengonsumsi bahan tinggi glukosida sianogenik yang tidak mengalami proses pengolahan atau proses pengolahan tidak sempurna. Proses pengolahan yang dapat secara efektif menurunkan kadar sianida adalah pengeringan, perebusan, perendaman, pengupasan kulit, ekstraksi pati, dan fermentasi (silase) (Jayanegara *et al.*, 2019; Muryati & Nelfiyanti, 2015). Beberapa teknik pengolahan pangan tersebut dapat mereduksi senyawa anti-gizi, meningkatkan pencernaan protein, dan meningkatkan nilai biologis tanaman (Handa *et al.*, 2017; Jaybhaye & Srivastav, 2015).

Pengeringan dapat dilakukan untuk mengeliminasi sianida sekaligus untuk memperpanjang masa simpan. Pengeringan

dapat berupa pengeringan matahari atau secara artifisial menggunakan oven. Sebelum dilakukan pengeringan, buah dipotong-potong terlebih dahulu menjadi ukuran yang lebih kecil. Kondisi ini menyebabkan terjadinya kontak antara linamarin dan enzim linamarase yang melepaskan sianida. Sianogen dapat dihilangkan atau direduksi melalui proses pengeringan karena volatilisasi sianida yang terbentuk setelah kontak antara glukosida sianogenik dan enzimnya (Jayanegara *et al.*, 2019). Secara umum lamanya pengeringan sangat berpengaruh terhadap kadar sianida. Semakin lama dikeringkan maka kandungan sianidanya semakin sedikit. Pengeringan matahari selama 24 jam dapat menurunkan kadar sianida sebesar 80%-85% (Jayanegara *et al.*, 2019; Rukmana, 1997). Pengeringan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam dapat menurunkan kadar sianida sekitar 85% (**Tabel 6**). Penurunan kadar sianida semakin tinggi dengan semakin tingginya suhu pengeringan, namun perlu diperhatikan juga efeknya terhadap kandungan nutrisi, khususnya yang mudah rusak pada suhu tinggi (Jayanegara *et al.*, 2019).

Perebusan merupakan teknik pengolahan lain dalam rangka menurunkan kadar sianida yang terdapat di dalamnya. Asam sianida termasuk senyawa volatil yang tidak berwarna, memiliki bau menyengat seperti asam lainnya dan memiliki rasa yang pahit, serta memiliki titik didih 25,7 °C (Pambayun, 2007) dan mudah menguap terutama pada suhu 25 °C (Winarno 2004). Proses perebusan dilakukan seperti halnya pada pengeringan, buah yang akan direbus perlu dipotong-potong terlebih dahulu menjadi ukuran yang lebih kecil. Efektivitas penurunan kadar sianida melalui proses perebusan bergantung pada lamanya waktu perebusan, volume air yang digunakan, serta ukuran potongan buah. Perebusan selama 5 menit dapat mengurangi kadar sianida sebesar 56 %, sedangkan perebusan selama 30 menit mengurangi sianida sebesar 94 % (**Tabel 6**). Sianida yang bebas jauh lebih mudah berkurang dibandingkan dengan sianida yang masih terikat melalui proses perebusan (Jayanegara *et al.*, 2019). Karena

sifat HCN mudah menguap pada suhu kamar maka HCN menjadi lebih mudah terdegradasi (Muryati & Nelfiyanti, 2015).

Proses perendaman atau pencucian tanpa disertai suhu tinggi juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar sianida secara signifikan. Hal ini karena dalam kondisi bebas sianida sangat mudah larut dalam air, sedangkan dalam jaringan senyawa ini terakumulasi, namun cepat atau mudah menguap apabila terdapat pada suatu permukaan (Pambayun, 2007). Perbedaan dengan teknik perebusan terletak pada waktu yang diperlukan untuk menurunkan kandungan sianida hingga level yang aman untuk dikonsumsi. Perendaman atau pencucian membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan perebusan karena suhu prosesnya yang jauh lebih rendah. Perendaman selama 1 hari dapat menurunkan kadar sianida dari 108 mg/kg menjadi 59,5 mg/kg (**Tabel 6**). Apabila perendaman dilakukan selama 5 hari maka kadar sianidanya menjadi hanya 2,9 mg/kg (Jayanegara *et al.*, 2019). Karena sifat kelarutannya yang tinggi dalam air, senyawa ini mudah dihilangkan dari bahan (Pambayun, 2007). Pengelupasan kulit merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar sianida. Bagian kulit mengandung jauh lebih banyak sianida dibandingkan dengan bagian dalam. Proses pengelupasan kulit ini dapat menurunkan sekitar 50% sianida (Jayanegara *et al.*, 2019).

Proses ekstraksi pati terdiri atas tiga tahap, yakni penggilingan yang sudah dicuci dalam kondisi basah, dilanjutkan dengan pencucian pati yang didapatkan, serta sedimentasi dan pengeringan pati. Melalui proses tersebut, sejumlah glukosida sianogenik yang cukup besar berubah menjadi sianida bebas. Sedimen basah yang terbentuk sudah mengandung sianida yang rendah, yakni berkisar antara 14 hingga 31 mg/kg berat kering. Setelah dikeringkan dan menjadi pati, maka kandungan sianidanya menjadi lebih rendah lagi yakni 1,2–4,0 mg/kg (Jayanegara *et al.*, 2019). Buah mangrove memiliki kandungan sianida yang rendah dan aman untuk dikonsumsi. Tepung buah *A. marina* mengandung sianida sebesar

10,51 ppm (Chrissy, 2012). Tepung buah *B. gymnorrhiza* mengandung sianida sebesar 3,68 ppm (Chrissy, 2012), 8,05 ppm (Muryati & Nelfiyanti, 2015), 3,38 ppm (Sulistiyawati *et al.*, 2012), dan 0,055 ppm (Ayu *et al.*, 2019).

Ensilase atau fermentasi merupakan teknik preservasi yang dapat mempertahankan kualitas nutrisi dan meningkatkan umur simpan. Ensilase dapat

menurunkan kadar sianida dari 85 mg/kg menjadi 2,6 mg/kg atau sekitar 97%. Penurunan sianida diduga karena terjadinya *leaching* glukosida dan sianida bebas melalui efluen silase yang terbentuk. Hal ini terjadi khususnya pada beberapa hari awal ensilase. Ketika pH sudah mencapai 4,3–4,5, maka aktivitas enzim linamarase menjadi terhambat pada kondisi asam tersebut (Jayanegara *et al.*, 2019).

Tabel 6 Perlakuan yang dilakukan untuk penurunan konsentrasi zat antigizi

No	Jenis senyawa antigizi	Treatment yang dilakukan	Penurunan zat antigizi		Referensi
			Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan	
1	Glukosida sianogenik	Pengupasan	Penurunan hingga 50%		Jayanegara et al. (2019)
		Pengupasan & perendaman (disertai blansing 7,5 menit, pengeringan 60°C, ±30 jam)	570,02 ppm	287,43 ppm	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Pengupasan & perendaman (disertai blansing 10 menit, pengeringan 60°C, ±30 jam)	548,87 ppm	300,54 ppm	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Pengupasan & perendaman (disertai blansing 15 menit, pengeringan 60°C, ±30 jam)	495,06 ppm	296,81 ppm	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Perendaman 1 hari	108 ppm	59,50 ppm	Jayanegara et al. (2019)
		Perendaman 5 hari	108 ppm	2,90 ppm	Jayanegara et al. (2019)
		Perendaman buah <i>Bruguiera</i> sp. dalam larutan abu sekam 20%, 12 jam	3335,96 ppm	10,09 ppm (bk)	Sulistiyawati et al. (2012)
		Blansing/Perebusan selama 5 menit	Penurunan 56 %		Jayanegara et al. (2019)
		Blansing buah 7,5 menit ke 15 menit (disertai pengeringan 60°C, ±30 jam)	570,02 ppm	495,06 ppm	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Perebusan selama 30 menit	Penurunan hingga 94%		Jayanegara et al. (2019)
		Pengeringan matahari 24 jam	Penurunan hingga 80–85%		Jayanegara et al. (2019; Rukmana (1997)
		Pengeringan oven 60°C selama 24 jam	Penurunan hingga 85%		Jayanegara et al. (2019)
		Pengeringan dengan suhu 70°C	10,09 ppm	3,38 ppm	Sulistiyawati et al. (2012)
2	Tannin	Proses pengupasan buah (disertai blansing 7,5 menit, pengeringan 60°C (±30 jam))	8,41%	7,42%	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Perendaman buah <i>Bruguiera</i> sp. dalam larutan abu sekam 20%, 12 jam	9,27%	0,60%	Sulistiyawati et al. (2012)
		Perendaman buah <i>Avicennia</i> sp. selama 6 jam dengan 12x pergantian air	Penurunan tannin 28,80%		Perdana et al. (2012)
		Proses perendaman buah (disertai blansing 7,5 menit, pengeringan 60°C (±30 jam))	8,41%	6,90%	Muryati & Nelfiyanti (2015)

No	Jenis senyawa antigizi	Treatment yang dilakukan	Penurunan zat antigizi		Referensi
			Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan	
		Proses perendaman buah (disertai blansing 10 menit, pengeringan 60 ⁰ C (±30 jam))	8,10%	6,38%	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Perendaman dan perebusan buah <i>Bruguiera</i> sp. dalam larutan abu sekam 30% hingga mendidih	3,53%	0,94%	Chrissanty (2012)
		Perendaman dan perebusan buah <i>Rhizophora</i> sp. dalam larutan abu sekam 30% hingga mendidih	13,26%	3,76%	Chrissanty (2012)
		Perendaman dan perebusan buah <i>Avicennia</i> sp. dalam larutan abu sekam 30% hingga mendidih	9,37%	0,86%	Chrissanty (2012)
		Blansing 5 menit ke 15 menit (disertai pengeringan 60 ⁰ C (±30 jam))	19,55%	7,68%	Muryati & Nelfiyanti (2015)
		Perebusan buah <i>Avicennia</i> sp. dalam larutan abu sekam 15%, 20 menit	Penurunan <i>tannin</i> 28,92%		Perdana et al. (2012)
		Proses pengeringan	Penurunannya bervariasi tergantung kadar air bahan		Jayanegara et al. (2019)
		Pengeringan 70 ⁰ C	0,60%	0,19%	Sulistiyawati et al. (2012)
		Fermentasi jamur 10 hari	Penurunan 58-66%		Jayanegara et al. (2019)
		Perendaman dengan larutan abu sekam 10%	Menurunkan <i>tannin</i> 80%		Jayanegara et al. (2019)
		Ekstraksi menggunakan pelarut organik, senyawa kimia yang bersifat alkali, dan senyawa oksidator kuat pada konsentrasi 0,02-0,03 M	Penurunan hingga 95%		Jayanegara et al. (2019)
		Zat polyvinylpyrrolidone (PVP) dan polyethylene glycol (PEG)	Mendeaktivasi tanin		Jayanegara et al. (2019)

B. Tannin

Tannin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder tanaman, yakni senyawa polifenol dengan bobot molekul yang bervariasi (Hagerman, 2002). *Tannin* dapat ditemukan pada tanaman, serta tersebar di berbagai organ tanaman, seperti batang, daun dan buah (Hagerman, 2002; Papatungan *et al.* 2017). Struktur kimia *tannin* juga beragam, namun memiliki kesamaan yakni dapat mengikat protein. Sementara itu terdapat juga senyawa fenol nontannin yang tidak dapat mengendapkan protein. *Tannin* memiliki bobot molekul serta struktur yang lebih kompleks dibandingkan dengan senyawa fenol nontannin, seperti katekol, pirogallol, asam gallat, katekin, dan flavanol-flavanol lainnya (Jayanegara *et al.*, 2019). Desmiaty *et al.* (2008) menyatakan bahwa

tannin terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, mengendapkan protein dari larutannya, serta bersenyawa dengan protein tersebut. *Tannin* dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *tannin* terhidrolisis dan *tannin* terkondensasi. Menurut Hagerman (2002), *tannin* memiliki peranan biologis yang kompleks mulai dari pengendapan protein hingga pengkhelet logam. *Tannin* juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis. Menurut Awika *et al.* (2009), kadar *tannin* yang tinggi menyebabkan rasa sepat dan pahit pada bahan makanan serta dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein. Hal ini dapat mengganggu aktivitas enzim pencernaan yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan. Di samping bersifat sebagai zat antinutrisi, *tannin* pada konsentrasi tinggi juga dapat menimbulkan

efek toksik dan bahkan menyebabkan kematian. *Tannin* jenis terhidrolisis lebih berpeluang menimbulkan efek toksik. *Tannin* terhidrolisis menimbulkan toksisitas karena absorpsi dari produk degradasinya. Akibatnya adalah terjadi peningkatan kadar senyawa fenolik di dalam darah secara signifikan yang tidak mampu didetoksifikasi oleh hati. Toksisitas *tannin* menyebabkan kerusakan sejumlah organ seperti usus halus, hati, ginjal, dan limpa (Jayanegara *et al.*, 2019).

Buah mangrove mengandung *tannin* yang memiliki kandungan berbeda sesuai dengan jenisnya masing-masing. Buah mangrove *A. marina* mengandung *tannin* sebesar 9,37 ppm (Chrissyanty, 2012). Kandungan *tannin* pada buah *B. gymnorrhiza* sebesar 34,11 ppm (Priyono *et al.*, 2010), dan 9,27 ppm (Sulistiyawati *et al.*, 2012). *Tannin* yang terdapat pada tanaman dapat dihilangkan atau dikurangi kandungannya melalui sejumlah teknik pengolahan. Beberapa teknik dan metode pengolahan seperti perendaman, blansing, perebusan, pengupasan, pengeringan dan penggilingan digunakan untuk mengurangi kandungan *tannin* pada makanan (Muryati & Nelfiyanti, 2015), baik dengan metode masing-masing maupun kombinasi metode (Samtiya *et al.*, 2020). Tujuan pengolahan ini adalah untuk menon-aktifkan enzim yang tidak diinginkan, memperbaiki warna, menghentikan penguraian akibat respirasi, mengurangi rasa pahit, dan mereduksi jumlah mikroba (Muchtadi & Sugiyono, 2013).

Beberapa peneliti telah berupaya menurunkan kandungan zat anti-gizi dalam buah mangrove dengan cara perendaman dalam larutan abu sekam padi selama waktu tertentu (Muryati & Nelfiyanti, 2015; Sulistiyawati *et al.*, 2012). Untuk membuat senyawa *tannin* menjadi tidak aktif, yaitu mengikatnya dengan suatu zat yang memiliki afinitas lebih tinggi terhadap *tannin* dibandingkan dengan protein. Terminologi reduksi maupun inaktivasi *tannin* dinamakan detanifikasi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi efek antinutrisi dan toksik dari *tannin* terhadap abu gosok yang merupakan limbah dari pembakaran tanaman dapat digunakan untuk proses detanifikasi. Abu

gosok bersifat alkali dan mampu melarutkan *tannin*. Larutan yang mengandung 10% abu gosok dapat menurunkan kandungan *tannin* hingga 80% dikarenakan pH yang alkali, berkisar antara 10 hingga 12. Kelebihan lain dari penggunaan abu gosok adalah ketersediaannya yang relatif banyak karena berasal dari sisa pembakaran komponen organik serta harganya yang murah (Jayanegara *et al.*, 2019). Sulistiyawati *et al.*, (2012) melakukan penelitian pada buah mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* Lamk. dengan perendaman menggunakan larutan abu sekam 30% b/b selama 24 jam. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perendaman dengan larutan abu sekam mampu menurunkan zat anti gizi, yaitu *tannin* sampai batas aman untuk dikonsumsi, dengan penurunan kadar *tannin* hingga 0,21%. Namun, efek samping dari perendaman buah mangrove dengan sekam dapat membuat serbuk atau serpihan sekam terserap ke dalam buah mangrove sehingga tepung lindur yang dihasilkan berwarna putih kehitaman.

Blansing, bertujuan untuk menginaktifkan enzim yang terdapat di dalam buah *Bruguiera gymnorrhiza* sehingga *tannin* yang dibebaskan berkurang. Selain itu, tujuan blansing digunakan untuk melayukan buah sehingga mudah dikemas (Muchtadi & Sugiyono, 2013). Blansing merupakan faktor penting bagi buah mangrove jenis *Bruguiera* dan *Rhizophora* yang bertekstur keras seperti kayu. Pada penelitian Muryati & Nelfiyanti (2015), blansing dilakukan dengan cara perendaman buah dalam air panas yang bersuhu 95-100°C dengan waktu perendaman selama 7,5 menit dapat mengurangi 1,51% kandungan *tannin* (**Tabel 6**). Setelah itu dilanjutkan pengupasan dan perendaman yang dapat mengurangi sisa *tannin* hingga 287,43 mg/kg.

Menurut Perdana *et al.* (2012), perebusan pada buah lindur akan menguraikan *tannin* menjadi glukosa dan asam galat. Senyawa *tannin* mudah larut dalam air dan kelarutannya bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas. Namun pada pemanasan sampai suhu 100°C, *tannin* terurai menjadi *pyrogallol*, *pyrocatechol*, dan

phloroglucinol. Tannin selain larut dalam air, juga larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol dan aseton (Muryati & Nelfiyanti, 2015). Perebusan buah lindur dilakukan pada suhu 100°C selama 5 menit dapat mengurangi rasa sepat dan kadar *tannin* (Ayu *et al.*, 2019).

Penepungan juga merupakan salah satu solusi untuk mengawetkan dan mempertahankan karakteristik buah mangrove sebab dapat memutus rantai metabolisme buah. Ketersediaan mangrove dalam bentuk tepung perlu dioptimasi untuk mengeliminasi komponen anti-gizi maupun toksikan pangan lainnya. Proses penepungan dapat mengeliminasi kandungan *tannin* hingga 0,86-4,86% b/k untuk *A. marina* (Chrissanty, 2012) dan 0,0995% b/k (Perdana *et al.*, 2012). Untuk tepung mangrove *B. gymnorrhiza* mengandung kadar *tannin* sebesar 0,94-1,79% b/k (Chrissanty, 2012), 287,43 ppm (Muryati & Nelfiyanti, 2015), 0,19% b/k (Sulistiyawati *et al.*, 2012), 47,45 ppm (Ayu *et al.*, 2019), dan 0,61% b/k (Rout *et al.*, 2015). Untuk tepung mangrove *R. stylosa* memiliki kadar *tannin* sebesar 3,76-5,33% b/k (Chrissanty, 2012), *R. apiculata* 0,57% b/k (Rout *et al.*, 2015), *R. mucronata* 0,28% b/k (Koeslulat & Prabawa, 2019), 819 ppm (Hardoko *et al.*, 2015), dan 845,68-1710,65 mg GAZ/100g (Hardoko *et al.*, 2018). Untuk tepung buah mangrove *S. caseolaris* mengandung *tannin* sebesar 0,26% b/k (Koeslulat & Prabawa, 2019). Batas aman untuk kandungan *tannin* dalam bahan makanan adalah 560 mg/kg berat badan/hari (Permadi *et al.*, 2012).

Tepung mangrove mempunyai kandungan air yang rendah dan lebih fleksibel apabila diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan. Proses penepungan yang optimum harapannya dapat menghasilkan tepung mangrove yang *food grade* dan aman untuk dikonsumsi maupun diaplikasikan pada produk pangan olahan lain atau pangan fungsional. Secara umum, ditinjau dari aspek keamanan pangannya, maka dapat dinyatakan bahwa buah mangrove maupun tepung mangrove aman untuk dikonsumsi selama masih di bawah ambang batas yang telah ditetapkan. Produk turunan tepung mangrove aman jika

digunakan sebagai bahan komplementer dengan bahan lainnya. Berbeda halnya untuk bahan substitusi, diperlukan kajian lebih lanjut apakah penggunaannya melebihi ambang batas maksimum. Adanya penemuan sumber pangan baru dalam bentuk produk buah mangrove membuat masyarakat mendapatkan informasi dan pengetahuan baru terkait sumber pangan lain selain umbi-umbian, sagu, dan jagung dalam bentuk bubur buah, dan penepungan. Fungsi buah mangrove sebagai *edible properties* pangan olahan dapat didiversifikasi melalui proses pengolahan pangan yang tepat sehingga menghasilkan berbagai produk yang memiliki nilai tambah yang tinggi.

KESIMPULAN

Pemanfaatan mangrove sebagai sumber pangan telah dilakukan oleh masyarakat tradisional di Indonesia, namun banyak peneliti masih meragukan keamanan pangan dari buah mangrove serta pangan olahannya. Pengolahan lanjutan buah mangrove yang sudah melalui tahap perendaman, perebusan, dan pengeringan, dan untuk kemudian diolah menjadi tepung untuk selanjutnya diolah menjadi berbagai bentuk produk pangan, dapat dinyatakan aman untuk dikonsumsi karena proses pengolahan yang tepat dapat menurunkan kandungan zat anti-gizi hingga sampai batas aman untuk dikonsumsi. Produk turunan tepung mangrove aman jika digunakan sebagai bahan komplementer dengan bahan lainnya. Berbeda halnya untuk bahan substitusi, diperlukan kajian lebih lanjut apakah penggunaannya melebihi ambang batas maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- A'in, C., Suryanti, & Sulardiono, B. (2018). Kandungan gizi pada produk olahan mangrove (KruMang, BoMang, dan SiMang) produksi kelompok tani "Ngudi Makaryo." *Jurnal Info*, 19(1), 24–33.
- Abeywickrama, W. S. S., & Jayasooriya, M. C. N. (2010). Formulation and quality evaluation of cordial based on kirala (*Sonneratia caseolaris*) fruit. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 13(1), 16–18.

<https://doi.org/10.4038/tare.v13i1.3132>

- Agoramoorthy, G., Chen, F.-A., Venkatesalu, V., Kuo, D.-H., & Shea, P.-C. (2008). Evaluation of antioxidant polyphenols from selected mangrove plants of India. *Asian Journal of Chemistry*, 20(2), 1311–1322.
- Alno, M., Kurniawati, N., & Liviawaty, E. (2018). Substitusi tepung daging buah lindur terhadap tingkat kesukaan bakso lele. *Jurnal Perikanan dan Kelautan p-ISSN*, 8(1), 66–78.
- Analuddin, K., Septiana, A., Nasaruddin, Sabilu, Y., & Sharma, S. (2019). Mangrove fruit bioprospecting: nutritional and antioxidant potential as a food source for coastal communities in the Rawa Aopa Watumohai National Park, Southeast Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Fruit Science*, 19(4), 423–436. <https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1555507>
- Ardiansyah, P. R., Wonggo, D., Dotulong, V., Damongilala, L. J., Harikedua, S. D., Mentang, F., & Sanger, G. (2020). Proksimat pada tepung buah mangrove *Sonneratia alba*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 82–87.
- Arief, A. (2003). *Hutan Mangrove, Fungsi dan Pemanfaatannya*. Kanisius.
- Arthana, I. W., Restu, I. W., Dewi, A. P. W. K., Pratiwi, M. A., Ekawaty, R., Widiastuti, & Negara, K. W. (2017). Pelatihan pengolahan produk buah mangrove untuk mendukung pengembangan Nusa Lembongan sebagai destinasi wisata. *Buletin Udayana Mengapdi*, 16(2), 133–137.
- Awika, J. M., Yang, L., Browning, J. D., & Faraj, A. (2009). Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. *LWT-Food Science and Technology*, 42(6), 1041–1046. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.02.003>
- Ayu, M. K., Tamrin, & Hermanto, H. (2019). Pengaruh lama dan suhu pengeringan dalam pengolahan tepung buah mangrove jenis lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap karakteristik organoleptik, kimia, dan aktivitas antioksidan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 4(1), 1879–1891.
- Baderan, D. W. K., Hamidun, M. S., Lamangandjo, C., & Retnowati, Y. (2015). Diversifikasi produk olahan buah mangrove sebagai sumber pangan alternatif masyarakat pesisir Toroseaje, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. *Pros Semnas Masy Biodiv Indon*, 1(2), 347–351. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010230>
- Bandaranayake, W. M. (2002). Bioactivities, bioactive compounds and chemical constituents of mangrove plants. *Wetlands Ecology and Management*, 10(6), 421–452. <https://doi.org/10.1023/A:1021397624349>
- Baskin, S., & Brewer, T. (2006). Cyanide Poisoning. In *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Pharmacology Division, U.S. Army Medical Research Institute of Chemical Defense.
- Baskin, S. I., & Brewer, T. G. (2006). *Cyanide Poisoning. Chapter. Pharmacology Division. Army Medical Research Institute of Chemical Defense, Aberdeen Proving Ground, Maryland. USA.*
- Basyuni, M., Siagian, Y. S., Wati, R., Putri, L. A. P., Yusraini, E., & Lesmana, I. (2019). Fruit nutrition content, hedonic test, and processed products of pidada (*Sonneratia caseolaris*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012042>
- Budiandari, R. U., & Widjanarko, S. B. (2013). Optimasi proses pembuatan lempeng buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) sebagai alternatif pangan masyarakat pesisir. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 10–18.
- Bunyaraphatsara, A., Jutiviboonsuk, N., Sornlek, P., Therathanathorn, W., Aksornkaew, S., Fong, H., Pezzuto, J., & Kosemder, J. (2003). Pharmacological studies of plants in the mangrove forest. *Thai J Phytopharm*, 10(2), 1–12.
- Chrissanty, P. A. (2012). Penurunan kadar tanin pada buah mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* untuk diolah menjadi tepung mangrove. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 1(1), 31–39.
- Clarke, W. C., & Thaman, R. R. (1993). *Agroforestry in the Pacific Islands: Systems for Sustainability*. United Nations University Press.
- Coelho-Ferreira, M. (2009). Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá,

- Pará State (Brazil). *Journal of Ethnopharmacology*, 126(1), 159–175. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.07.016>
- Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi, M. A., & Agustin, R. (2008). Penentuan jumlah tanin total pada daun jati Belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk) dan daun sambang darah (*Excoecaria bicolor* Hassk.) secara kolorimetri dengan pereaksi biru prusia. *Ortocarpus*, 8, 106–109.
- Deviarni, I. M., & Warastuti, S. (2017). Karakteristik fisiko-kimia sirup mangrove pidada dengan penambahan CMC dan lama pemanasan. *Jurnal Galung Tropika*, 6(3), 213–223.
- Dewi, P. D. P., Sukerti, N. W., & Ekayani, I. A. P. H. (2014). Pemanfaatan tepung buah mangrove jenis lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) menjadi kue kering putri salju. *Jurnal BOSAPARIS: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v2i1.1870>
- Dhinendra, N. P. A., Dewi, E. N., & Romadhon, R. (2015). Substitusi tepung buah mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap sifat fisika dan kimia naget ikan kurisi. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 11(1), 57–61.
- Djajati, S., Nurismanto, R., & Jariyah. (2016). Analysis physical chemistry formulation “Es Puter” from the fruit of mangrove (*Sonneratia caseolaris*). *International Seminar for Research Month*, 191–195.
- Emire, S., Jha, Y., & Mekam, F. (2013). Role of Anti-nutritional Factors in Food Industry. *Beverage and Food World*, 23–28.
- Fidela, A., Santika, D. M. J., Lumban, J., & Purwangka, F. (2020). Sosialisasi dan tutorial diversifikasi produk olahan mangrove (sirup mangrove) di Desa Cibitung, Sukabumi. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, 2(3), 353–356.
- Ghalib, R. M., Hashim, R., Sulaiman, O., Awalludin, M. F. B., Mehdi, S. H., & Kawamura, F. (2011). Fingerprint chemotaxonomic GC-TOFMS profile of wood and bark of mangrove tree *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15(3), 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.09.003>
- Hagerman, A. (2002). *Tanin Chemistry*. Miami University.
- Hanashiro, I., Ikeda, I., Honda, O., Kawasaki, S., Fujimori, K., & Takeda, Y. (2004). Molecular structures and some properties of starches from propagules of mangrove species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309(2), 141–154. <https://doi.org/10.1016/J.JEMBE.2004.03.014>
- Handa, V., Kumar, V., Panghal, A., Suri, S., & Kaur, J. (2017). Effect of soaking and germination on physicochemical and functional attributes of horsegram flour. *Journal of Food Science and Technology*, 54(13), 4229–4239. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2892-1>
- Hardoko, E. S., Puspitasari, Y. E., & Amalia, R. (2015). Study of ripe *Rhizophora mucronata* fruit flour as functional food for antidiabetic. *International Food Research Journal*, 22(3), 953–959.
- Hardoko, Sasmito, B., Puspitasari, Y., Okviani, Y., & Halim. (2018). The effect of heating temperature on inhibitory activity of Mangrove *Rhizophora mucronata* fruit extract toward A-Glucosidase. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(7), 237–241.
- Hastarini, E., Nurbayasari, R., & Ayudiarti, D. (2016). Buah bakau jenis lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) sebagai bahan baku cookies dengan penambahan tepung udang *Vannamei*. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan VI*.
- Herwanti, S. (2016). Kajian pengembangan usaha sirup mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(1), 35–40.
- Hidayat, T., Nurjanah, & Suptijah, P. (2013). Characterization of fruit lindur flour (*Bruguiera gymnorrhiza*) as an analog rice with sago and chitosan addition. *JPHPI*, 16(3), 268–277.
- Ikasari, D., & Hastarini, E. (2016). Proximate composition, texture performance and sensory evaluation of lindur fruit-potato simulation chips enriched with shrimp (*Penaeus vannamei*) shell powder. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 11(3), 95–105. <https://doi.org/10.15578/squalen.v11i3.212>
- Jacob, A. M., Suptijah, P., & Zahidah. (2013).

- Komposisi kimia, komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan buah lindur (*Bruguiera Gymnorhiza*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1), 86–94. <https://doi.org/10.17844/JPHPI.V16I1.7772>
- Jariyah, Murtiningsih, & Widayawati, A. (2020). Optimization of pectin extraction from pedada fruit (*Sonneratia caseolaris*). *Journal of Physics: Conference Series*, 1569.
- Jariyah, Widjanarko, S. B., Yuniarta, Estiasih, T., & Sopade, P. A. (2014). Pasting properties mixtures of mangrove fruit flour (*Sonneratia caseolaris*) and starches. *International Food Research Journal*, 21(6), 2161–2167.
- Jayanegara, A., Ridla, M., Laconi, E. B., & Nahrowi. (2019). *Komponen Antinutrisi pada Pakan*. IPB Press.
- Jaybhaye, R. V., & Srivastav, P. P. (2015). Development of barnyard millet ready-to-eat snack food: Part II. *Food Science Research Journal*, 6(2), 285–291.
- Jin, L., Zhang, Y., Yan, L., Guo, Y., & Niu, L. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China. *Molecules*, 17(8), 9361–9378.
- Kamal, E. (2011). Fenologi mangrove (*Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *R. stylosa*) di Pulau Unggas, Air Bangis Pasaman Barat, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 90–94.
- Kardiman, K., Ridhwan, M., & Armi, A. (2017). Buah lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) sebagai makanan. *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 5(2), 51–55.
- Kim, H. K., Namgoong, S. Y., & Kim, H. P. (1993). Antiinflammatory activity of flavonoids: Mouse ear edema inhibition. *Archives of Pharmacal Research*, 16(1), 18–24.
- Koeslulat, E. E., & Prabawa, S. B. (2019). Kandungan antinutrisi, logam berat dan cemaran biologis tepung buah *Sonneratia* spp dan *Rhizophora mucronata* dari Kabupaten Kupang. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 13(2), 105–116.
- Li, Q., Yu, N., Wang, Y., Sun, Y., Lu, K., & Guan, W. (2013). Extraction optimization of *Bruguiera gymnorhiza* polysaccharides with radical scavenging activities. *Carbohydrate Polymers*, 96(1), 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.03.054>
- Mile, L., Nursyam, H., Setijawati, D., & Sulistiyati, T. D. (2021). Studi fitokimia buah mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Desa Langge Kabupaten Gorontalo Utara. *Jambura Fish Processing Journal*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v3i1.8585>
- Muchtadi, T., & Sugiyono. (2013). *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Alfabeta.
- Murdiyarsa, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089–1092. <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Muryati, M., & Nelfiyanti, N. (2015). Pemisahan tanin dan HCN secara ekstraksi dingin pada pengolahan tepung buah mangrove untuk substitusi industri pangan. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 6(1), 9–16. <https://doi.org/10.21771/jrtpi.2015.v6.no1.p9-16>
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP.
- Nurindra, A. P., Alamsjah, M. A., & Sudarno. (2015). Karakterisasi edible film dari pati propagul mangrove lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) dengan penambahan carboxymethyl cellulose (Cmc) sebagai pemlastis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(2), 125–132. <https://doi.org/10.20473/jipk.v7i2.11195>
- Orwa, C. (2009). Agroforestry database: a tree reference and selection guide, version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>.
- Pambayun, R. (2007). *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Ardana Media.
- Paramita, O. (2012). Pemanfaatan berbagai jenis buah mangrove sebagai sumber pangan berkarbohidrat tinggi. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 7(1), 1–9.
- Patil, P. D., & Chavan, N. S. (2013). A need of conservation of mangrove genus *Bruguiera* as a famine food. *Ann. Food Sci. Technol*, 14, 294–297.
- Pentury, M. H. (2016). Analysis of physical and

- chemical of starch lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*), pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan api-api (*Avicennia marina*). *Journal of Environment and Ecology*, 7(2), 42–56.
<https://doi.org/10.5296/jee.v7i2.10610>
- Pentury, M. H. (2019). Pengaruh formulasi tepung mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) dan tepung wortel (*Daucus carota*) terhadap nilai gizi dan organoleptik nugget ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 350–359.
- Perdana, Y. S., Soenardjo, N., & Supriyantini, E. (2012). Pengaruh kadar abu gosok selama perebusan dan lama perendaman air terhadap kadar tanin buah dan tepung mangrove (*Avicennia marina*). *Journal of Marine Research*, 1(2), 226–234.
- Permadi, Y. B., Sedjati, S., & Supriyantini, E. (2012). Pengaruh konsentrasi abu gosok dan waktu perendaman air terhadap kandungan nutrisi tepung buah mangrove *Avicennia marina*. *Journal of Marine Research*, 1(1), 39–47.
- Phaechamud, T., Yodkhum, K., Limmatvapirat, C., & Wetwitayaklung, P. (2012). Morphology, thermal and antioxidative properties of water extracts from *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. prepared with freeze drying and spray drying. *Res J Pharm Biol Chem Sci*, 3(1), 725–739.
- Podungge, F., Purwaningsih, S., & Nurhayati, T. (2015). Karakteristik buah bakau hitam sebagai sediaan ekstrak sumber antioksidan. *JPHPI*, 18(2), 140–149.
- Prabowo, R. E. (2015). Peluang Bisnis Kuliner Buah Mangrove. *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call for Papers Unisbank*, 1–9.
- Priyono, A., Ilminingtyas, D., Mohson, Y. L. S., & Hakim, T. L. (2010). *Beragam Produk Olahan Berbahan Dasar Mangrove*. Kesema.
- Purwaningsih, S., Salamah, E., Sukarno, A. Y. P., & Deskawati, E. (2013). Aktivitas antioksidan dari buah mangrove (*Rhizophora mucronata* Lamk.) pada suhu yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(3), 199–206.
- Rahardian, A., Prasetyo, L. B., Setiawan, Y., & Wikantika, K. (2019). Tinjauan historis data dan informasi luas mangrove Indonesia. *Media Konservasi*, 24(2), 163–178.
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2017). *Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya*. Deepublish.
- Rahman, R., Pato, U., & Harun, N. (2016). Pemanfaatan buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dalam pembuatan fruit leather. *Jom Faperta*, 3(2), 1–15.
- Rahmawaty, P., Zulkifli, Z., Amaliah, N., Hermansyah, H., & Mulyani, Y. (2018). Pengembangan produk olahan buah mangrove jenis api-api (*Avicennia* Sp) di Kelompok Kreasi Mangrove Lestari Kelurahan Margomulyo Balikpapan. *Jurnal Pengabdian Nusantara*, 1(2), 118–125.
- Rajis, Desmelati, & Leksono, T. (2017). Pemanfaatan buah mangrove pedada (*Sonneratia caseolaris*) sebagai pembuatan sirup terhadap penerimaan konsumen. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 22(1), 50–51.
- Rohaeti, E., Batubara, I., LDN, A. L., & Oarusman, L. K. (2010). Potensi ekstrak *Rhizophora* sp. sebagai inhibitor tirosinase. In E. D. J. Supena, E. H. Nugrahani, Hamim, Hasim, Indahwati, & Kiagus Dahlan (Ed.), *SEMINAR NASIONAL SAINS III*. FMIPA-IPB.
- Rosulva, I., Seknun, N., Jacob, A., & Suptijah, P. (2015). Utilization of lindur fruit starch (*Bruguiera gymnorrhiza*) as dodol to increasing value added. *The 1st International Conference on Applied Marine Science and Fisheries Technology*, 122–126.
- Rosulva, Indah, Haryadi, Y., & Hastarini, E. (2014). Application of edible coating bases extract of lindur (*bruguiera gymnorrhiza*) and chitosan on peeled off shrimp. *Asian Journal of Agriculture and Food Science (ISSN: 2321–1571)*, 2(2), 73–82.
- Rosyadi, E., Widjanarko, S. B., & Ningtyas, D. W. (2014). Pembuatan lempeng buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) dengan penambahan tepung ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 10–17.
- Rout, P., Kumar, N., & Basak, U. C. (2015). Assessment of anti-nutritional properties in four edible fruits of mangroves of Odisha coast. *International Journal of Current Biotechnology*, 3(8), 11–16.

- Rukmana, R. (1997). *Ubi kayu budi daya dan pascapanen*. Kanisius.
- Sadhu, S. K., Ahmed, F., Ohtsuki, T., & Ishibashi, M. (2006). Flavonoids from *Sonneratia caseolaris*. *Journal of Natural Medicines*, 60(3), 264–265.
- Sahil, J., & Soamole, I. (2013). Pemanfaatan buah mangrove sebagai sumber makanan alternatif di Halmahera Barat, Maluku Utara. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(2), 91–96.
- Samtiya, M., Aluko, R. E., & Dhewa, T. (2020). Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s43014-020-0020-5>
- Sarofa, U. T., Mulyani, Y. A., & Wibowo. (2011). Pembuatan cookies berserat tinggi dengan memanfaatkan tepung ampas mangrove (*Sonneratia caseolaris*). *REKAPANGAN*, 5(2), 58–67.
- Sarungallo, Z. L., Santoso, B., & Tethool, E. F. (2010). Sifat fisikokimia dan fungsional pati buah aibon (*Brugueira gymnorrhiza* L.). *Jurnal Natur Indonesia*, 12(2), 156–162.
- Singh, V. P., & Odaki, K. (2004). *Mangrove Ecosystem: Structure and Function*. Scientific Publisher.
- Sofro, A. S. (1992). *Protein Vitamin Dan Bahan Ikatan Pangan*. Gajah Mada University Press.
- Sudirman, S., Nurjanah, & Jacob, A. (2014). Proximate compositions, bioactive compounds and antioxidant activity from large-leafed mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) fruit. *International Food Research Journal*, 21(6), 2387–2391.
- Sulistiyawati, Wignyanto, & Kumalaningsih, S. (2012). Low tannins and HCN of lindur fruit flour products as an alternative food. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(3), 187–198.
- Susiloningsih, E., Susilowati, T., & Haati, T. (2016). Assessment Of proportion soybean flour and lesser yam tubers flour on pedada fruit (*Sonneratia caseolaris*) bar. *International Seminar for Research Month*, 196–199.
- Wanma, A. (2007). Pemanfaatan hutan mangrove, *Bruguiera gymnorrhiza* (L) Lamk sebagai bahan penghasil karbohidrat. *Konservasi Lahan Basa*, 15(2), 6.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Yamamoto, T., Uenakai, K., & Sugi, J. (1983). Starch and alcohol fermentation of viviparous buds of mangroves. *Journal of the Japanese Society of Starch Science*, 30(4), 342–347. <https://doi.org/10.5458/jag1972.30.342>.
- Yang, X.-W., Dai, Z., Wang, B., Liu, Y.-P., Zhao, X.-D., & Luo, X.-D. (2018). Antitumor triterpenoid saponin from the fruits of *avicennia marina*. *Natural Products and Bioprospecting*, 8(5), 347–353. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0167-9>.