

PENGARUH LAMA PENGUKUSAN ADONAN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK KERUPUK LINDUR (*Bruguiera gymnorrhiza*)

The Effect of Dough Steaming Time on the Physical Characteristics of Lindur Crackers

Nurul Afifah Manik, Novriaman Pakpahan*

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar. Jalan Alue
Peunyareng, Kampus UTU, Meurebo, Aceh Barat, 23615

*)Penulis korespondensi: novriaman@utu.ac.id

Submisi 19.11.2022; Penerimaan 23.12.2022; Dipublikasikan 26.12.2022

ABSTRAK

Pengukusan diketahui memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fisik-kimia pati seperti gelatinisasi pati, pelarutan amilosa dan pembengkakan pati. Sifat-sifat tersebut menentukan sifat viskoelastis kerupuk mentah yang berpengaruh terhadap pembentukan struktur kerupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik fisik kerupuk buah lindur yang adonannya dikukus dengan waktu yang berbeda dan memperoleh lama pengukusan optimum yang menghasilkan kerupuk dengan daya mengembang dan kerenyahan maksimum. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu lama pengukusan (30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Pengamatan yang dilakukan meliputi indeks serapan air, indeks kelarutan air, daya mengembang, densitas kamba dan kerenyahan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pengukusan memberikan pengaruh nyata terhadap indeks serapan air, indeks kelarutan air, daya mengembang, densitas kamba dan kerenyahan kerupuk. Waktu pengukusan yang lebih lama meningkatkan nilai indeks kelarutan air dan indeks penyerapan air. Nilai daya mengembang kerupuk dan kerenyahan tertinggi diperoleh pada lama pengukusan 90 menit. Penurunan daya mengembang dan kerenyahan terjadi pada pengukusan lebih lama (>90 menit).

Kata kunci: Densitas kamba, kerenyahan, gelatinisasi, daya mengembang.

ABSTRACT

Steaming was known to have an important role in determining the physiochemical properties of starch such as starch gelatinization, amylose dissolution and starch swelling. It determined the viscoelastic properties of crackers which affect the formation of cracker structure. This study aimed to study the physical characteristics of lindur fruit crackers in which the dough is steamed at different times and to obtain the optimum steaming time, which produces crackers with maximum expansion and crispness. This study was conducted using a completely randomized design with one factor, namely steaming time (30, 60, 90, 120 and 150 minutes). Parameters observed were water absorption index, water solubility index, expansion, bulk density, and crispness. The data obtained were analyzed by Anova, continued by Duncan Multiple Range Test. The results showed that the steaming time had a significant effect on the water absorption index, water solubility index, expansion, bulk density, and crispness of the crackers. Longer steaming time increased the water solubility index and water absorption index. The highest value of expansion and crispness were obtained at 90 minutes of steaming. The decrease in expansion and crispness occurred on longer steaming time (>90 minutes).

Keywords: bulk density, crispness, expansion, gelatinization

PENDAHULUAN

Buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) merupakan buah mangrove yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan karena

mengandung karbohidrat yang cukup tinggi (Hidayat et al., 2013). Masyarakat di Indonesia memanfaatkan buah lindur menjadi tepung dan dikonsumsi sebagai campuran

dalam nasi ataupun sagu dan kini telah dikembangkan menjadi produk olahan pangan seperti biskuit, beras analog dan roti (Amin et al., 2018; Hidayat et al., 2013; Kardiman et al., 2017). Selain itu, potensi lainnya seperti bahan pembuatan *edible film*, dan bahan tambahan dalam pembuatan naget juga telah dicobakan (Bunga et al., 2017; Pinka et al., 2015; Widyastuti et al., 2019)

Tepung buah lindur mengandung karbohidrat 82,09-86,10%, abu 3,96%, lemak 0,4%, dan protein 3,55% (Bunga et al., 2017; Pinka et al., 2015; Seknun, 2012). Kandungan karbohidrat yang cukup tinggi dimungkinkan untuk menjadikan tepung buah lindur sebagai bahan baku pembuatan kerupuk. Umumnya bahan utama pembuatan kerupuk adalah bahan pangan yang mengandung pati cukup tinggi, seperti tepung tapioka, tepung beras, tepung ketan, tepung terigu, tepung gandum dan sebagainya (Diniari et al., 2021; Khasanah et al., 2020).

Proses pembuatan kerupuk dilakukan dengan cara mencampurkan tepung dengan air dan bumbu-bumbu (garam, bawang, dan rempah-rempah) sehingga membentuk adonan, selanjutnya dikukus, dicetak, dikeringkan dan digoreng (Zulisyanto et al., 2016). Proses pengeringan menghasilkan kerupuk mentah yang keras dan saat digoreng mengalami pertambahan volume dan menghasilkan tekstur yang renyah (Pakpahan et al., 2017). Kerupuk yang memiliki volume pengembangan tinggi menghasilkan kerupuk yang renyah (Chang dan Chen, 2013).

Pertambahan volume kerupuk ditentukan oleh sifat viskoelastis gel pati sebelum digoreng (Cheow' et al., 2004; Kraus et al., 2014; van der Sman dan Broeze, 2013). Sifat viskoelastis tersebut berkaitan dengan sifat fisik-kimia pati (derajat gelatinisasi, pelarutan amilosa dan pembengkakan pati) (Cheow' et al., 2004; Tongdang et al., 2008). Proses pengukusan adonan kerupuk bertanggung jawab terhadap sifat fisik-kimia tersebut (Tongdang et al., 2008). Proses pengukusan menyebabkan sejumlah air masuk ke dalam granula pati dan menyebabkan pembengkakan pati. Pengukusan lebih lanjut dapat menyebabkan granula pati pecah dan molekul amilosa keluar dari granula pati dan larut dalam air (Tongdang et al., 2008). Amilosa yang keluar

dari granula pati membentuk ikatan antar amilosa yang dapat meningkatkan viskoelastisitas gel pati (Noranizan et al., 2010).

Penelitian tentang pengaruh lama pengukusan terhadap karakteristik fisik kerupuk dari berbagai bahan baku telah banyak dilakukan (Cheow' et al., 2004; Tongdang et al., 2008; Zulisyanto et al., 2016). Penelitian tersebut secara umum memperlihatkan bahwa waktu optimum pengukusan adonan kerupuk pada masing-masing penelitian berbeda-beda. Percobaan pengukusan adonan kerupuk berbahan tepung tapioka dan lele dumbo dilakukan pada suhu 45, 60, dan 90 menit menyimpulkan bahwa adonan yang dikukus lebih lama menghasilkan daya mengembang lebih tinggi (Zulisyanto et al., 2016). Selanjutnya, pengukusan pada adonan kerupuk berbahan baku campuran tepung sagu dan tapioka memiliki daya mengembang maksimum pada lama pengukusan 75 menit dan terjadi penurunan daya mengembang pada pengukusan yang lebih lama (Tondang et al., 2008).

Pengaruh lama pemasakan adonan kerupuk berbahan baku tepung lindur belum pernah dilaporkan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari karakteristik fisik kerupuk buah lindur dengan variasi waktu pengukusan adonan. Hasil penelitian ini dapat menjelaskan pengaruh lama pengukusan terhadap sifat fisik kerupuk berbahan tepung lindur dan memberikan informasi lama pengukusan yang optimum untuk menghasilkan daya mengembang dan nilai kerenyahan maksimum.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung buah lindur yang diperoleh dari CV. Kesemat Mangrove Indonesia, tepung tapioka diperoleh dari produk komersial PT Budi Starch dan Sweetener merek Gunung Agung dan tepung terigu protein rendah diperoleh dari produk komersial PT Bogasari merek Kunci Biru, garam, dan bawang putih.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap

dengan satu faktor (lama pengukusan) dan 5 taraf perlakuan (30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam ($p < 0,05$), dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan kerupuk

Pengolahan kerupuk diawali dengan mencampurkan dan memanaskan tepung tapioka (1.000 g), garam (30 g), bawang merah (10 g), bawang putih (10 g), air (1100 ml) sehingga membentuk gel pati. Selanjutnya, gel pati ditambahkan tepung buah lindung (1.000 g) dan tepung terigu (200 g) sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan *mixer* selama 30-45 menit untuk membentuk adonan yang plastis. Adonan dimasukkan ke dalam plastik berdiameter 2 cm dan panjang 20 cm, kemudian adonan dikukus (30, 60, 90, 120 dan 150 menit) dengan alat pengukus pada suhu 95°C. Adonan yang telah dikukus selanjutnya didinginkan dan disimpan di dalam lemari pendingin selama 12 jam pada suhu 10°C. Adonan yang telah dingin diiris tipis-tipis dengan ketebalan ± 3 mm dengan menggunakan alat pemotong kerupuk. Irisan kerupuk dikeringkan menggunakan oven listrik selama 18 jam dengan suhu 55°C sampai diperoleh kerupuk mentah yang kering dan getas (mudah patah). Sampel kemudian dikondisikan pada desikator yang telah diatur RH-nya 58% menggunakan garam jenuh Natrium Bromida (NaBr). Sampel kemudian digoreng dengan *deep fryer* pada suhu 160 °C selama 10 detik (Pakpahan et al., (2017) dengan sedikit modifikasi).

Prosedur Analisis

Uji Indeks Penyerapan Air (IPA) dan Indeks Kelarutan Air (IKA)

Sampel digiling dan diayak (100 mesh) sehingga diperoleh serbuk. Selanjutnya serbuk sampel ditimbang dengan berat 0,3 g (basis kering), didispersikan dalam campuran 1 mL etanol 95% dan 4 mL aquadest dan didiamkan selama 12 jam. Sampel yang telah didiamkan, kemudian disentrifugasi (3.000 rpm) selama 20 menit. Supernatan dipisahkan dari pelet dan keduanya dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai berat konstan dengan sedikit modifikasi (Tongdang et al.,

2008). IPA dan IKA dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2.

$$\text{IPA (\%)} = \frac{\text{pelet basah (g)}}{\text{pelet kering (g)}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\text{IKA (\%)} = \frac{\text{supernatan kering (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

Daya Mengembang

Daya mengembang kerupuk diukur dengan membandingkan diameter kerupuk mentah (D1) dan diameter kerupuk yang telah digoreng (D2). Pengukuran diameter kerupuk dilakukan dengan menarik garis tengah kerupuk menggunakan benang mengikuti lekukan permukaan kerupuk. Panjang benang yang terpakai dalam pengukuran dikonfirmasi menggunakan penggaris. Nilai daya mengembang kerupuk kemudian dihitung menggunakan persamaan 3.

$$\text{Daya mengembang (\%)} = \frac{D2-D1}{D1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: D1 = diameter kerupuk mentah; D2 = diameter kerupuk matang

Densitas Kamba

Densitas kamba diukur dengan metode *sand displacement* (Pakpahan et al., 2017; Ramesh et al., 2018). Pasir yang telah dikeringkan di dalam oven selama 2 jam pada suhu 105°C dimasukkan ke dalam gelas ukur, kemudian dimampatkan dengan cara diketuk 10 kali dan ditepatkan volumenya 250 mL. Pasir kemudian ditimbang beratnya menggunakan neraca analitik. Densitas kamba pasir diukur dengan persamaan 4. Tiga keping kerupuk goreng yang telah ditiriskan untuk mengurangi minyaknya ditimbang menggunakan neraca analitik. Kerupuk kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 mL diikuti dengan pasir hingga mengisi gelas ukur. Pasir dimampatkan dengan cara sebelumnya dan volumenya ditepatkan pada skala ukur 250 mL. Sisa pasir yang tidak dapat menempati gelas ukur ditimbang dan diukur volumenya (persamaan 5). Volume tersebut disetarakan dengan volume sampel kerupuk. Selanjutnya, densitas kerupuk dihitung menggunakan persamaan 6 (Nguyen et al., 2013; Ramesh et al., 2018).

$$\text{Densitas Kamba Pasir} = \frac{\text{berat pasir (g)}}{\text{volume pasir (cm}^3\text{)}} \quad (4)$$

$$\text{Volume Sampel} = \frac{\text{Berat pasir (g)}}{\text{Densitas kamba pasir (g/cm}^3\text{)}} \quad (5)$$

$$\text{Densitas kerupuk } \left(\frac{g}{cm^3} = \frac{\text{berat sampel (g)}}{\text{volume sampel (cm}^3\text{)}} \right) \quad (6)$$

Kerenyahan

Kerenyahan kerupuk dievaluasi dengan cara uji skoring dengan penilaian 1 (sangat tidak renyah), 2 (tidak renyah), 3 (agak renyah), 4 (renyah), dan 5 (sangat renyah). Pengujian dilakukan oleh 30 panelis semi terlatih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Penyerapan Air (IPA) dan Indeks Kelarutan Air (IKA)

IPA dan IKA digunakan untuk mengukur perubahan pati saat dikukus. IPA mengukur jumlah air yang ditempati oleh granula setelah pembengkakan akibat proses gelatinisasi. Perkiraan ini memberikan informasi tentang integritas granula dalam menyerap air. Nilai IKA menggambarkan kelarutan polisakarida bebas atau polisakarida yang dilepaskan dari granula pati selama gelatinisasi (Noranizan et al., 2010). Pelepasan polisakarida tersebut terjadi saat pemecahan granula pati. Semakin tinggi tingkat pemecahan granula pati, semakin tinggi kelarutan polisakarida atau polisakarida yang dilepaskan (Tongdang et al., 2008).

Pada kerupuk mentah, lama pengukusan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai IPA dan pengukusan yang lebih lama menghasilkan nilai IPA yang lebih tinggi (Tabel 1). Nilai IPA tertinggi

terdapat pada lama pengukusan 150 menit yaitu sebesar 338,51%, sedangkan nilai yang terendah terdapat pada lama pengukusan 30 menit yaitu sebesar 251,58%. Laporan lainnya menunjukkan hasil yang sama yaitu pengukusan yang lebih lama pada tepung sagu, tepung tapioka, dan campurannya juga menghasilkan nilai IPA yang lebih tinggi (Tongdang et al., 2008). Pengukusan yang lebih lama memungkinkan lebih banyak air yang berpenetrasi ke dalam granula dan terperangkap dalam susunan molekul amilosa dan amilopektin. Semakin lama pemanasan suspensi pati dalam air, maka pembengkakan granula semakin besar. IPA pada pati dipengaruhi oleh derajat gelatinisasi dan pemecahan molekul (Noranizan et al., 2010). Nilai IPA maksimum diperoleh ketika pati tergelatinisasi penuh dengan pemecahan molekul minimum (Tongdang et al., 2008).

Lama pengukusan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai IKA. Perlakuan yang memiliki nilai IKA tertinggi adalah lama pengukusan 120 menit yaitu sebesar 4,25%, namun nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan pengukusan selama 150 menit. Selanjutnya, indeks kelarutan air terendah diperoleh dari lama pengukusan 30 menit yaitu sebesar 1,83% (Tabel 1). Noranizan et al., (2010) dan Tongdang et al., (2008) juga melaporkan bahwa terjadi peningkatan kelarutan polisakarida dari tepung beras, tapioka, dan gandum yang digelatinisasi yang lebih lama.

Tabel 1. Pengaruh lama pengukusan terhadap nilai Indeks Penyerapan Air (IPA), Indeks Kelarutan Air (IKA), daya mengembang, dan densitas kamba kerupuk buah lindur

Lama Pengukusan (menit)	IPA (%)	IKA (%)	Daya mengembang (%)	Densitas kamba (g/cm ³)
30	251,58±9,417 ^a	1,83±0,577 ^a	29,07±11,14 ^a	0,23 ± 0.045 ^b
60	263,48±75,342 ^a	2,66±0,272 ^{ab}	30,65 ± 6,36 ^a	0,22 ± 0.039 ^b
90	272,3±22,483 ^{ab}	2,91±0,569 ^b	42,77±5,13 ^b	0,15 ± 0.031 ^a
120	323,54±12,974 ^b	4,25±0,569 ^c	36,57±4,04 ^{ab}	0,20 ± 0.030 ^{ab}
150	338,51±48,854 ^c	4,16±0,881 ^c	33,90±8,27 ^{ab}	0,19 ± 0.037 ^{ab}

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari empat ulangan. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Daya mengembang

Lama pengukusan pada kerupuk buah lindur berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya mengembang kerupuk (Tabel 1). Hasil

pengujian nilai daya mengembang kerupuk buah lindur memperlihatkan bahwa nilai daya mengembang kerupuk antara 27,7% sampai 41,15%. Nilai daya mengembang tertinggi

diperoleh dari adonan kerupuk yang dikukus selama 90 menit. Selanjutnya, hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa pengukusan yang lebih lama menurunkan nilai daya mengembang. Noranizan et al. (2010) menjelaskan bahwa perlakuan pemanasan menyebabkan terjadi gelatinisasi dan pecahnya granula pati. Pemanasan yang lebih lama meningkatkan proses gelatinisasi dan melepaskan lebih banyak polisakarida. Fenomena ini terkonfirmasi dari nilai IKA yang lebih tinggi pada pengukusan yang lebih lama (Tabel 1). Cheow' et al. (2004) menjelaskan bahwa amilosa yang lepas dari granula membentuk ikatan dan itu menyebabkan peningkatan viskoelastisitas gel kerupuk. Kraus et al. (2014) menjelaskan viskoelastisitas gel pati berperan dalam pertambahan volume saat *puffing*. van der Sman dan Broeze (2013) menambahkan bahwa viskoelastisitas gel pati yang tinggi dapat menyebabkan kegagalan pembentukan gelembung saat proses *puffing*.

Densitas Kamba

Lama pengukusan pada kerupuk buah lindur berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap densitas kamba kerupuk. Densitas kerupuk lindur tertinggi diperoleh dari lama pengukusan 30 menit sebesar 0,23%, dan densitas terendah diperoleh dari lama pengukusan 90 menit sebesar 0,15 (Tabel 1.). Kerupuk yang baik memiliki densitas kerupuk yang rendah. Densitas menunjukkan gambaran kerapatan benda yang dinyatakan dalam massa per satuan volume. Oleh sebab itu, nilai densitas kerupuk memiliki hubungan dengan daya mengembang kerupuk. Semakin besar daya mengembang kerupuk, maka semakin kecil densitas kerupuk (Dogan dan Kokini, 2007).

Kerenyahan

Karakteristik yang khas dari produk seperti kerupuk adalah tekstur yang renyah. Atribut kerenyahan menjadi penilaian utama diterima atau tidaknya produk kerupuk (Ikasari et al., 2017). Tekstur renyah kerupuk diperoleh dari sensasi bunyi yang dihasilkan oleh retakan saat digigit. Secara mekanis kerenyahan dapat dikarakterisasi oleh rendahnya gaya yang diberikan untuk menghasilkan kejadian retakan dan frekuensi

bunyi yang tinggi (Pakpahan dan Nelinda, 2019).

Lama pengukusan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kerenyahan. Nilai kerenyahan tertinggi diperoleh pada lama pengukusan 90 menit (4,27) dan nilai terendah diperoleh pada lama pengukusan 30 menit (3,70). Nilai kerenyahan yang berbeda pada penelitian ini berhubungan dengan perbedaan daya mengembang antar perlakuan. Ini terkonfirmasi dari nilai daya mengembang kerupuk lindur (Tabel 1) dan nilai kerenyahan (Tabel 2). Semakin besar daya mengembang, maka semakin besar nilai kerenyahan kerupuk. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa tingkat kerenyahan kerupuk dipengaruhi oleh daya mengembang, kekerasan dan tingkat plastisasi kerupuk (Nor et al., 2014; Pakpahan dan Nelinda, 2019; Ramesh et al., 2018). Lebih lanjut dijelaskan bahwa besarnya pertambahan volume kerupuk saat proses *puffing* menentukan karakteristik fisik kerupuk (densitas, ukuran pori, sebaran pori, dan ketebalan dinding pori) yang berkorelasi terhadap persepsi kerenyahan (Dogan dan Kokini, 2007; Kraus et al., 2014; van der Sman dan Broeze, 2013).

Tabel 2. Pengaruh lama pengukusan terhadap kerenyahan kerupuk lindur

Lama Pengukusan (menit)	Kerenyahan
30	3,70 ± 0.95 ^a
60	3,83 ± 0.59 ^{ab}
90	4,27 ± 0.78 ^c
120	4,03 ± 0.76 ^{bc}
150	4,13 ± 0.73 ^{bc}

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari empat ulangan. Data yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$)

KESIMPULAN

Lama pengukusan adonan kerupuk buah lindur berpengaruh nyata terhadap indeks kelarutan air, indeks penyerapan air, daya mengembang, densitas kamba dan kerenyahan. Pengukusan yang lebih lama menyebabkan peningkatan indeks kelarutan air dan indeks penyerapan air kerupuk mentah. Nilai daya mengembang dan kerenyahan kerupuk tertinggi diperoleh dari lama pengukusan selama 90 menit. Penurunan nilai daya mengembang dan kerenyahan

terjadi pada waktu pengukusan yang lebih lama (>90 menit).

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M.N.G., Pralebda, S.A., Hasan, M.N., Zakariya, Subekti, S., Saputra, E., Andriyono, Pramono, H., Alamsjah, M.A., 2018. Physicochemical properties of *Bruguiera gymnorrhiza* flour (BGF). *International Food Research Journal* 25, 1852–1857.
- Bunga, S.M., Jacoeb, A.M., Nurhayati, T., 2017. Karakteristik pati dari buah lindur dan aplikasinya sebagai edible film. *JPHPI* 20, 446–455.
- Chang, H. chia, Chen, H. han, 2013. Association between textural profiles and surface electromyographic (sEMG) behaviors of microwavable cassava cuttlefish crackers with various expansion ratios. *Food Research International* 53, 334–341. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.04.015>
- Cheow', C.S., Kyaw2, Z.Y., Howell3, N.K., Dzulkifly', M.H., 2004. Relationship between physicochemical properties of starches and expansion of fish cracker "keropok." *J Food Qual* 27, 1–12.
- Diniari, A., Khaqiqi, T., Chilmiasi, M., Muflihati, I., 2021. Karakteristik kerupuk bawang dengan variasi jenis tepung. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* 5, 1–6. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i1.789>
- Dogan, H., Kokini, J.L., 2007. Psychophysical markers for crispness and influence of phase behavior and structure. *Journal Texture Study* 38, 324–354.
- Hidayat, T., Suptijah, P., Nurjanah, 2013. Karakteristik tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) sebagai beras analog dengan penambahan sago dan kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16, 268–277.
- Ikasari, D., Suryaningrum, T.D., Arti, I.M., Supriyadi, S., 2017. Pendugaan umur simpan kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) panggang dalam kemasan plastik metalik dan polipropilen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 12, 55. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.342>
- Kardiman, K., Ridhwan, M., Armi, A., 2017. Buah lindur (*Bruguiera gymorrhiza*) sebagai makanan masyarakat aceh kepulauan. *Serambi Saintia* V, 51–55.
- Khasanah, M.M., Ujianti, R.M.D., Nurdyansyah, F., Ferdiansyah, M.K., 2020. Karakteristik kerupuk ikan bandeng (*Chanos chanos*) dari variasi jenis pengolahan tepung ikan dan pati. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 15, 143. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v15i2.634>
- Kraus, S., Enke, N., Gaukel, V., Schuchmann, H.P., 2014. Influence of degree of gelatinization on expansion of extruded, starch-based pellets during microwave vacuum processing. *Journal Food Process Engineering* 37, 220–228. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12077>
- Nguyen, T.T., Le, T.Q., Songsermpong, S., 2013. Shrimp cassava cracker puffed by microwave technique: effect of moisture and oil content on some physical characteristics. *Natural Science* 47, 434–446.
- Nor, M.Z.M., Talib, R.A., Noranizan, M.A., Chin, N.L., Hashim, K., 2014. Increasing resistant starch content in fish crackers through repetitive cooking-chilling cycles. *International Journal Food of Properties* 17, 966–977. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.685681>
- Noranizan, M.A., Dzulkifly, M.H., Russly, A.R., 2010. Effect of heat treatment on the physico-chemical properties of starch from different botanical sources. *International Food Research Journal* 17, 127–135.

- Pakpahan, N., Kusnandar, F., Syamsir, E., 2017. Perilaku isoterm sorpsi air dan perubahan fisik kerupuk tapioka pada suhu penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 28, 91–101.
- Pakpahan, N., Nelinda, N., 2019. Studi karakteristik kerupuk: Pengaruh komposisi dan proses pengolahan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian* 1, 28–38.
- Pinka, N., Dhinendra, A., Dewi, Nurcahya.E., Romadhon, 2015. Substitusi (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap sifat fisika dan kimia naget ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*). *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST) Jurnal Saintek Perikanan* 11, 57–61.
- Ramesh, R., Jeya Shakila, R., Sivaraman, B., Ganesan, P., Velayutham, P., 2018. Optimization of the gelatinization conditions to improve the expansion and crispiness of fish crackers using RSM. *LWT Food Science and Technology* 89, 248–254. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.045>
- Seknun, 2012. Pemanfaatan Tepung Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) Dalam Pembuatan Dodol Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Tambah. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tongdang, T., Meenun, M., Chainui, J., 2008. Effect of sago starch addition and steaming time on making cassava cracker (keropok). *Starch/Staerke* 60, 568–576. <https://doi.org/10.1002/star.200800213>
- van der Sman, R.G.M., Broeze, J., 2013. Structuring of indirectly expanded snacks based on potato ingredients: A review. *Journal Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.09.001>
- Widyastuti, A., Abdillah, A.A., Sulmartiwi, L., 2019. The potential of lindur fruit flour (*Bruguiera gymnorrhiza*) in reducing oil absorption of milkfish nugget during the deep frying process, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012125>
- Zulisyanto, D., Har Riyadi, P., Amalia, U., 2016. Pengaruh lama pengukusan adonan terhadap kualitas fisik dan kimia kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 5, 26–33.