

Mutu dan Umur Simpan *Cookies* yang difortifikasi dengan Hidrolisat Protein Ikan

Quality and Shelf Life of Cookies Fortified with Fish Protein Hydrolysate

Nur Hidayah^{*1}, Achmad Poernomo¹, Nadiah Ismi Rohadatul'aisy², dan Sugiyono³

¹ Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. AUP Raya no. 1, Pasar Minggu, Jakarta, 12520, Indonesia

² PT Tridacna Banyu Lestari, Komplek PPI Cikidang, Desa Babakan, RT.03/RW.08, Dusun Kelapa Tiga, Kab. Pangandaran, Jawa Barat, 46396, Indonesia,

Pusat Riset Bioindustri Laut dan Darat, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Ds. Teluk Kodek, Desa Malaka, Kec. Pemenang, Kab. Lombok Utara, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Korespondensi penulis : hidaits.hidayah10@gmail.com

Diterima: 6 Juni 2023; Direvisi: 25 Juni 2023 ; Disetujui: 28 Juni 2023

ABSTRAK

Ikan merupakan sumber protein yang dapat digunakan untuk fortifikasi dalam berbagai produk pangan. Protein ikan dapat disediakan dalam bentuk hidrolisat bubuk atau hidrolisat protein ikan (HPI). Penelitian dilakukan untuk mengetahui jumlah terbaik HPI dalam pembuatan *cookies* serta pendugaan daya awetnya. *Cookies* dibuat dengan variasi penambahan HPI 0% (kontrol), 5%, 10% dan 15%, dan konsentrasi terbaik ditentukan dengan uji hedonik oleh 30 panelis. *Cookies* dengan formula terbaik selanjutnya diuji mutunya (proksimat dan mikrobiologi) dan dilakukan pendugaan umur simpan menggunakan pendekatan kadar air kritis. *Cookies* dengan formula terbaik adalah dengan penambahan HPI 5%, dan memiliki nilai proksimat berupa kadar protein 7,38%, kadar lemak 14,19%, kadar air 4,09%, kadar abu 1,56% dan kadar karbohidrat 72,77% serta nilai ALT $2,56 \times 10^3$ kol/g; dengan perkiraan umur simpan 957 hari atau 2,62 tahun.

Kata Kunci : ASLT, *cookies*, kadar protein, mutu, umur simpan

ABSTRACT

Fish is a source of protein that can be used to fortify various food products. To simplify the process, fish protein can be provided in the form of hydrolyzed powder or fish protein hydrolysate (HPI). Research was conducted to determine the best amount of HPI to use in cookies production and to estimate its shelf life. Cookies were made with variations of HPI addition of 0% (control), 5%, 10% and 15%, and the best concentration was determined by a hedonic test of 30 panelists. Cookies with the best formulation were then tested for quality (proximate and microbiological) and shelf life was estimated using the critical moisture content approach. The cookies with the best formula were those with 5% HPI addition and had proximate values of protein content of 7,38%, fat content of 14,19%, moisture content of 4,09%, ash content of 1,56% and carbohydrate content of 72.77% and a microbial load (TPC) of $2,56 \times 10^3$ col/g. The estimated shelf life was 957 days or 2,62 years.

Keywords: ASLT, *cookies*, protein, quality, shelf life

PENDAHULUAN

Cookies atau kue kering adalah salah satu jenis produk pangan yang disukai oleh semua lapisan masyarakat mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Kue kering merupakan produk makanan yang menggunakan bahan dasar berupa tepung terigu dan lemak, yang melalui proses pemanggangan, memiliki ukuran kecil dan umumnya memiliki rasa manis dengan tekstur kurang padat namun renyah (Rosida et al. 2020). Banyak jenis *cookies* yang beredar di pasaran memiliki rasa dan bentuk yang sangat bervariasi. Kandungan gizi terutama protein pada *cookies* masih cukup rendah. Badan Standarisasi Nasional

nomor 2973 (2018), menjelaskan standar protein yang terkandung dalam *cookies* minimal 4,1%. Pengembangan produk *cookies* perlu dilakukan untuk menghasilkan *cookies* yang memiliki rasa enak dengan kandungan nilai gizi tinggi, terutama kandungan protein di dalamnya.

Sumber protein hewani yang baik dapat bersumber dari ikan dan berpeluang untuk digunakan sebagai bahan penambah protein di berbagai produk kue. Beberapa penelitian telah melaporkan peningkatan nilai protein dalam kue kering menggunakan tepung ikan. Menurut Hasanah (2020) substitusi tepung terigu dengan tepung ikan lele pada produk nastar menjadikan produk menjadi

lebih kering dan keras, produk nastar biasanya menggunakan tepung dengan kadar protein rendah sehingga produknya lebih basah. *Cookies* dengan penambahan tepung ikan lele sebanyak 10% dapat diterima oleh panelis dengan kadar protein akhir 9,56% (Nastiti & Christyaningsih, 2019). Panjaitan et al. (2021) melaporkan bahwa crackers yang ditambahkan tepung ikan teri mendapat penolakan dari ponsumen dan lebih memilih crackers tanpa penambahan tepung ikan teri. Penambahan tepung ikan teri pada *cookies* sebanyak 10% memiliki kandungan protein 7,67-12,77 % (Ramadhan et al., 2019). Fortifikasi protein pada *cookies* yang ditambah tepung ikan tuna dan tepung bekatul (60:40) menghasilkan kadar protein akhir 13,05% dan cukup diterima oleh panelis (Ardian et al., 2022)

Hidrolisat protein ikan (HPI) adalah hasil hidrolisis ikan melalui proses enzimatis ataupun dengan penambahan senyawa asam maupun basa (Haslina et al., 2012), dan merupakan bahan berprotein tinggi. HPI memiliki sifat fungsional yang lebih baik dari pada tepung ikan maupun konsentrat protein ikan (Ariyani et al., 2017). Nurhayati et al., (2013) melaporkan sifat fungsional HPI diantaranya memiliki kelarutan yang sangat tinggi (98,86%), memiliki kapasitas emulsi 65,9 % dengan stabilitas 43,18% serta kecerahan warna dengan nilai L 50,51±0,01. Fortifikasi protein pada *cookies* dilakukan dengan menambahkan HPI dan konsentrasi yang ditambahkan menjadi faktor penting dalam menentukan kandungan protein dan penerimaan konsumen. Asare et al. (2018) melaporkan bahwa penambahan HPI pada produk biskuit sebanyak 10% paling disukai oleh konsumen dibandingkan penambahan HPI konsentrasi 0%, 5% dan 15%. Sedangkan menurut Ariyani et al. (2017) penambahan HPI pada produk tik-tik paling optimal meningkatkan nilai protein hingga 4% dengan tingkat penerimaan konsumen yang sebanding dengan kontrol adalah konsentrasi 15%.

Kandungan protein dalam *cookies* menjadi penentu dalam pemenuhan protein konsumen, khususnya anak-anak dan ibu hamil. Pada balita kandungan protein pada *cookies* digunakan untuk memenuhi 1/3 kebutuhan protein dalam sehari. Semakin tinggi kadar protein yang terkandung dalam *cookies* maka kebutuhan konsumsi *cookies* akan semakin kecil. Kebutuhan balita terdiri atas 310-360% AKG kalsium, 51-60 AKG besi, karbohidrat 40- 42% AKG, 33% AKG protein, 32-34% AKG energi, dan 20-21% AKG lemak (Ramadhan et al., 2019). nilai pemberian makanan tambahan ibu hamil berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan (PMK)

no. 51 tahun 2016 memiliki kadar air maksimal 5%, minimum energi 450 Kkal, minimum protein 10%, minimum lemak 10% dengan karbohidrat yang terdiri atas sukrosa 20% dan serat 5% (Ganap et al., 2021). Nilai kebutuhan nutrisi ini dapat dijadikan acuan dalam menentukan takaran saji *cookies* dalam memenuhi kebutuhan gizi konsumen.

Informasi mengenai kandungan gizi *cookies* yang difortifikasi HPI perlu diketahui untuk digunakan dalam menentukan takaran saji baik untuk balita maupun ibu hamil. Selain itu, daya simpan *cookies* juga akan menentukan nilai gizi pada saat konsumsi mengingat selama penyimpanan sangat mungkin terjadi perubahan nilai gizi. Fitria et al. (2021) menyatakan bahwa terjadi penurunan kandungan lemak, kalsium dan protein pada *cookies* yang difortifikasi tepung ikan gaguk serta peningkatan kandungan air dari *cookies* selama masa penyimpanan. Produk pangan kering seperti *cookies* sangat peka terhadap penyerapan uap air dan tekstur (kerenyahan) menjadi titik kritis (Kwak et al., 2015; Alfiyani, et al., 2019). Produk kering dengan sifatnya yang higroskopis sangat rentan terhadap kondisi lingkungannya yang dapat mengakibatkan peningkatan kadar air produk. Selain oleh kondisi lingkungan, jenis kemasan juga akan mempengaruhi kadar air atau aktifitas air (a_w) dan kelembaban (RH) (Aa, 2019). Pendugaan umur simpan *cookies* dapat dilakukan dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) khususnya metode titik air kritis yang menggambarkan pola kerusakan produk akibat penyerapan uap air (Aini et al., 2014). Berdasarkan uraian tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu *cookies* yang difortifikasi dengan HPI dengan beberapa konsentrasi dan perkiraan daya simpannya dalam kemasan polipropilen (ketebalan 0.07 mm) dengan pendekatan kadar air kritis.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengadonan *cookies* antara lain telur, tepung terigu protein rendah, margarine, chococip, gula halus, keju, vanily, baking powder, soda kue, susu skim dan Hidrolisat Protein Ikan (HPI) lele Mutiara yang diperoleh dari Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (BBRP2BKP). Komposisi proksimat HPI tersebut adalah protein 28,0-28,8%, lemak 0,23-0,24%, air 7,44-7,66% dan abu 1,66-1,68%; dengan kandungan 18 asam

amino esensial dan non esensial (Marrakusranto et al., 2021). Bahan yang digunakan dalam pengujian mutu adalah HCl (Merck), NaOH (Merck), Plate count agar (Himedia), N-Heksana, alkohol 70%, MgCl₂, K₂CO₃, NaCl dan KCl.

Metode

Metode pembuatan cookies

Proses pembuatan cookies melalui beberapa tahapan dan resep pembuatan cookies mengacu pada penelitian Yasinta (2017), sedangkan penambahan HPI mengacu pada penelitian yang dilaporkan oleh Asare et al. (2018). (Tabel 1). Pada tahapan pengadonan pertama, bahan sesuai Yasinta (2017) pada Tabel 1 dicampur dengan mixer selama 5 menit sampai adonan menjadi mengembang dan berwarna putih. Selanjutnya ditambahkan HPI sesuai dengan konsentrasi yang akan digunakan yaitu 5%, 10% dan 15%, (Asare et al., 2018). Pencetakan dilakukan secara manual dengan bentuk bulat pipih. Proses pemanggangan menggunakan oven listrik suhu 150°C selama 15 menit.

Metode pengujian hedonik dan pengujian karakteristik mutu cookies

Penentuan konsentrasi HPI yang ditambahkan dilakukan dengan pengujian hedonik oleh 30

panelis. Pengujian hedonik dilakukan berdasarkan SNI 2346 (BSN, 2015a) dengan parameter kenampakan, aroma, tekstur dan rasa. Empat atribut tersebut dibuat reratanya untuk keperluan uji statistik dan dianggap sebagai tingkat penerimaan konsumen yang diwakili oleh 30 panelis. Penilaian panelis menggunakan skala 9 dengan spesifikasi 1 (amat sangat tidak suka) sampai 9 (amat sangat suka). Pengujian karakteristik mutu produk terpilih konsumen meliputi kadar air (BSN, 2015b), kadar abu (BSN, 2010), kadar protein metode kjeldahl (BSN, 2006) dan kadar lemak (BSN, 2017). Sedangkan kadar karbohidrat diduga dengan pendekatan *by difference*. Karakteristik mutu mikrobiologi diketahui dengan metode perhitungan angka lempeng total (ALT) (BSN, 2015c).

Metode pendugaan umur simpan

Pendugaan umur simpan dilakukan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Labuza (titik air kritis). Ada 7 point yang harus dilakukan dalam pendugaan umur simpan model ini, yaitu pengukuran kadar air awal, penentuan kadar air kritis, penentuan kadar air kesetimbangan, kurva isotermi sorpsi air, penentuan permeabilitas kemasan dan pengukuran luas kemasan. Perhitungan pendugaan umur simpan dengan asumsi kondisi penyimpanan pada

Tabel 1. Formulasi pembuatan cookies

Table 1. Cookies recipes

Bahan/Ingredients	Formula/Formulation (g)			
	F ₀	F ₁	F ₂	F ₃
Tepung Terigu/Flour*	120	120	120	120
Margarin/Margarine*	75	75	75	75
Telur/Egg*	25	25	25	25
Susu Skim/Skim milk*	25	25	25	25
Gula Halus/Refined sugar*	50	50	50	50
Keju/Cheese*	15	15	15	15
Choco chips*	22.5	22.5	22.5	22.5
Baking Powder*	1	1	1	1
Baking Soda*	1	1	1	1
Vanila*	1	1	1	1
HPI/FPH**	-	16	33.4	50.1

* sesuai Yasinta, (2017)

** masing-masing 0%, 5%, 10% dan 15% sesuai Asare et al. (2018)

RH 75% dihitung menggunakan persamaan Labuza sebagai berikut:

$$\text{Umur simpan } \theta = \ln \frac{(m_e - m_o)}{(m_e - m_c)} \times \frac{k}{x} \times \frac{A}{W_s} \times \frac{P_o}{b}$$

- θ : waktu perkiraan umur simpan (hari)
 M_i : kadar air awal (g H₂O/g solid)
 M_e : kadar air kesetimbangan (g H₂O/g solid)
 M_c : kadar air kritis (g H₂O/g solid)
 A : luas penampang kemasan (m²)
 k/x : konstanta permeabilitas kemasan (g H₂O/m² hari mmHg)
 W_s : berat kering produk (g)
 b : kemiringan kurva sorpsi isotermis
 P_o : tekanan uap jenuh (mmHg)

Kadar air awal dihitung sesaat setelah *cookies* tersedia dan siap dikemas. Kadar air kritis diketahui dengan menguji kandungan air produk yang telah mencapai titik kritis. Titik kritis ditentukan dengan pengujian penerimaan konsumen (uji hedonik) terhadap produk yang disimpan pada suhu ruang dengan RH 70%. Pengujian hedonik dilakukan setiap 1 jam hingga diperoleh penolakan oleh panelis. Pengujian hedonik khusus untuk parameter tekstur kerenyahan, dengan 6 panelis terlatih dengan skala penilaian mulai dari 1 (sangat tidak suka) hingga skala 5 (sangat suka). Titik air kritis dicapai apabila produk telah mengalami penolakan oleh konsumen dengan skala 1 (sangat tidak suka).

Kadar air kesetimbangan ditentukan dengan menyimpan *cookies* pada lingkungan dengan kelembaban rendah (RH 10%) hingga kondisi dengan kelembaban tinggi (RH 84%). Hasil pengujian kadar air produk pada masing-masing lingkungan dengan kelembaban yang berbeda selanjutnya dibuat grafik

sorpsi isotermis dan diperoleh persamaan garis linear. Kelembaban lingkungan (RH 10% - 84%) didapatkan dengan melarutkan jenis garam/basa dengan jumlah tertentu dalam akuades seperti tercantum dalam Tabel 2.

Kemasan yang digunakan merupakan kemasan plastik jenis polipropilen dengan ketebalan 0,07 mm. Penentuan permeabilitas kemasan mengacu pada metode *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 1996) yang dimodifikasi. Plastik kemasan diisi dengan silica gel sebanyak 30 g ditempatkan dalam inkubator suhu 37°C dan dilakukan penimbangan setiap 24 jam selama 5 hari berturut-turut. Permeabilitas uap air diperoleh dengan membagi WVTR dengan konstanta tekanan uap air jenuh pada suhu 38°C. Water Vapour Transmission Rate (WVTR) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{WVTR} = \frac{\Delta x}{AT}$$

Keterangan:

- Δx = Perubahan berat (g)
 A = Luas Permukaan kemasan (m²)
 T = Waktu penimbangan (hari)

Luas permukaan kemasan diperoleh dengan menjumlahkan luas dari masing-masing sisi kemasan. Sedangkan tekanan uap air jenuh diketahui berdasarkan tabel ketetapan uap air jenuh pada temperatur tertentu.

Analisis data

Pengolahan data dilakukan dengan Microsoft Excel dan data hasil penelitian dianalisis dengan Oneway Anova dengan taraf signifikansi 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila hasil $p < 0,05$ maka dilakukan uji lanjut Duncan dengan bantuan software SPSS versi 25.

Tabel 2. Nilai RH larutan garam jenuh

Table 2. RH of saturated salt solution

Garam/ Salt	RH/ RH (%)	Garam/ Salt (g)	Akuades/ Aquades (mL)
NaOH	10	150	84
MgCl ₂	35	250	25
K ₂ CO ₃	46	250	90
NaCl	76	250	60
KCl	84	250	80

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Hedonik dan Penentuan Produk Terpilih

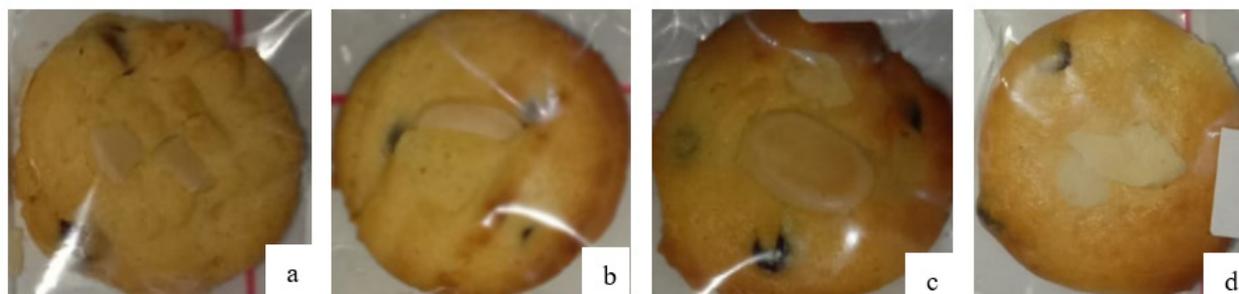
Fortifikasi HPI pada cookies tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap atribut kenampakan atau warna dari keseluruhan formulasi. Hampir semua formulasi memiliki nilai kesukaan yang sama. Hasil pengujian ditampilkan dalam Tabel 3. HPI yang digunakan berupa tepung HPI yang berwarna putih, sehingga tidak memberikan dampak terhadap kenampakan warna produk akhir. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Ariyani et al., (2017), penambahan HPI tidak memberikan perbedaan warna yang mencolok (Gambar 1).

Atribut aroma produk akhir pada Tabel 3 memperlihatkan F₀ memiliki nilai kesukaan terhadap aroma lebih baik dibandingkan lainnya. Semakin tinggi konsentrasi HPI yang ditambahkan, produk memiliki aroma yang semakin menyengat dan tidak disukai oleh panelis. Aroma produk pangan dipengaruhi oleh senyawa volatil pada bahan yang penguap saat proses pemanggangan dengan suhu tinggi (Asare et al., 2018). Aroma yang timbul pada produk pangan dengan fortifikasi menggunakan produk perikanan biasanya memunculkan aroma amis (Ariyani et al., 2017), namun biskuit dengan

penambahan HPI dengan konsentrasi 0, 5, 10 dan 15% memiliki penerimaan aroma yang sama (Asare et al., 2018). Begitu juga yang dilaporkan oleh Ariyani et al., (2017) penambahan HPI hingga konsentrasi 30% tidak menunjukkan perbedaan penerimaan terhadap atribut aroma.

Atribut tekstur dan rasa juga menunjukkan tren yang sama, semakin banyak jumlah HPI yang ditambahkan, kesukaan panelis terhadap tekstur dan rasa semakin menurun. Tekstur pada produk pangan dipengaruhi oleh kadar protein, lemak, karbohidrat dan juga kadar air yang terkandung (Asare et al., 2018). Protein akan menyebabkan cookies menjadi sulit mengembang dan keras (Oktaviana et al., 2017). Rasa gurih, asin dan pahit dari HPI masih terasa dan semakin terasa seiring meningkatnya konsentrasi HPI yang ditambahkan. Rasa tepung HPI pada kue kering dapat tertutupi dengan adanya tambahan essens strawberry, coklat dan kayu manis (Ariyani et al., 2017).

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 3, keseluruhan formulasi secara statistik tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) antara satu formula dengan formulasi yang lain termasuk formula tanpa penambahan HPI (kontrol). Formulasi F₁ memiliki nilai rata-rata penilaian hedonik paling tinggi dibandingkan F₂ dan F₃. Nilai



Gambar 1. Kenampakan cookies; a.cookies F₀, b.cookies F₁, c.cookies F₂ dan d.cookies F₃
 Figure 1. Cookies appearance; a.cookies F₀, b.cookies F₁, c.cookies F₂ and d.cookies F₃

Tabel 3. Hasil uji hedonik cookies dengan tambahan HPI

Table 3. Results of hedonic test for cookies with additional FPH

Formula/ Formulation	Kenampakan/ Appearance	Aroma/ Aroma	Tekstur/ Texture	Rasa/ Flavour	Nilai Hedonik*/ Hedonic value*
F ₀	7.70±0.71	7.83±0.63	7.73±0.77	7.67±0.67	7.73 ^a ± 0.74
F ₁	7.73±0.66	7.17±0.91	7.70±0.76	7.60±0.81	7.55 ^a ± 0.80
F ₂	7.50±0.83	6.97±0.92	7.43±1.02	6.93±1.10	7.21 ^a ± 1.02
F ₃	7.67±0.82	6.97±1.12	7.00±1.20	6.93±1.09	7.14 ^a ± 1.19

F₀= 0% HPI (kontrol), F₁= 5% HPI, F₂=10% HPI dan F₃: 15% HPI

* huruf sama sesudah angka menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($p < 0,05$)/the same letter after the number indicates no significant difference ($p < 0.05$)

hedonik dari keseluruhan atribut baik kenampakan/warna, bau/aroma, rasa dan tekstur memiliki penerimaan paling tinggi. F1 yaitu *cookies* dengan penambahan HPI sebanyak 5% merupakan formula fortifikasi HPI terbaik yang disukai oleh konsumen. Berbeda dengan penelitian yang dilaporkan oleh Asare et al. (2018), penambahan HPI dengan konsentrasi 10% pada biskuit merupakan produk yang paling disukai oleh panelis. Begitu juga dengan yang dilaporkan oleh Ariyani et al. (2017), penambahan HPI dengan konsentrasi 10% pada produk kue kering paling disukai.

Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah bahwa salah satu tujuan penambahan HPI pada *cookies* adalah untuk meningkatkan kandungan proteinnya. Berdasarkan hasil analisis kadar protein, semua *cookies* dengan penambahan HPI mengalami peningkatan kadar protein sejalan dengan jumlah HPI yang ditambahkan (Tabel 4). Namun karena peningkatan kadar protein tidak serta merta meningkatkan tingkat kesukaan panelis, maka untuk penelitian tahap selanjutnya, *cookies* F1 digunakan sebagai formulasi terbaik untuk diuji mutu dan umur simpan.

Karakteristik Mutu *Cookies*

Selain secara hedonik sebagaimana dalam Tabel 3, karakteristik mutu produk terpilih *cookies* juga dinilai berdasarkan kandungan proksimat dan

mikrobiologi (ALT) yang kesemuanya dibandingkan dengan SNI 2973 (BSN, 2018). Analisis proksimat terdiri atas kadar protein, lemak, air, abu dan karbohidrat. Ditampilkan pada Tabel 5.

Secara keseluruhan, semua formulasi memiliki kadar protein total memenuhi syarat yang ditetapkan oleh BSN 2973 (2018) yaitu melebihi 4,1. Formulasi *cookies* yang difortifikasi dengan HPI memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada kontrol. Namun Peraturan Menteri Kesehatan nomor 51 tahun 2016 mensyaratkan bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan balita harus mengandung minimal 8 g protein dalam 100 g produk. HPI memiliki peranan penting dalam mendongkrak kadar protein pada *cookies*. Hidrolisat protein yang semakin besar konsentrasinya akan menghasilkan rantai peptida yang semakin pendek dan meningkatkan kelarutan protein (Haslina et al., 2012). Semakin tinggi jumlah HPI yang ditambahkan semakin tinggi kadar proteinnya.

Cookies dengan penambahan HPI 5% memiliki kadar protein berkisar antara 7-8%. Berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh Asare et al., (2018), penambahan HPI ikan lemuru sebanyak 5% memiliki kadar protein 8,75%. Sedangkan Ramadhan et al. (2019) menyatakan *cookies* yang difortifikasi dengan 10% tepung ikan teri memiliki kadar protein 9,48%. Kadar protein dalam suatu produk dipengaruhi oleh jumlah HPI yang ditambahkan. Selain itu juga

Tabel 4. Kadar protein cookies pada semua formulasi

Table 4. Protein content of cookies in all formulations

Formula/ Formulation	Kadar Protein/ Protein contains (%)	SNI 2973:2018/ INS 2973:2018
F ₀	5.20±0.00	Min 4.1 %
F ₁	7.38±0.03	
F ₂	8.54±0.00	
F ₃	9.61±0.00	

F₀= 0% HPI (kontrol), F₁= 5% HPI, F₂=10% HPI dan F₃: 15% HPI

Tabel 5. Hasil analisis proksimat cookies terpilih

Table 5. Proximate analysis of selected cookies

Parameter/ Parameter	Rata-rata/ Average	SNI 2973:2018/ ISN 2973:2018	PMK no.51:2016/ MHR no.51:2016
Protein/Protein (%)	7.38±0.03	Min 4.1	8-12
Lemak/Fat(%)	14.19±0.05	-	10-18
Air/Moisture(%)	4.09±0.28	Maks 5	Maks 5
Abu/Ash (%)	1.62±0.15	Maks 0.1	-
Karbohidrat/Carbohydrate (%)	72.77±0.33	-	-

dipengaruhi oleh kandungan protein dari HPI dan juga jenis ikan sebagai bahan baku pembuatan HPI. Fortifikasi protein terhadap produk yang dikombinasi menggunakan ikan membutuhkan prosentase jumlah daging ikan yang lebih besar. Ganap et al. (2021) menyatakan bahwa formulasi *cookies* ikan gabus 60% kadar protein yang dihasilkan mencapai 14,09 %.

Kadar Lemak yang terdapat pada *cookies* rata-rata $14,19 \pm 0,05$ % (Tabel 5). Hasil ini telah memenuhi persyaratan pemenuhan gizi balita berdasarkan ketentuan pemerintah (Peraturan Menteri Kesehatan nomor 51 tahun 2016) yaitu berada pada rentang 10-18 g dalam 100 g produk (Menteri Kesehatan RI, 2016). Hasil ini lebih kecil jika dibandingkan pada penelitian Asare et al. (2018), lemak yang dihasilkan berkisar 17,34-20,05%. Lemak yang terkandung dalam *cookies* berfungsi sebagai pengemulsi dan memberikan efek shortening sehingga produk memiliki tekstur yang renyah. Menurut Mayasari (2015) struktur lemak dapat terpecah kemudian menyelubungi pati dan gluten yang menyebabkan kue kering menjadi renyah. Fungsi utama lemak dalam pembuatan kue kering adalah sebagai pengemulsi, namun lemak juga dapat berperan sebagai penguat rasa dan pemberi tekstur pada makanan (Isnaini, 2011).

Tingginya kadar lemak mempengaruhi nilai gizi dan masa simpan. Semakin tinggi kadar lemak menyebabkan produk akan mengalami ketengikan (Handito et al., 2022). Lemak pada *cookies* berasal dari margarin. Margarin pada *cookies* memberikan sifat plastis yang membuat *cookies* menjadi renyah. Lemak membentuk lapisan tipis yang menyelubungi dan memisahkan partikel, sehingga partikel tidak terikat terlalu erat sehingga udara dapat dengan mudah masuk dan keluar selama proses pemanasan (Rosida et al., 2020).

Air adalah komponen penyusun utama bahan pangan yang dapat mempengaruhi tekstur, kenampakan, aroma dan rasa produk pangan (Mayasari, 2015). *Cookies* dengan penambahan HPI 5% memiliki kadar air $4,09 \pm 0,28$ % (Tabel 5). Hasil yang hampir mendekati dilaporkan oleh Asare et al. (2018) *cookies* dengan penambahan HPI 5% memiliki kadar air 3,79%. kandungan air pada produk pangan dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanggangan *cookies*. Semakin kecil kadar air maka produk akan memiliki daya patah lebih besar. Produk dengan kandungan air rendah mempunyai masa simpan yang lebih lama serta mampu menghambat kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme (Devi et al., 2019). Nilai kadar air pada *cookies* dengan penambahan HPI sudah memenuhi standar yang ditetapkan pada SNI 2973

(BSN, 2018) maupun permenkes no. 51 tahun 2016 yaitu maksimal 5%.

Hasil pengujian kadar abu *cookies* menunjukkan nilai $1,56 \pm 0,15$ % (Tabel 5) yang berbeda dengan ketentuan SNI yang menyatakan nilai maksimum kadar abu produk *cookies* sebesar 0,1%. Namun, menurut Asare et al. (2018) kadar abu produk *cookies* berkisar antara 2-3%. Kadar abu *cookies* yang terukur tidak berbeda jauh dengan penelitian Aini et al. (2014) kadar abu biskuit blondo adalah sebesar 1,56% dan (Iswahyudi et al., 2016), kadar abu biskuit tepung ikan gabus adalah sebesar 1,12%. Hasil tersebut diduga karena proses pembakaran zat anorganik pada saat pengujian tidak sempurna. Semakin besar kadar abu pada kue kering maka semakin besar juga kandungan mineral seperti kalsium, kalium dan zat besi (Kanti & Wulandari, 2022). Kadar abu suatu produk merepresentasikan tingginya jumlah mineral yang terbakar menghasilkan zat yang dapat menguap (Asare et al., 2018). Kadar abu dalam produk pangan berkorelasi terbalik dengan kadar air. Penguapan air akan menyisakan mineral dalam suatu bahan. Semakin rendah kandungan air maka semakin tinggi kandungan mineral suatu produk yang diakumulasi dalam kadar abu (Ramadhan et al., 2019). Kadar abu dalam suatu produk juga dipengaruhi oleh komposisi bahan baku yang digunakan. Kalsium merupakan salah satu mineral yang bisa berasal dari bahan baku terutama susu skim.

Kadar karbohidrat *cookies* diperoleh sebesar $72,774 \pm 0,33$ % (Tabel 3). Karbohidrat memiliki peran dalam menentukan karakteristik bahan pangan seperti rasa, warna, tekstur, dan lainnya (Asare et al., 2018). Penentuan kandungan karbohidrat *cookies* dihitung dengan menggunakan metode by difference yang sangat dipengaruhi oleh komponen mutu yang lain. Semakin kecil komponen mutu yang lain maka semakin besar kandungan karbohidrat yang dimiliki, namun sebaliknya semakin besar komponen mutu yang lain maka semakin kecil kandungan karbohidratnya. Karbohidrat pada *cookies* sebagian besar berasal dari tepung terigu.

Mutu mikrobiologi berkaitan dengan potensi kemunduran mutu produk pangan yang disebabkan adanya kontaminasi oleh mikroorganisme. Karakteristik mutu mikrobiologis dapat memberikan informasi terkait kualitas terhadap kebersihan penanganan dan pengolahan, serta kemungkinan adanya bakteri berbahaya (Afrianto, 2016). Hasil pengujian ALT *cookies* adalah $2,56 \times 10^3$ koloni/g dan lebih rendah dari angka yang ditetapkan dalam SNI 2973:2018 (BSN, 2018) yaitu 2×10^5 koloni/g. Produk *cookies* merupakan produk kering dan renyah dengan kadar air rendah ($4,09 \pm 0,28$ %).

Mikroba tidak mampu bertahan hidup pada lingkungan dengan kadar air rendah, pada kondisi tersebut sel akan mengalami dehidrasi sehingga sel tidak mampu untuk tumbuh (Madigan et al., 2012). Pada umumnya mikroba tumbuh pada lingkungan dengan aktivitas air yang cukup tinggi.

Umur Simpan

Kadar air awal

Kadar air awal produk (Mi) adalah kandungan air produk segera setelah diproduksi dan siap untuk didistribusikan. Perhitungan kadar air awal adalah langkah awal dalam pendugaan masa simpan menggunakan metode pendekatan kadar air kritis. Berdasarkan hasil perhitungan kadar air awal, dapat diketahui bahwa *cookies* dengan penambahan HPI memiliki rata-rata kadar air awal sebesar $4,09 \pm 0,28\%$.

Kadar air kritis

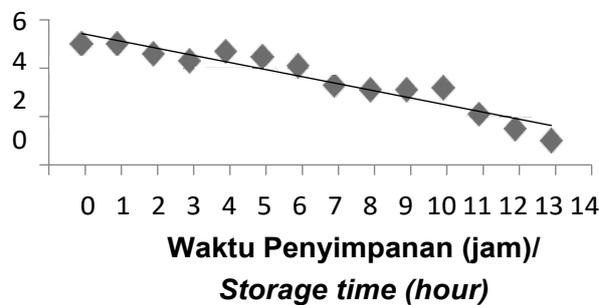
Kadar air kritis adalah kandungan air saat produk pangan sudah mengalami kerusakan dan sudah tidak bisa diterima lagi oleh konsumen (Sunyoto et al., 2017). Penurunan nilai mutu produk *cookies* bisa disebabkan adanya penyerapan uap air dari

lingkungan yang menyebabkan penambahan kandungan air dan memicu perubahan tekstur. Kadar air kritis *cookies* ditentukan pada saat produk ditolak konsumen secara uji organoleptik. *Cookies* telah mengalami penolakan pada konsumen pada jam ke 14 dengan nilai sensori 1, dan pada saat itu kadar air kritisnya 4,97 %. Waktu penyimpanan semakin lama menunjukkan nilai sensori produk *cookies* semakin menurun. Hubungan antara waktu penyimpanan dengan nilai sensori *cookies* dapat dilihat pada Gambar 2.

Kadar air kesetimbangan

Kadar air kesetimbangan (Me) adalah kandungan air pada saat tekanan uap air produk berada pada kondisi yang setimbang dengan lingkungan yaitu ketika bahan sudah tidak lagi mengalami peningkatan atau penurunan berat (Kumaran et al., 2006). Kadar air kesetimbangan (Me) dipergunakan dalam mengilustrasikan kurva sorpsi isotermis produk. Adapun kadar air kesetimbangan produk *cookies* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Data yang tertera pada Tabel 6 menunjukkan bahwa *cookies* yang disimpan pada kelembaban relatif (RH) yang rendah memerlukan waktu yang lebih singkat dalam mencapai kesetimbangan.



Gambar 2 Kurva hubungan lama penyimpanan dengan skor sensori kerenyahan cookies
 Figure 2 The curve of the relationship between storage time and cookie crunchy sensory score

Tabel 6. Kadar Air Kesetimbangan *cookies*

Table 6. Equilibrium moisture content of cookies

Garam/ Salt	RH/ RH (%)	a_w / a_w	Waktu Kesetimbangan/ Balance time (jam/ hour)	Kadar Air/ Water Contain (%)
NaOH	10	0.1	50	0.02
MgCl ₂	35	0.35	75	2.6
K ₂ CO ₃	46	0.46	65	2.98
NaCl	76	0.76	115	7.5
KCl	84	0.84	120	10.8

Sebaliknya, semakin besar RH maka dibutuhkan waktu yang lebih lama bagi produk dalam mencapai kesetimbangan. Kesetimbangan dicapai karena adanya proses difusi uap air yang dipengaruhi oleh selisih nilai antara kadar air kesetimbangan dengan kadar air awal (Indah, 2011). Cookies yang disimpan pada lingkungan dengan RH 10% mengalami kenaikan bobot pada proses desorpsi. Hal ini karena a_w lingkungan di dalam chamber lebih kecil dari a_w produk. Proses desorpsi terjadi saat produk melepaskan air ke lingkungan yang memiliki a_w lebih besar dalam mencapai kondisi setimbang.

Cookies yang disimpan pada kelembaban relatif 35% dan 46% mengalami peningkatan berat namun tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan perbedaan antara nilai a_w produk dan RH lingkungan penyimpanan yang sangat kecil, sehingga kecepatan difusi uap air semakin tinggi dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi setimbang semakin singkat. Sedangkan berat cookies yang disimpan pada RH 76% dan 84% mengalami peningkatan secara signifikan selama penyimpanan. Proses penyerapan uap air dari lingkungan ke dalam produk mengakibatkan peningkatan bobot sampel yang relatif besar. Hal ini disebabkan karena a_w produk lebih rendah dibanding RH lingkungan penyimpanan (Kapseu et al., 2004).

Penentuan slope kurva sorpsi isotermis

Kurva sorpsi isotermis adalah kurva yang menunjukkan korelasi antara aktivitas air (a_w) atau kelembaban relatif (RH) kesetimbangan dalam ruang penyimpanan dengan kadar air per gram suatu produk pangan (Winarno, 2009). Pada tabel kurva sorpsi isotermis produk cookies dapat dilihat pada Gambar 3.

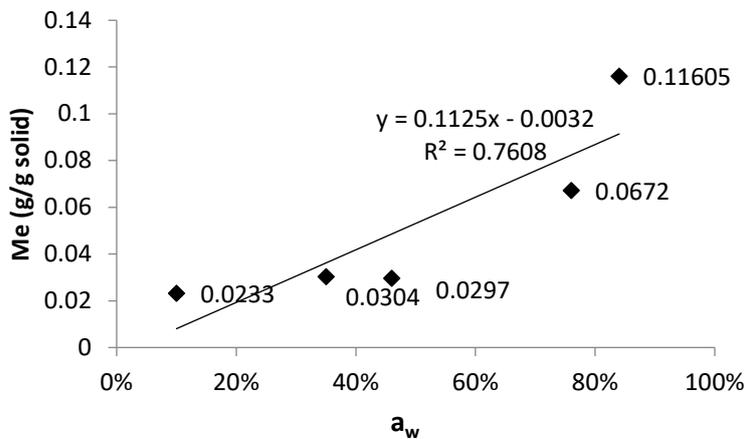
Kurva sorpsi isotermis dibuat dengan model Oswin. Slope kurva sorpsi isotermis cookies (Gambar 2) diketahui bahwa hubungan antara aktivitas air (a_w) dan kadar air kesetimbangan (M_e) memiliki persamaan linear $y = 0,1125x - 0,0032$.

Permeabilitas kemasan

Permeabilitas kemasan terhadap uap air merupakan kemampuan bahan pengemas dalam menahan uap air menembus lapisan kemasan per unit area selama satu hari pada suhu dan tekanan tertentu (Wulandari, 2013). Permeabilitas kemasan terhadap uap air mempengaruhi kemampuan kemasan dalam mempertahankan mutu produk pangan dan memperpanjang masa simpannya. Berdasarkan persamaan Labuza dalam pedugaan masa simpan produk pangan dengan metode pendekatan kadar air kritis, diketahui bahwa umur simpan produk pangan berbanding terbalik dengan permeabilitas kemasan (Alfiyani et al., 2019). Besarnya permeabilitas kemasan menunjukkan besarnya uap air yang mampu melewati kemasan. Hal ini mengakibatkan masa simpan produk pangan menjadi semakin singkat. Kondisi tersebut menyebabkan kadar air kritis akan lebih cepat tercapai, begitu pula sebaliknya. Kemasan plastik yang digunakan pada penelitian ini adalah plastik Polipropilen (PP) ketebalan 0,07 mm memiliki nilai WVTR sebesar 0,0377 dengan permeabilitas uap sebesar 0,00196 g H₂O/m².hari.mmHg.

Luas penampang kemasan

Luas penampang kemasan adalah salah satu variabel yang diperlukan dalam pedugaan masa simpan produk menggunakan persamaan Labuza. Variabel tersebut diantaranya kadar air awal,



Gambar 3 Kurva sorpsi isotermis cookies
Figure 3 Isothermic sorption curve of cookies

kadar air kritis, kadar air kesetimbangan, kurva sorpsi isotermis, dan model persamaan sorpsi isotermis. Kemasan yang digunakan adalah plastik polipropilen. Luas kemasan bagian depan dengan jenis kemasan polipropilen berukuran panjang 15 cm dan lebar 7 cm, sedangkan bagian samping panjang 15 cm dan lebar 3,7 cm sehingga luas penampang kedua sisi kemasan yang digunakan adalah 0,0321 m².

Tekanan uap jenuh

Menurut Luthfiyanti et al. (2020) metode gravimetri merupakan metode penentuan permeabilitas uap air kemasan yang dapat diandalkan (reliable) karena memberikan hasil yang akurat untuk memprediksi transmisi uap air oleh kemasan. Nilai tekanan uap jenuh (P_0) selama penyimpanan diketahui dengan mengplot suhu penyimpanan *cookies* dengan tabel ketetapan tekanan uap air jenuh pada suhu tertentu. Menurut ketetapan, tekanan uap jenuh pada suhu 30°C adalah 31,82 mmHg dan pada suhu 38°C adalah 49,692 mmHg. Nilai tekanan uap jenuh tersebut dipakai untuk menghitung masa simpan *cookies* menggunakan persamaan Labuza.

Umur Simpan Cookies dengan Tambahan HPI

Penentuan umur simpan *cookies* dengan tambahan HPI dihitung menggunakan metode pendekatan kadar air kritis (model labuza). Perhitungan umur simpan metode pendekatan kadar air kritis dengan beberapa variabel yaitu kadar air awal (M_i), kadar air kritis (M_c), kadar air kesetimbangan (M_e), permeabilitas kemasan (k/x), nilai slope (b) kurva sorpsi isotermis, luas penampang kemasan (A), berat produk dalam kemasan (W_s) dan nilai tekanan uap jenuh (P_0). Nilai parameter umur simpan produk *cookies* dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil perhitungan umur simpan, *cookies* yang dikemas dalam kemasan plastik polipropilen

ketebalan 0,07 mm mempunyai permeabilitas yaitu 0,00196 g H₂O/hari.m² mmHg dengan umur simpan selama 957 hari. Kemasan polipropilen termasuk jenis plastik yang tahan terhadap lemak dan memiliki permeabilitas air rendah (Sunyoto et al., 2017) yang dapat menghambat penyerapan uap air (Ikasari et al., 2017). Setiaboma et al. (2020) menyatakan bahwa *cookies* mokaf yang disimpan dengan kemasan *oriented polypropylene* memiliki masa simpan 41 hari. Berbeda dengan penelitian pendugaan umur simpan *cookies* garut yang mampu bertahan hingga 1236 hari dengan metode yang sama (Wibowo, 2018). Metode ASLT model Labuza sering digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan renyah dengan kemasan polipropilen, diantaranya produk kerupuk kemplang yang memiliki umur simpan >365 hari (Wulandari et al., 2013), keripik kentang 22 bulan (Wulandari et al., 2013), dan kerupuk lele 231 hari (Ikasari et al., 2017).

KESIMPULAN

Penambahan HPI pada *cookies* mempengaruhi kadar protein pada produk akhir. Semakin besar konsentrasi HPI yang ditambahkan kandungan protein produk menjadi semakin tinggi. *Cookies* dengan penambahan HPI dengan konsentrasi 5% memiliki skor penerimaan konsumen paling tinggi. *Cookies* dengan formulasi terpilih memiliki karakteristik mutu yang memenuhi syarat baik dari parameter kimia (proksimat) dan mikrobiologi. *Cookies* formulasi terpilih dengan kemasan polipropilen memiliki perkiraan umur simpan selama 957 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, yang telah menyediakan

Tabel 7. Umur simpan cookies dengan tambahan HPI

Table 7. shelf life of cookies with additional FPH

No	Hasil/Result	Kemasan Polipropilen/ Polypropylene packaging
1	Kadar air awal / <i>Moisture Initial</i> (M_i)	4.09
2	Kadar air kritis / <i>Moisture critical</i> (M_c)	0.050
3	<i>Water vapor transmission rate</i> (WVTR)	0.038
4	Permeabilitas / <i>Permeability</i> (g H ₂ O/m ² .hari.mmHg)	0.002
5	Berat bobot produk / <i>Product weight</i> (W_s) (g)	14.99
6	Tekanan uap jenuh (P_0)/ <i>saturated vapor pressure</i> (mmHg)	31.824
7	Umur Simpan / <i>shelf life</i> (Hari)	957

HPI ikan lele Mutiara sebagai bahan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Anugrah Bertiantono dan segenap pengelola Laboratorium Kimia Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta, yang telah memfasilitasi proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aa, S. (2019). Shelf Life Characteristics of Composite Gluten-Free *Cookies* Fortified with Fermented and Unfermented *Agaricus bisporus* Polysaccharide Flours. *Austin Journal of Nutrition & Metabolism*, 6(1), 1–9.
- Afrianto. (2016). *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Penebar Swadaya.
- Aini, N., Prihananto, V., & Wijonarko, G. (2014). Karakteristik Kurva Isotherm Sorpsi Air Tepung Jagung Instan Moisture Sorption Isotherm of Instan Corn Flour from Four Variety of Corn. *Agritech*, 34(1), 50–55.
- Alfiyani, N., Wulandari, N., & Adawiyah, D. R. (2019). Validasi Metode Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Renyah dengan Metode Kadar Air Kritis. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.1.1>
- Oktaviana, Sholekah, A., Hersoelistorini, Wikanastr., & Nurhidajah. (2017). Kadar Protein, Daya Kembang, dan Organoleptik *Cookies* dengan Substitusi Tepung Mocaf dan Tepung Pisang Kepok Protein Content, Growth Power and Organoleptic *Cookies* with Substitution Mocaf and Flour of Banana's Kepok. *Pangan Dan Gizi*, 7(2), 72–81.
- Ardian, I. L., Puspareni, L. D., Fauziyah, A., & Ilmi, I. M. B. (2022). Analisis Kandungan Gizi Dan Daya Terima *Cookies* Berbahan Dasar Tepung Bekatul Dan Tepung Ikan Tuna Untuk Balita Gizi Kurang. *Journal of Nutrition College*, 11(1), 42–50. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i1.31177>
- Ariyani, F., Sugiyono, S., Tazwir, T., & Widyasari, H. E. (2017). Fortifikasi Tepung Hpi Pada Tik-Tik Dan Kue Kering Sebagai Makanan Tambahan Balita. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6(3–4), 111. <https://doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.111-119>
- Asare, S. N., Ijong, F. G., Rieuwpassa, F. J., & Setiawati, N. P. (2018). Penambahan Hidrolisat Protein Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Pada Pembuatan Biskuit. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 4(1), 10–18.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006). SNI 01-2354.4-2006. *Cara Uji Kimia – Bagian 4: Penentuan Kadar Protein dengan Metode Total Nitrogen pada Produk Perikanan*. 12h
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2010). SNI 2354.1:2010. *Cara Uji Kimia – Bagian 1: Penentuan Kadar Abu dan Abu tak Larut dalam Asam pada Produk Perikanan*. 9h
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015a). SNI 2346:2015. *Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan*. 23h
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015b). SNI 2354.2:2015. *Cara Uji Kimia – Bagian 2: Pengujian Kadar Air pada Produk Perikanan*. 8h
- BSN. (2015c). SNI 2354.3:2015. *Cara Uji Mikrobiologi – Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan*. 16h
- BSN. (2017). SNI 2354-3:2017. *Cara Uji Kimia – Bagian 3: Penentuan Kadar Lemak Total pada Produk Perikanan*. 15h
- BSN. (2018). SNI 2973-3:2018. *Biskuit : kandungan gizi*. 8h
- Devi, I. C., Ardinningsih, P., & Idiawati, N. (2019). Kandungan Gizi Dan Organoleptik *cookies* Tersubstitusi Tepung Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(1), 71–77.
- Fitria, D. W., Simanjuntak, B. Y., & Sari, A. P. (2021). Pengaruh umur simpan kukis pelangi ikan gaguk (*Arius thalassinus*) terhadap perubahan kadar protein, lemak, kalsium dan air. *Ilmu Gizi Indonesia*, 5(1), 27. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v5i1.205>
- Ganap, E. P., Amalia, R. R., Sugmana, P. A., & Hidayati, L. I. (2021). Nilai Gizi dan Daya Terima *Cookies* Ikan Gabus sebagai Makanan Tambahan untuk Ibu Hamil di Kabupaten Sleman, DIY. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 7(3), 133. <https://doi.org/10.22146/jkr.61004>
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Cicilia, S., Komang, N., Suardani, N., & Mataram, U. (2022). Karakteristik *Cookies* dari Terigu dan Tepung Jagung. *Prosiding Saintek*, 4 (januari 2022), 197–206.
- Hasanah, F. (2020). Substitusi Tepung Ikan Lele (*Claria* sp.) Pada Pembuatan *Cookies* Sebagai Makanan Ringan. *Jurnal Penelitian*, 1–8.
- Haslina, H., Muis, S. F., & Suyatno, S. (2012). Nilai Gizi, Daya Cerna Protein dan Daya Terima Patilo Sebagai Makanan Jajanan Yang Diperkaya Dengan Hidrolisat Protein Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Gizi Indonesia*, 1(2), 34–40. <https://doi.org/10.14710/jgi.1.2>
- 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(1), 55. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.342>
- Indah, H, S. (2011). Pendugaan umur simpan produk cone es krim dengan metode akselerasi model kadar air kritis. *Skrripsi*. . IPB (Bogor Agricultural University).
- Isnaini, Syahrul, D. (2011). Pemanfaatan Konsentrat Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Untuk Pembuatan Biskuit dan Snack. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 3(2), 30–34.
- Iswahyudi, Rimbawan, & Damayanthi, E. (2016). *Evaluasi mutu protein biskuit yang memanfaatkan blondo dan diperkaya dengan tepung ikan gabus*. 1(2), 129–139.
- Kanti, W. D. C., & Wulandari, A. (2022). Analisa Proksimat *Cookies* dengan Substitusi Tepung Lokal. *Agrointek*, 16(1), 96–103. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i1.12562>

- Kapseu, C., Nkouam, G. B., Dirand, M., Barth, D., Perrin, L., T. C. (2004). Water vapour sorption isotherms of sheanut kernels (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. *Water Vapour Sorption Isotherms of Sheanut Kernels*, 4(4), 235–241.
- Kumaran, M. K., Mukhopadhyaya, P., & Normandin, N. (2006). Determination of equilibrium moisture content of building materials: Some practical difficulties. *Journal of ASTM International*, 3(10), 1–9. <https://doi.org/10.1520/JAI100265>
- Luthfiyanti, R., Iwansyah, A. C., Pamungkas, N. Y., & Triyono, A. (2020). Penurunan Mutu Senyawa Antioksidan dan Kadar Air Terhadap Masa Simpan Permen Hisap Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* Linn.). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.26578/jrti.v14i1.5343>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2012). *Brock Biology of Microorganisms (Thirteenth)*. Pearson Education, Inc. <https://doi.org/10.1093/nq/s3-XII.310.469-a>
- Mayasari, R. (2015). Kajian Karakteristik Biskuit yang Dipengaruhi oleh Perbandingan Tepung Ubi Jalar dan Tepung Kacang Merah. *Teknologi Dan Industri Pangan*, 1, 105–112.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 51 Tahun 2016 Tentang Standar Produk Suplemen Gizi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Nastiti, A. N., & Christyaningsih, J. (2019). Pengaruh Substitusi Tepung Ikan Lele Terhadap Pembuatan Cookies Bebas Gluten Dan Kasein Sebagai Alternatif Jajanan Anak Autism Spectrum Disorder [Effect of Catfish Flour Substitution towards Gluten-Free and Casein-Free Cookies as an Alternative Snack for. *Media Gizi Indonesia*, 14(1), 35–43. <https://doi.org/10.20473/mgi.v14i1.35-43>
- Nurhayati, T., Nurjanah, & Sanapi, C. H. (2013). Karakterisasi Hidrolisat Protein Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(3), 207–214.
- Panjaitan, T. F. C., Fadhlullah, M., Nurmala, R., & Sipahutar, Y. H. (2021). Analisis Kandungan Nutrisi Biskuit Cracker dengan Penambahan Tepung Ikan Teri Nasi (*Stolephorus* sp .) di UD. Sinar Bahari. *Prosiding Simposium Nasional VIII Kelautan Dan Perikanan*, 195–202. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/issue/view/1040>
- Ramadhan, R., Nuryanto, N., & Wijayanti, H. S. (2019). Kandungan Gizi dan Daya Terima Cookies Berbasis Tepung Ikan Teri (*Stolephorus* sp) Sebagai PMT-P untuk Balita Gizi Kurang. *Journal of Nutrition College*, 8(4), 264–273. <https://doi.org/10.14710/jnc.v8i4.25840>
- Rosida, D. F., Putri, N. A., & Oktafiani, M. (2020). Characteristics of Modified Flour Cookies (*Xanthosoma sagittifolium*) With The Addition of Tapioca. *Agrointek*, 14(1), 45–56.
- Setiaboma, W., Kristanti, D., & Afifah, N. (2020). Pendugaan Umur Simpan Kukis Mocaf dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Kadar Air Kritis. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 167. <https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.5939>
- Sunyoto, M., Djali, M., & Syafaah, M. (2017). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan dalam berbagai jenis kemasan dengan metode akselerasi melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Penelitian Pangan*, 2(1), 55–63.
- Wibowo, N. R. (2018). *Penentuan Umur Simpan Cookies Garut (Maranta arundinacea) Multi Kemasan Pada Berbagai Variasi Kelembaban Udara Ruang Penyimpanan Dengan Motode ASLT dan Model Keseimbangan Massa*. 3(1984), 1–13. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Winarno, F. G. (2009). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, A., Waluyo, S., & Novita, D. D. (2013). *Prediksi umur simpan kerupuk kemplang dalam kemasan plastic polipropilen beberapa ketebalan*. IPB Press.
- Wulandari, A., Waluyo, S., & Novita, D. (2013). Prediksi Umur Simpan Kerupuk Kemplang Dalam Kemasan Plastik Polipropilen Beberapa Ketebalan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 2(2), 105–114.
- Yasinta, U. (2017). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Pisang Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Cookies. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3), 119–123. <https://doi.org/10.17728/jatp.200>