

KARAKTERISTIK MUTU DAN AIR TERIKAT GISUKE-NI IKAN KEMBUNG (*Rastrelliger sp.*)

Andarini Diharmi, N Ira Sari, Kenzo Aditya Muhammad Yandhria Putra*

Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Kampus
Bina Widya Km. 12.5, Jalan Soebrantas, Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Korespondensi*: kenzoadityamuhammad@gmail.com

Diterima: 23 Juni 2020/ Disetujui: 16 Agustus 2020

Cara sitasi: Diharmi A, Sari NI, Putra KAMY. 2020. Karakteristik mutu dan air terikat gisuke-ni ikan kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 23(2): 320-332.

ABSTRAK

Niboshi merupakan produk ikan kering tradisional Jepang dan gisuke-ni merupakan olahan lanjutan dari niboshi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh formula bumbu terhadap mutu sensori dan kimia, isotermi sorpsi air, dan air terikat gisuke-ni. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan formulasi bumbu berbeda. Penelitian dilakukan dengan tahapan pembuatan niboshi, gisuke-ni dengan formulasi bumbu (manis, asin, dan pedas). Paramater analisis terdiri atas proksimat, sensori, kurva isotermis sorpsi air, dan air terikat. Hasil analisis proksimat niboshi adalah kadar air 21,9% protein 69,7%, abu 17,1%, lemak 3,2%, dan karbohidrat 9,8%. Gisuke-ni bumbu asin kadar air, protein, abu, lemak, dan karbohidrat berturut-turut pada gisuke-ni bumbu asin adalah 4,5; 59,8; 16,4; 4,4 dan 19,2%. Pada gisuke-ni bumbu manis, kadar air, protein, abu, lemak dan karbohidrat berturut-turut 6,1; 68,3; 13,1; 6,4; dan 12,1%. Adapun gisuke-ni bumbu pedas mengandung kadar air, protein, abu, lemak dan karbohidrat berturut-turut 8,5; 77,5; 13,3; 6,2 dan 3,0%. Gisuke-ni bumbu pedas dengan kapasitas air terikat primer, sekunder, dan tersier adalah 3,51% pada a_w 0,26; 4,0% pada a_w 0,79 dan 30% pada a_w 1,0.

Kata kunci: fraksi air terikat, isotermis sorpsi air, niboshi, sensori

*Quality Characteristics and Bound Water of Mackerel (*Rastrelliger sp.*) Gisuke-ni*

ABSTRACT

Niboshi is a Japanese traditional of dried of fish products and Gisuke-ni is resulted from the continued processing of niboshi. This study was aimed to determine the effect of seasoning formula on the sensory and chemical qualities of gisuke-ni, as well as isothermic absorption water and bound water. The design used was a completely randomized design non factorial complete random design with the different seasoning formulations treatments. The research was carried out consisting of on several stages, namely producing the making of niboshi, followed by the making of gisuke-ni by giving seasoning (sweet, spicy, and salty). Analysis parameters consist of including proximate, organoleptic, sorption isothermic curves of water, and bound water were performed. The results of the analysis of chemical composition (moisture content, protein, ash, fat, and carbohydrate) Niboshi were 21.9, 69.7 (wb), 17.1, 3.2 and 9.8% (ddb), respectively. Gisuke-ni salted seasoning (P1) The levels of moisture, protein, ash, fat, and carbohydrate content on gisuke-ni salted seasoning (P1) were respectively 4.5, 59.8, 16.4, 4.4, and 19.2% (bkdb), respectively, while the . Gisuke-ni sweet seasoning (P2) moisture, protein, ash, fat and carbohydrate content on gisuke-ni sweet seasoning (P2) were respectively 6.1, 68.3, 13.1, 6.4, and 12.1% (db), respectively. In addition, Spicy Gisuke-ni (P3) contained the moisture content, protein, ash, fat and carbohydrate levels were respectively 8.5, 77.5, 13.3, 6, and 3.0% (db), respectively. The spicy Gisuke-ni spice (P3) The content of primary, sekunder and tersier bound water capacity were 3.51% at a_w 0.26, 4.0% at a_w 0.79 and 30% at a_w 1.0, respectively.

Keywords: bound water fraction, gisuke-ni, isotherm sorption of water, niboshi, sensory

PENDAHULUAN

Ikan kembung merupakan salah satu ikan berpotensi di Indonesia. Ikan kembung mengandung omega 3 dan 6 berfungsi untuk mencegah penyakit jantung dan untuk mencerdaskan otak (Nalendrya *et al.* 2016). Produksi ikan kembung hasil tangkapan Indonesia tahun 2017 sebesar 465.158.980 ton (KKP, 2018). Ikan kembung sampai saat ini dikonsumsi sebagai lauk yang dimasak secara utuh misalnya peda, digoreng, dibakar, kuah pindang, dan salah satunya diolah menjadi ikan kering. Beberapa penelitian tentang pengolahan ikan kembung yang telah dilaporkan adalah ikan kembung asap menggunakan asap cair dari kayu karet hasil redestilasi (Suroso *et al.* 2018). Ikan kembung mengandung omega 3 yang terdiri dari asam lemak linolenat (0,031-0,199%, EPA (0,035-0,132)%, DHA (0,041-0,176)% (Salamah *et al.* 2004)

Ikan kering adalah makanan dengan berbahan dasar ikan. Ikan diolah dengan pemberian garam dan dikeringkan. Ikan kering memiliki rasa mulai dari tawar sampai asin. Penggemar ikan kering sangat beragam dan produk ikan kering dapat dikategorikan makanan mewah dan dipasarkan di swalayan atau supermarket (Rahmawati *et al.* 2018). Salah satu jenis produk dari ikan kering adalah niboshi dan gisuke-ni. Niboshi adalah salah satu produk olahan ikan tradisional Jepang yang dikeringkan, tetapi sebelumnya dilakukan perebusan dalam air garam dengan konsentrasi 7-8% selama kurang lebih 15 menit. Niboshi salah satu produk olahan perikanan yang termasuk dalam kelompok ikan kering atau ikan rebus kering (*boiled dried fish*). Niboshi berasal dari Jepang merupakan produk yang dibuat dari ikan yang berukuran kecil. Gisuke-ni merupakan salah satu produk berbumbu khas Jepang yang merupakan produk lanjutan dari niboshi yang diberi bumbu/*seasoning* dengan pemasakan berupa pengukusan dan selanjutnya dikeringkan (Shimizu 1997). Gisuke-ni dapat dibuat di Indonesia sebagai alternatif diversifikasi produk dari ikan.

Mutu gisuke-ni ditentukan secara kimia, sensori, dan model kurva isotermin sorpsi

air (ISA). Kurva isotermin sorpsi air (ISA) merupakan kurva yang menggambarkan pola penyerapan uap air suatu bahan. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara kadar air bahan dengan kelembaban relatif keseimbangan dengan aktivitas air (a_w) pada bahan dan suhu tertentu. Menurut Marsili (1993), isotermin sorpsi air dan fraksi air terikat berperan penting dalam merancang proses pengeringan, terutama menentukan titik akhir pengeringan serta menentukan stabilitas pangan selama penyimpanan maupun distribusi. Lodero *et al.* (2016) menyatakan bahwa stabilitas produk ditentukan oleh kelembaban relatif kesetimbangan (RH) atau aktivitas air (a_w) tempat penyimpanan dan kadar air kesetimbangan bahan pangan (Me).

Penelitian tentang isotermin sorpsi air (ISA) sudah banyak dilakukan terutama pada tepung, di antaranya Ayala Aponte (2015) tentang ISA tepung singkong dihasilkan model yang paling tepat yaitu model GAB. Chisté *et al.* (2012) ISA tepung tapioka model GAB dan penelitian Suppakul *et al.* (2013) tentang ISA tepung singkong yang paling tepat yaitu GAB. Penelitian tentang ISA pada ikan kering masih jarang dilakukan.

Masyarakat Indonesia masih banyak yang memiliki sudut pandang bahwa ikan beserta olahannya memiliki rasa yang tidak baik karena bau amis dan teksturnya yang lembek membuat banyak masyarakat tidak menyukai ikan. Oleh karena itu perlu diversifikasi dan penganekaragaman bentuk hasil pengolahan ikan kering. Assagaf (2001), menyatakan bahwa pemberian formula rasa dapat memengaruhi karakteristik mutu secara kimia dari gisuke-ni. Berdasarkan penelitian sebelumnya maka perlu penelitian tentang karakteristik mutu dan fraksi air terikat gisuke-ni ikan kembung, sehingga diharapkan masyarakat yang tidak suka makan ikan menjadi suka karena olahan ikan tersebut dengan berbagai formula bumbu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh formula bumbu yang berbeda terhadap mutu gisuke-ni, karakteristik kurva isotermin air dan air terikat.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah ikan kembung dengan ukuran ± 20 cm. Bahan pengolahan berupa bumbu-bumbu terdiri atas garam dapur, gula pasir, cabai, bawang merah, bawang putih, cuka dan jahe. Bahan untuk analisis kimia berupa asam sulfat (H_2SO_4), kalium sulfat, asam klorida, asam borat, petroleum eter, garam-garam jenuh yaitu magnesium klorida, kalium iodida, natrium klorida, kalium klorida dan potasium kromat. Semua bahan kimia dari Merck

Peralatan berupa timbangan analitik (Boeco, Jerman), oven (Binder) desikator, erlenmeyer, labu Kjeldhal, soxhlet, pipet, alat destruksi, alat destilasi, buret dan lain-lain.

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimen dan rancangan yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan pemberian bumbu yang berbeda (pedas, asin, dan manis) pada gisuke-ni. Parameter analisis yang dilakukan uji komposisi kimia (proksimat), dan sensori (uji hedonik). Hasil analisis sensori perlakuan terbaik dari hasil analisis proksimat dan sensori dilanjutkan untuk analisis isothermis sorpsi air (ISA) dan fraksi air terikat.

Isothermis sorpsi air (ISA) dari gisuke-ni bertujuan untuk menentukan model dari kurva isothermis sorpsi air gisuke-ni dengan pengaturan kondisi RH dan penentuan kadar air seimbang. Penentuan kadar air kesetimbangan gisuke-ni dengan cara pengaturan RH dari beberapa garam jenuh dan disimpan pada suhu ruang. Analisis fraksi air terikat bisa dilakukan apabila telah dihasilkan kurva isothermis sorpsi air.

Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri atas 3 tahap. Tahap 1 Persiapan bahan baku, Tahap 2 pembuatan niboshi dan dilanjutkan dengan pembuatan gisuke-ni. Tahap 3 pembuatan kurva isothermis sorpsi air (ISA) dan penentuan fraksi air terikat.

1. Persiapan bahan

Ikan kembung disiangi, dicuci dengan air mengalir bertujuan untuk untuk mendapatkan

filet yang bersih. Filet dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dibekukan di dalam freezer hingga siap digunakan.

2. Pembuatan Niboshi dan Gisuke-ni

Prosedur pembuatan niboshi mengacu pada Shimizu (1997) dengan tahapan sebagai berikut. Air dididihkan pada suhu $80^{\circ}C$, dan filet ikan kembung dimasukkan ke dalam wadah yang telah berisi air panas hingga ikan terendam (1:4). Proses perebusan tersebut ditambahkan garam secara bertahap (8%) berdasarkan bobot ikan. Fillet ikan direndam dalam air tersebut selama 10 menit. Selama proses pemasakan fillet ikan menjadi niboshi suhu dipertahankan ($80^{\circ}C$). Filet ikan dikeluarkan dari panci dan diletakkan di atas para-para penjemuran untuk dikeringkan. Filet dikeringkan dengan sinar matahari selama 18 jam sampai kadar air 18%.

Gisuke-ni

Prosedur pembuatan gisuke-ni mengacu pada Shimizu (1997), dengan tahapan sebagai berikut. Pembuatan gisuke-ni dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, yaitu tahap pendahuluan untuk menentukan formula yang akan digunakan. Bumbu yang digunakan dalam pembuatan gisuke-ni formulasi yaitu rasa asin, manis dan pedas. Formulasi bumbu dapat dilihat pada *Table 1*. Niboshi dimasak dengan cara dikukus selama 15 menit bersama bumbu yang telah ditentukan lalu niboshi yang telah berbumbu dikeringkan dengan pengering mekanis

Table 1 Gisuke-ni Seasoning Formulation

Raw materials	Taste (%)*		
	Salty	Sweet	Spicy
Sugar (g)	0	15	0
Salt (g)	15	0	0
Chili (g)	0	0	15
Ginger(g)	3	3	3
Vinegar (g)	2	2	2
Garlic (g)	1.25	1.25	1.25
Red onion (g)	1	1	1

*: % seasoning based on fish weight

3. Kadar keseimbangan dan kurva isotermis sorpsi air

Larutan garam jenuh pada penelitian ini digunakan lima jenis garam yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam wadah stoples (dimodifikasi sebagai desikator) dan dilarutkan dengan sejumlah air serta diaduk. Wadah yang telah berisi larutan garam ditutup dan dibiarkan selama 24 jam pada kondisi 30°C (Spiess dan Wolf 1987). Sampel sebanyak 5 g ditimbang dan dimasukkan kedalam wadah yang telah diketahui beratnya. Wadah/cawan yang berisi sampel diletakkan dalam desikator yang berisi larutan garam jenuh, dan disimpan dalam ruangan pada suhu 30°C. Dilakukan penimbangan secara periodik sampai diperoleh berat yang konstan sampai tercapai kadar air kesetimbangan. Kadar air konstan dihitung sebagai kadar air kesetimbangan yang ditentukan menggunakan metode oven (AOAC 2005). Menurut Lang dan Steinberg (1980), berat yang konstan diukur kadar airnya. Berdasarkan kadar air akhir dan aktivitas air kesetimbangan maka dibuat kurva sorpsi isotermisnya

Prosedur Analisis

Analisis kadar air (AOAC, 2005, No. 960.46(8))

$$\text{Kadar air} = \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = berat cawan porselen kosong (g)
 B = berat cawan porselen dengan sampel (g)
 C = berat cawan dengan sampel setelah dikeringkan (g)

Analisis kadar abu (AOAC 2005 No. 920.153)

Cawan porselen bersih dikeringkan dalam oven selama 1 jam, dan didinginkan selama 30 menit dan ditimbang hingga beratnya konstan (A g). Sampel ditimbang 2–3 g dimasukkan ke dalam cawan porselen (B g) kemudian dibakar dalam tanur selama 3–4 jam hingga diperoleh abu putih dengan suhu pengabuan 600°C. Sampel didinginkan selama 30 menit, sampel dipanaskan lagi dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Cawan berisi

sampel didinginkan dan ditimbang beratnya sampai konstan (C g). Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100\%$$

Analisis kadar protein (AOAC 2005 No. 981.10)

Analisis kadar protein dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap destruksi

Sampel sebanyak 1 g yang telah halus dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan 10 mL asam sulfat (H₂SO₄) dan 1 g katalis (Cu kompleks). Campuran tersebut didestruksi di dalam lemari asam selama 2 jam hingga terbentuk cairan hijau bening kemudian didinginkan selama 30 menit.

2. Tahap destilasi

Larutan hasil destruksi ditepatkan volumenya dengan akuades hingga mencapai 100 mL pada labu ukur. Sampel diambil sebanyak 25 mL ke dalam labu Kjeldahl serta ditambahkan 5–7 tetes indikator pp dan NaOH 40% hingga terbentuk larutan berwarna merah, disiapkan larutan penampung dalam labu erlenmeyer yang berisi 25 mL asam boraks (H₂BO₃) 2% dan 3 tetes indikator campuran (metilen merah dan metilen biru). Destilasi dilakukan hingga terbentuk larutan hijau. Hasil destilasi didinginkan selama ±15 menit.

3. Tahap titrasi

Selanjutnya hasil destilasi dalam erlenmeyer dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga larutan berwarna biru. Kadar protein dihitung dengan rumus berikut:

$$\%N = \frac{(\text{mL HCl sampel} - \text{mL blanko}) \times N \text{ HCl} \times \text{BA Nitrogen}}{1000 \times \text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Kadar protein = %N × Faktor Konversi (6,25)

Keterangan: Berat atom Nitrogen = 14,007

Analisis kadar lemak (AOAC 2005 No. 948.15)

Labu penyaring dikeringkan dalam oven pada suhu 105–110°C selama 1 jam, didinginkan dan ditimbang beratnya (A g). Sampel sebanyak 5g ditimbang (X g) dan

dibungkus dengan kertas saring yang telah dikeringkan, dimasukkan ke dalam soxhlet yang telah disiapkan bersama labu penyaring di kondensator. Pelarut dietil eter ditambahkan ke dalam soxhlet, kemudian dipanaskan. Setelah proses ekstraksi berlangsung 5 jam, hasil penyaringan dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 105-110°C, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (B g). Kadar lemak dihitung dengan rumus;

$$\text{Kadar lemak} = \frac{B - A}{X} \times 100\%$$

Analisis kadar karbohidrat by difference (AOAC 2005)

Kadar karbohidrat dihitung dengan metode pengurangan (*by difference*) sebagai berikut;

$$\text{Kadar karbohidrat} = 100\% - (\% \text{air} + \% \text{abu} + \% \text{lemak} + \% \text{protein})$$

Kurva Isotermal Sorpsi Air (Spies and Wolf 1987)

Kurva sorpsi isotermis dibuat dengan cara menghubungkan kadar air kesetimbangan (%) terhadap kelembaban relatif (RH) pada suhu ruang (tetap). Larutan garam jenuh yang digunakan untuk menghasilkan kondisi RH yang diinginkan dalam desikator penyimpanan sampel. RH garam jenuh pada suhu 30°C pada MgCl₂ yaitu 32,4%, KI 41,2%, NaCl 74,9%, KCl 83,6% dan K₂CrO₄ 0,87% dengan a_w 0,32; 0,69; 0,74; 0,81 dan 0,86 (Bell dan Labuza 2000). Kurva isotermal sorpsi air didapatkan dengan menghubungkan antara kadar air kesetimbangan dan kelembaban relatif atau a_w dari garam jenuh

Penetapan Kadar Air Setimbang

Penetapan kadar air setimbang dilakukan dengan metode statis pada suhu kamar (30°C). Sampel sebanyak 5 g diletakkan ke dalam cawan dengan kelembaban yang diberikan larutan garam jenuh dalam desikator. Selama 24 jam dilakukan 3 kali penimbangan. Setelah kesetimbangan tercapai, kadar air bahan ditentukan dengan metoda oven pada suhu 105°C selama 24 jam

Analisis Fraksi Air Terikat

Analisis Fraksi Air terikat terdiri atas

analisis fraksi air terikat primer, sekunder dan tersier dari kurva isotermis sorpsi air. Kurva isotermis air sudah dibuat untuk dapat menentukan fraksi air terikat secara primer, sekunder dan tersier.

Air terikat primer

Air terikat primer dapat ditentukan dengan model isotermis sorpsi air BET (Labuza 1968). Modifikasi persamaan BET adalah;

$$\frac{a_w}{(1-a_w)m} = \frac{1}{M_p C} + \frac{C-1}{M_p C} a_w$$

$$y = \frac{a_w}{(1-a_w)m}$$

$$a = \frac{1}{M_p C}$$

$$b = \frac{C-1}{M_p C}$$

a_w = Aktivitas air

m = Kadar air keseimbangan (%)

M_p = Kapasitas air primer

C = Konstanta

Nilai a dan b didapat dengan analisis regresi data antara a_w dan $a_w/(1-a_w) m$, dari persamaan yang ada dapat diketahui nilai konstanta C dan M_p sebagai kapasitas air terikat primer.

Air terikat sekunder

Air terikat sekunder ditentukan dengan model analisis logaritma yang dinyatakan oleh Soekarto (1978). Model matematika nya adalah:

$$\text{Log}(1-a_w) = b(m) + a$$

Keterangan

m = kadar air pada aktivitas air (a_w)

b = faktor kemiringan

a = titik potong ordinat

Plot semi log (1- a_w) terhadap m dari gisuke-ni menghasilkan garis lurus yang patah menjadi dua garis seperti pada *Figure 4*. Soekarto (1978), mengartikan garis lurus pertama sebagai air terikat sekunder dan garis lurus kedua merupakan air terikat tersier. Titik potong kedua garis lurus tersebut adalah peralihan dari air terikat sekunder ke air terikat tersier dan dipandang sebagai batas

atas kapasitas air terikat sekunder.

Jika garis lurus pertama mewakili air terikat sekunder dengan persamaan.

$$\log(1-aw) = b_1 Ms + a_1$$

Garis lurus kedua mewakili air terikat tersier dengan persamaan.

$$\log(1-aw) = b_2 Ms + a_2$$

Pada titik potong kedua garis lurus berlaku rumus

$$b_1 Ms + a_1 = b_2 Ms + a_2$$

Dimana Ms merupakan kadar air pada titik potong, yang berarti juga air terikat sekunder.

Analisis Sensori (Kartika 1988)

Analisis sensori dilakukan dengan uji hedonik (kesukaan) dengan panelis tidak terlatih sebanyak 80 orang. Skor penilaian berdasarkan uji kesukaan (hedonik) panelis pada produk yaitu rupa, rasa, aroma, dan tekstur. Panelis mengukur skor dengan 9 skala nilai 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 yaitu amat sangat suka sekali (9), sangat suka sekali (8), sangat suka (7), suka (6), agak suka (5), agak tidak suka (4), tidak suka (3), sangat tidak suka (2), dan tidak suka sama sekali (1).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian diolah secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel, kurva dan histogram. Data dianalisis varian (anova) menggunakan program SPSS versi 23.0. Analisis sensory menggunakan uji *Kruskall Walls*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Niboshi

Niboshi dibuat dari jenis ikan kembung melalui proses perebusan dan pengeringan dibawah sinar matahari selama 18 jam. Hasil analisis proksimat niboshi disajikan pada *Table 2*.

Kadar protein niboshi yang tinggi disebabkan oleh penurunan kadar air yang sangat signifikan yang menyebabkan kadar protein meningkat. Sesuai dengan Adawyah (2007), kadar air yang mengalami penurunan akan mengakibatkan kandungan protein di dalam bahan mengalami peningkatan. Niboshi memiliki kadar air sebesar 21,9%. Kadar air Niboshi lebih rendah daripada

kadar air ikan asin kambing-kambing 24,09% (Akbarinsyah *et al.* 2019). Kadar air niboshi sesuai dengan SNI 01-2721-1992 bahwa kadar air ikan kering tidak boleh melewati batas maksimum yaitu 40% (BSN 1992). Kadar abu niboshi sebesar 17,1% dipengaruhi oleh adanya kandungan garam. Agustini *et al.* (2009) melaporkan bahwa kadar abu ikan kering di Indonesia berkisar 0,15-0,22%. Hasil analisis kadar abu niboshi relatif tinggi (17%). Menurut Chirapart (2006), tinggi rendahnya kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan pangan dipengaruhi oleh jumlah mineral bahan.

Niboshi memiliki kandungan lemak sebesar 3,2%. Kadar lemak dipengaruhi oleh waktu dan suhu yang digunakan pada proses pengeringan menyebabkan peningkatan kadar lemak. Yuniarti *et al.* (2007) menyatakan bahwa dengan lamanya waktu dan suhu tinggi yang digunakan pada proses pengeringan akan menyebabkan kandungan lemak pada bahan meningkat dan kandungan air turun. Kadar karbohidrat dari niboshi sebesar 9,8%. Rendahnya kadar karbohidrat ini disebabkan ikan bukanlah sumber karbohidrat.

Gisuke-ni

Gisuke-ni merupakan produk lanjutan dari niboshi yang diberi bumbu. Hasil analisis proksimat gisuke-ni disajikan pada *Table 2*.

Kadar Protein

Kadar protein gisuke-ni adalah 59,8% pada perlakuan bumbu asin (P_1), 68,3% pada bumbu manis (P_2), dan 77,5% pada perlakuan bumbu pedas (P_3). Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan pemberian formula bumbu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein dari gisuke-ni. Hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan formula bumbu berbeda nyata pada tiap perlakuan. Menurut Sartika (1999), bahwa cabai dapat menambah protein pangan sebanyak 12-15% sehingga pada perlakuan bumbu pedas (P_1) kandungan proteinnya cukup tinggi dibandingkan perlakuan bumbu asin (P_2) dan bumbu manis (P_3).

Kadar Air

Kadar air dari gisuke-ni pada 3 perlakuan

Table 2 Composition of Niboshi and Gisuke-ni proximate

Composition	Niboshi	Salty (P1)	Sweet (P2)	Spicy (P3)
Moisture	21.94±0.43	4.5±0.11 ^a	6.1±0.09 ^b	8.5±0.09 ^c
Protein	69.74±0.16	59.8±0.65 ^a	68.3±0.35 ^b	77.5±1.01 ^c
Ash	17.19±0.59	16.4±0.09 ^b	13.1±0.06 ^a	13.3±0.33 ^a
Lipid	3.24±0.04	4.4±0.19 ^a	6.4±0.14 ^c	6.0±0.09 ^b
Carbohydrate	9.83±0.36	19.2±0.61 ^c	12.1±0.28 ^b	3.0±0.63 ^a

Note: different superscripts letter in a row indicate that the value is significantly different ($p < 0.05$)

bumbu berkisar 4,5-8,5%. Kadar air tertinggi pada perlakuan bumbu pedas (P_3) dan terendah pada bumbu asin (P_1). Hasil analisis variansi formula bumbu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air dari gisuke-ni. Formulasi bumbu memberikan perbedaan yang nyata antara masing-masing perlakuan. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa setiap perlakuan saling memberikan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Perlakuan bumbu asin (P_1) memiliki kadar air terendah karena pada saat pengolahan dibumbui oleh garam. Hal ini sesuai dengan Hidayat (2006), yang menyatakan bahwa garam dapat menyerap air dalam bahan pangan sehingga membuat kadar air turun. Kadar air pada perlakuan bumbu manis (P_2) memiliki yang tidak begitu tinggi karena adanya gula yang bersifat mengikat air.

Kadar Abu

Kadar abu gisuke-ni dengan berbagai perlakuan 13,1-16,4% kadar abu terendah pada bumbu manis (P_2) dan tertinggi bumbu asin (P_1). Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan pemberian formula bumbu pada gisuke-ni berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Formulasi bumbu berbeda nyata antara perlakuan. Tingginya kadar abu pada bumbu asin (P_1) diduga karena bahan mengandung cukup banyak garam yang mengandung bermacam mineral. Hardjo (2005), menyatakan bahwa garam (NaCl) adalah senyawa anorganik yang dalam proses pembakaran tertinggal sebagai abu dan dengan demikian makin banyak jumlah garam yang tertinggal pada bahan, kadar abu semakin tinggi.

Kadar Lemak

Hasil analisis kadar lemak gisuke-ni dengan formulasi rasa memiliki kadar lemak berkisar 4,4-6,4%. Kadar lemak tertinggi pada bumbu manis (P_2) dan terendah bumbu asin (P_1). Hasil analisis variansi menunjukkan formula bumbu pada gisuke-ni berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada kadar lemak gisuke-ni. Formulasi bumbu yang diberikan memberikan perbedaan yang nyata. Perlakuan bumbu asin (P_1) memiliki kadar lemak terendah karena adanya pemberian garam. Hal ini sesuai dengan Hall (1992), menyatakan bahwa kadar lemak akan turun karena pengaruh konsentrasi garam, karena garam berperan sebagai katalis pada proses oksidasi dari lemak. Menurut USDA (2019), cabai mengandung lemak 0,44% sehingga kadar lemak pada gisuke-ni dapat dipengaruhi oleh cabai.

Kadar Karbohidrat

Rata-rata karbohidrat pada gisuke-ni manis, pedas dan asin berkisar 3,0-19,2%. Kadar karbohidrat terendah bumbu pedas (P_3) dengan rata-rata 3,0% dan tertinggi pada perlakuan bumbu asin (P_1) dengan rata-rata 19,2%. Rendahnya kandungan karbohidrat pada gisuke-ni, berbumbu pedas hal ini disebabkan kandungan proteinnya tinggi (77,5%). Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan pemberian formula bumbu pada gisuke-ni berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat pada gisuke-ni.

Karakteristik Sensori Gisuke-ni

Berdasarkan uji kesukaan yang telah dilakukan terhadap rupa, rasa, tekstur dan aroma pada gisuke-ni diperoleh hasil yang disajikan pada *Table 3*.

Table 3 Sensory of gisuke-ni

Characteristics	Salty (P1)	Sweet (P2)	Spicy (P3)
Apperance	6.48 ^a	7.46 ^b	8.13 ^c
Flavor	6.76 ^a	7.20 ^b	8.08 ^c
Texture	6.42	6.56	6.70
Aroma	6.68 ^a	7.15 ^b	7.85 ^c

Note: different superscripts letter in a row indicate that the value is significantly different ($p < 0.05$)

Rupa

Table 3 menunjukkan rata-rata rupa tertinggi pada perlakuan bumbu pedas (P_3) yaitu 8,13. Rupa gisuke-ni memiliki kategori sangat suka sekali oleh panelis. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan formula bumbu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rupa dari gisuke-ni. Gisuke-ni berbumbu asin (P_2) memiliki rupa sangat kering dan berwarna cokelat gelap. Hal ini disebabkan karena penambahan garam menyebabkan persentase air menurun karena garam menyerap air dalam daging sehingga kadar air menurun dan pengaruh suhu yang tinggi menyebabkan rupa makanan menjadi gelap (Wijatur, 2009). Gisuke-ni bumbu manis (P_2) memiliki rupa sedikit kuning kecoklatan karena gula mengalami reaksi pencoklatan yaitu karamelisasi. Cabai pada bumbu pedas (P_3) memiliki rupa sedikit coklat dan cenderung gelap. Menurut Erliza *et al.* (2010), cabai merah yang masih berwarna hijau akan membuat produk pangan menjadi kecoklatan. Selain itu, proses pemanasan juga sangat berpengaruh terhadap warna yang dihasilkan, karena menurut Saleh (2002), suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kenampakan yang cenderung gelap.

Rasa

Hasil analisis sensori rasa menunjukkan nilai tertinggi perlakuan bumbu pedas (P_3) 8,08 dan terendah bumbu asin (P_1). Pemberian bumbu pedas (P_3) pada gisuke-ni memiliki kriteria sangat suka sekali oleh panelis. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan formula bumbu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rasa dari gisuke-ni

Pemberian bumbu pedas (P_3) sangat disukai karena saat pengolahan ditambahkan cabai sebagai salah satu komponen bumbu. Hal ini sejalan dengan Trubus (2003), yang menyatakan bahwa cabai memberikan cita rasa yang baik yang sangat disukai oleh kebanyakan orang Indonesia dan cabai dapat menambah kualitas mutu dari suatu produk pangan. Rasa manis pada gisuke-ni bumbu manis (P_2) karena pengaruh konsentrasi gula yang diberikan. Febrianingsih *et al.* (2016) melaporkan bahwa penambahan gula berpengaruh terhadap flavor daging ikan. Adanya citarasa rempah-rempah pada semua perlakuan disebabkan karena adanya penambahan bumbu pada daging ikan dan proses pengeringan. Garam pada gisuke-ni Bumbu asin (P_1) berpengaruh terhadap rasa karena garam merupakan pemberi dan penguat rasa bumbu yang sudah ada sebelumnya. Makanan yang mengandung garam kurang dari 0,3% akan terasa hambar dan tidak disukai (Suprapti 2000).

Tekstur

Table 5 menunjukkan bahwa tekstur dari gisuke-ni dengan berbagai perlakuan 6,42-6,70 dan yang tertinggi pada bumbu pedas (P_3) nilai 6,70 dengan kriteria suka. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan formula bumbu tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap tekstur dari gisuke-ni. Perlakuan pengeringan yang sama terhadap ketiga jenis gisuke-ni menyebabkan tekstur dari gisuke-ni tidak berbeda.

Aroma

Aroma dengan rata-rata tertinggi dari gisuke-ni terletak pada perlakuan bumbu pedas (P_3) adalah 8 kriteria sangat suka. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan formula bumbu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap aroma dari gisuke-ni. Perlakuan bumbu pedas (P_3) memiliki aroma cabai yang sangat kuat. Setiap makanan memiliki aroma yang dihasilkan yaitu dari zat yang menguap sehingga dapat masuk ke dalam panca indra dan umumnya aroma yang diterima hidung dan otak merupakan campuran 4 aroma terutama harum, asam, tengik dan hangus.

Gisuke-ni bumbu asin (P_1) memiliki aroma khas ikan asin karena adanya pemberian garam pada perlakuan ini. Riansyah (2013), menyatakan garam dapat menambah daya awet dari suatu produk pangan dan menimbulkan aroma yang harum untuk spesifikasi ikan asin. Gisuke-ni bumbu manis (P_2) memiliki aroma karamel yang berasal dari gula. Gisuke-ni bumbu pedas (P_3) memiliki aroma pedas yang dihasilkan oleh zat dari cabai yaitu capsaicin. Capsaicin merupakan zat berkhasiat utama dalam buah cabe yang memberikan rasa dan aroma pedas pada cabe (Mathew 1971).

Kadar Air Kesetimbangan

Kadar air kesetimbangan gisuke-ni

Penentuan kadar air kesetimbangan gisuke-ni dilakukan dengan metoda statis pada suhu kamar (30°C) menggunakan larutan garam dengan aktivitas air (a_w) mulai 0,37 sampai dengan 0,87. Hasil analisis kadar air setimbang gisuke-ni yaitu 4,84% pada a_w 0,37; 11,68% pada a_w 0,69, 15,26% pada a_w 0,74, 19,98% pada a_w 0,81 dan 23,27 pada a_w 0,87.

Berdasarkan data kadar air kesetimbangan gisuke-ni, semakin tinggi aktivitas air (a_w) akan menyebabkan meningkatnya kadar air kesetimbangan. Peningkatan kadar air kesetimbangan ketika aktivitas air semakin tinggi, karena pada aktivitas air yang tinggi lingkungan banyak mengandung uap air sehingga terjadi perpindahan uap air ke bahan pangan yang lebih besar sampai tercapai keseimbangan kadar bahan dan lingkungan (Assagaf 2001). Aktivitas air pada gisuke-ni makin tinggi maka penyerapan air semakin tinggi.

Isotermis sorpsi air (ISA) gisuke-ni

Kurva isotermis sorpsi air dari gisuke-ni didapat dengan menghubungkan antara kadar air kesetimbangan dengan a_w dari garam jenuh. Bentuk kurva isotermis dari gisuke-ni berbentuk huruf S (Sigmoid) sehingga dapat dikatakan bahwa kurva tersebut berbentuk sigmoid sesuai dengan bentuk kurva isotermis untuk produk bahan pangan yang kompleks susunan kimianya (Labuza 1968). Kurva ISA gisuke-ni, sama halnya dengan

kurva ISA pada ikan kayu tongkol, biskuit cokelat dan ledok instant berbentuk Sigmoid (Hayati *et al.* 2004). Tipe kurva sorpsi berbentuk sigmoid karena pengaruh akumulatif dari kombinasi efek koligatif, efek kapiler dan interaksi permukaan solid dengan air (Bell dan Labuza 2000). Isotermis sorpsi air sangat penting untuk merancang proses pengeringan terutama menentukan stabilitas pangan selama penyimpanan.

Tipe kurva setiap bahan pangan sangat bervariasi tergantung sifat higroskopis suatu bahan pangan (Kusnandar 2011). Sifat higroskopis bahan pangan terdiri atas sangat higroskopis, medium dan rendah. Sorpsi isotermis menggambarkan kemampuan higroskopis yang kompleks yang dipengaruhi oleh interaksi, baik fisik maupun kimia antara komponen-komponen bahan pangan tersebut dan juga diinduksi oleh proses pemanasan atau perlakuan awal lainnya.

Figure 1 menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan gisuke-ni pada a_w 0,37 adalah 4,94%. Kadar air kesetimbangan berturut-turut adalah 11,68; 15,26; 19,98 dan 23,27%. Bentuk kurva isotermis sorpsi air yang didapat dalam penelitian ini dapat dikatakan sesuai dengan kurva isotermis sorpsi air dari bahan pangan yang mengandung protein cukup tinggi seperti kurva isotermis ikan kembung asin kering oleh Gunardi (1996) dan penelitian cumi kering oleh Latif (1999).

Fraksi air Terikat

Fraksi air terikat terdiri atas air terikat secara primer, sekunder, dan tersier (Soekarto 1978). Penentuan air terikat primer dan sekunder dan tersier berdasarkan data isotermis sorpsi air bertujuan untuk menentukan daerah masing-masing air terikat.

Penentuan fraksi air terikat primer

Analisis kadar air terikat primer, sekunder dan tersier ditentukan setelah kurva isotermis sorpsi air didapatkan. Purnomo (1995), menyatakan air terikat primer terdapat dalam bentuk satu lapis (monolayer) dengan molekul air terikat yang sangat kuat dan di daerah tersebut air sangat sulit sekali diuapkan. Air terikat primer dapat ditentukan dengan

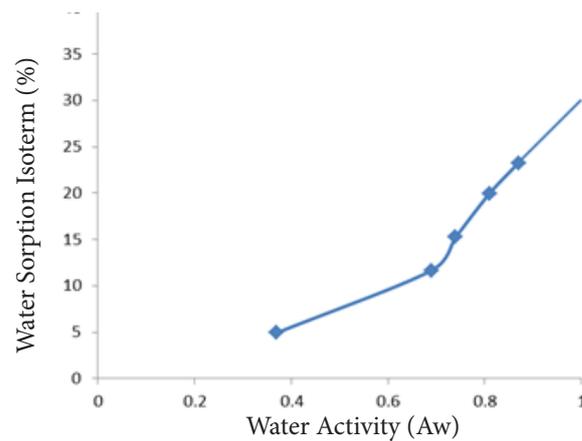


Figure 1 Water sorption isotherms curve

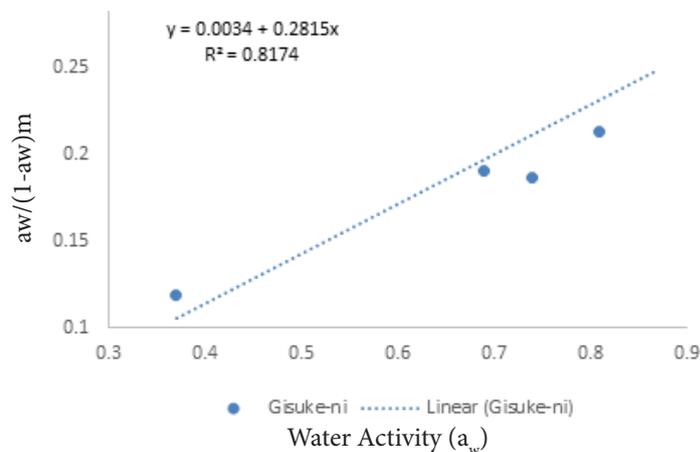


Figure 2 Plot BET water sorption isothermic gisuke-ni

model isothermis sorpsi air BET. Analisis fraksi air terikat primer sangat penting dilakukan karena dengan mengetahui kapasitas air terikat primer dalam membuat suatu produk, maka bisa merancang pengeringan yang baik agar bisa mendekati kapasitas air terikat primer karena air terikat primer tidak dapat menjadi sumber kerusakan pangan yaitu mikrobiologis, enzimatis dan kimia.

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh, didapatkan plot BET isothermis sorpsi air gisuke-ni yang diplotkan pada *Figure 2*.

Berdasarkan air terikat primer yang diperoleh, diplotkan pada grafik isothermis sorpsi air untuk gisuke-ni dengan menghubungkan antara a_w dan kadar air kesetimbangan yang terdapat pada gambar, sehingga diperoleh a_{wp} (aktivitas air primer) sebesar 0,26. Hasil perhitungan kapasitas air terikat primer (M_p) gisuke-ni adalah sebesar

3,51%. Hasil air terikat primer dari gisuke-ni berbeda dengan hasil air teikat ikan kayu tongkol 6,0% (Hayati *et al.* 2004). Hasil perhitungan air terikat primer secara lengkap disajikan pada *Table 4*.

Penentuan fraksi air terikat sekunder

Air terikat sekunder merupakan lapisan-lapisan air yang bersifat kurang kuat terikat (Pornomo, 1995). Soekarto (1978), menyatakan air terikat sekunder dapat ditentukan oleh model analisis logaritma. Hasil perhitungan menggunakan kedua persamaan garis lurus untuk gisuke-ni diperoleh kapasitas air terikat sekunder sebesar 4,0% yang berkeselimbangan pada aktivitas air sebesar 0,79. Hasil perhitungan air terikat sekunder disajikan pada *Table 4*.

Table 4 Calculation of primer bound water of gisuke-ni

a_w	$1-a_w$	m (%)	$a_w/(1-a_w)m$	Calculation results	
0.37	0.63	4.94	0.118899717	$a = 0.034$	$b = 0.2815$
0.69	0.31	11.68	0.190611315	$r = 0.8174$	$C = 83.79$
0.74	0.26	15.26	0.186455753	$Mp = 3.51$	$Ap = 0.26$
0.81	0.19	19.98	0.213355248		
0.87	0.13	23.27	0.287550549		

Table 5 Calculation of secondary bound water of gisuke-ni

a_w	$1-a_w$	m (%)	$\text{Log}(1-a_w)$	Calculation results	
0.37	0.63	4.94	0.200659451	$a_1 = 0.0251$	$a_2 = 0.0093$
0.69	0.31	11.68	0.508638306	$b_1 = 0.0457$	$b_2 = 0.037$
0.74	0.26	15.26	0.585026652	$r_1 = 1$	$r_2 = 0.9755$
0.81	0.19	19.98	0.721246399	$Ms = 4.0\%$	$As = 0.79$
0.87	0.13	23.27	0.886056648		

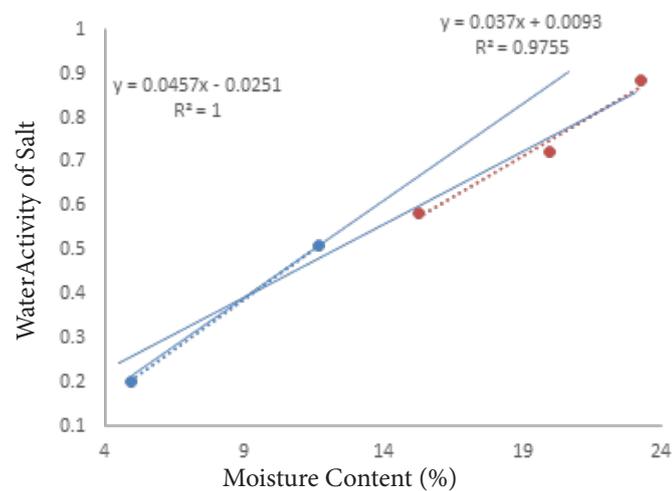


Figure 3 A linear form of isothermic sorption of gisuke-ni water from secondary and tertiary water bound

Penentuan fraksi air terikat tersier

Air terikat tersier ditentukan menggunakan asumsi bahwa batas antara kandungan air murni dan air bebas pada isothermis sorpsi air memotong garis pada a_w 1,0 (Assagaf, 2001). Penetapan kapasitas air tersier diperkirakan dengan ekstrapolasi dari kurva isothermis sorpsi air gisuke-ni seperti yang dilakukan oleh Asikin (1998) dan Assagaf (2001). Kapasitas air tersier dapat diketahui dengan melihat *Figure 1*. Diperkirakan kapasitas air terikat tersier sebesar 30%.

KESIMPULAN

Niboshi yang dihasilkan pada penelitian ini mengandung kadar protein 69,7%, air 21,9%, abu 17,1%, lemak 3,2% dan karbohidrat 9,8%. Gisuke-ni dengan formulasi bumbu pedas dengan protein tertinggi (75%bk) dan nilai sensori yang disukai oleh panelis.

Kurva isothermis sorpsi air dari gisuke-ni berbentuk sigmoid. Kapasitas air terikat primer gisuke-ni pada penelitian ini adalah 3,51% pada a_w 0,26. Kapasitas air terikat sekunder gisuke-ni pada penelitian ini adalah 4,0% pada a_w 0,79 dan pada air terikat tersier adalah 30% pada a_w 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbardiansyah, Desniar, Uju. 2018. Karakteristik ikan asin kambing-kambing (*Canthidermis maculata*) dengan penggaraman kering. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 2(2): 345-355
- Adawyah R. 2007. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Agustini TW, Darmanto YS, Susanto E. 2009. Physicochemical properties of some dried fish product in Indonesia. *Journal of Coastal Development*. 12(2): 73-80.
- Ayala-Aponte AA. 2015. Thermodynamic properties of moisture sorption in cassava flour. *DYNA*. 83(197): 138-144.
- Asikin AN. 1998. Kajian model pengeringan absorpsi fillet ikan lapis tipis menggunakan CaO sebagai absorben. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Assagaf M. 2001. Kajian Proses dan Air Terikat pada Pembuatan Gisuke-ni dari Beberapa Jenis Ikan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [AOAC] *The Association Official Analytical Chemists*. 2005. *Official methods of analysis of AOAC international*. Gaithersburg: AOAC International.
- Bell LN, Labuza TP. 2000. *Moisture Sorption: Practical Aspect of Isotherm*.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Cara Uji Ikan Asin Kering. SNI 01-2721-1992*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyawi MN, Hindarto J, Lestario LN. 2016. Pemodelan isotherm sorpsi air biskuit coklat menggunakan persamaan currie. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(2): 51-53
- Chisté RC, Silva PA, Lopes AS, da Silva Pena R. 2012. Sorption isotherms of tapioca flour. *International Journal of Food Science & Technology*. 47(4): 870-874.
- Desniar, Poernomo D, Wijatur W. 2009. Pengaruh konsentrasi garam pada peda ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) dengan *Fermentasi Spontan*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 12(1): 73-87
- Febrianingsih F, Hafid H, Indi A. 2016. Kualitas sensori dendeng sapi yang diberi gula merah dengan level berbeda. *Jurnal Ilmu dan Peternakan Tropis*: 3 (2):10-15
- Hall GM. 1992. *Fish Processing Technology*. VCH Publisher. New York
- Hidayat N. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Hayati R, Abdillah A, MK Ayob, Soekarto ST. 2004. Isotermis sorpsi air dan umur simpan ikan kayu tongkol (*Euthynnus affinis*) dari Aceh. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 15 (3): 207-213
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. *Satu Data Produksi kelautan dan Perikanan Indonesia Tahun 2017*. Pusat Data, Statistik dan Informasi kementerian kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kusnandar F. 2011. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta (ID): Dian Rakyat.
- Labuza TP. 1968. Sorption phenomena in food. *Journal of Food Technology*. 22: 263-272.
- Loredo RYA, Hernandez AIR, Sanchez EM, Aldapa CAG, Velazquez G. 2016. Effect of equilibrium moisture content on barrier, mechanical and thermal properties of chitosan films. *Journal of Food Chemistry* 196: 560-56
- Marsili R (1993) *Water Activity: Why It's Important and How to Measure It*. Reprint from Food Product Design.
- Nalendrya I, Ilmi IMB, Arini, FA. 2016. Sosis ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta L.*) sebagai pangan sumber omega 3. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(3):71-75
- Nurhayati. 1996. Mempelajari Kontribusi Flavor Gula pada Pembentukan Flavor Kecap Manis. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawati, Hafni, Pranoto, Yudi. 2018 Sifat fisiko-kimia gelatin hasil ekstraksi kulit segar dan kering beberapa jenis ikan. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PATPI*.
- Ratana-arporn P, Chirapart A. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal of Nature and Science*. 40 (Suppl.): 75 - 83
- Riansyah A. 2013. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan

- menggunakan oven. [Skripsi]. Palembang (ID): Universitas Sriwijaya.
- Salamah E, Hendarwan dan Yuniza. 2004. Studi tentang asam lemak omega-3 dari bagian-bagian tubuh ikan kembung laki-laki (*Rastrelliger kanagurta*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 8(2):30-36
- Suppakul P, Chalernsook B, Ratisuthawat B, Prapasitthi S, Munchukangwan N. 2013. Empirical modeling of moisture sorption characteristics and mechanical and barrier properties of cassava flour film and their relation to plasticizing-antiplasticizing effects. *LWT-Food Science and Technology*.50(1): 290-297.
- Sartika A. 1999. *Agribisnis Cabai*. Jakarta (ID): Penerbit Swadaya.
- Shimizu. 1997. *Traditionally Japanese Product Made From Miscellaneous Small Fish*. Tokyo (JP): University of Tokyo.
- Soekarto ST. 1978. *Pengukuran Air Ikatan dan Peranannya pada Pengawetan Pangan Pangan*.
- Spiess WEL, Wolf W. 1987. *Critical Evaluation of methods to Detemine Moisture Sorpsi Isotherm in Water Activity. Teory and Aplication to Food*. MarcellDekker. Inc. New York.
- Suroso E, Utomo TP, Hidayati S, Nuraini A. 2018. Pengasapan ikan kembung menggunakan asap cair dari kayu karet hasil redestilasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 42-53.
- Suprapti L. 2000. *Membuat Saos Tomat*. Jakarta (ID): Trubus Agrisarana.
- Trubus. 2003. *Menguak Pasar Cabai Paprika*. Jakarta (ID).
- Wijaya IMAS, Ster Ik, Yusa NM. 2014. Karakteristik isoterms air dan umur simpan ledok instan. 2014. *Agritech*. 34(2): 29-35
- Yuniarti N, Syamssuwida D, Aminah A. 2007. Pengaruh penurunan kadar air terhadap perubahan fisiologi dan kandungan biokimia benih eboni (*Diospyros celebica Bahk.*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*:5(2): 191-198