

**PENGARUH PERBANDINGAN PENAMBAHAN TEPUNG TULANG IKAN NILA  
(*Oreochromis niloticus*) DAN BUBUR RUMPUT LAUT *Ulva lactuca* TERHADAP  
KARAKTERISTIK KERUPUK**

*The Effect of Comparison Tilapia's Bone Flour (*Oreochromis niloticus*) and Mashed Seaweed *Ulva lactuca*  
Additions to the Characteristics of Crackers*

**Anita Novania\*), Sumardianto, Ima Wijayanti**

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax. +6224 7474698  
Email: [anita.novania@yahoo.com](mailto:anita.novania@yahoo.com)

Diterima : 10 Oktober 2016

Disetujui : 29 November 2016

**ABSTRAK**

Tulang ikan mengandung kalsium. Konsumsi kalsium masyarakat Indonesia masih kurang dari kebutuhan kalsium yang dianjurkan. Serat juga merupakan komponen penting pada diet manusia. Salah satu sumber serat adalah selada laut. Pemanfaatan kedua bahan pangan tersebut dapat ditambahkan pada kerupuk, sehingga dapat meningkatkan nutrisi dalam produk tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik kimia, fisik dan sensori kerupuk dengan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca*. Materi penelitian adalah tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *U. lactuca*, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 5 perlakuan perbandingan konsentrasi tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut yaitu 0%:0% (K); 5%:20% (F1); 10%:15% (F2); 15%:10% (F3); 20%:5% (F4) dengan pengulangan 3 kali. Data parametrik dianalisis menggunakan ANOVA. Data nonparametrik dianalisis dengan *Kruskal-Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerupuk dengan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut berpengaruh terhadap kadar kalsium, proksimat, volume pengembangan dan hedonik. Pada kerupuk F4 memiliki kandungan kalsium tertinggi ( $3,69 \pm 0,11$ ), kadar air terendah ( $11,43 \pm 0,06$ ), kadar abu terbesar ( $15,99 \pm 0,09$ ), kadar protein tertinggi ( $8,27 \pm 0,10$ ). Serat kasar tertinggi pada F1 ( $4,45 \pm 0,03$ ). Nilai hedonik warna dan rasa tertinggi pada F2 yaitu warna ( $4,23 \pm 1,04$ ) dan rasa ( $4,33 \pm 0,88$ ).

Kata kunci : kerupuk, tepung tulang ikan nila, *Ulva lactuca*, kalsium

**ABSTRACT**

*Fish bone contains calcium. The calcium consumption rate of Indonesian society is still less than the recommended calcium requirement. Fiber is also an important component in the human diet. One source of fiber is sea lettuce. The utilization of those two comestibles can be added to the crackers, thus increasing the nutrients in the product. This research was aimed to know the chemical, physical, and sensory characteristics of crackers that added with Tilapia's bone flour and mashed seaweed *Ulva lactuca*. The materials in this research were Tilapia's bone flour and mashed seaweed *U. lactuca*, by using Completely Randomized Design (CRD), which consist of 5 treatments of different concentrations of Tilapia's bone flour and mashed seaweed which were 0%:0% (K); 5%:20% (F1); 10%:15% (F2); 15%:10% (F3); 20%:5% (F4) with triplicates. The parametric data were analyzed using ANOVA. The nonparametric data were analyzed using Kruskal-Wallis. The results showed that crackers with Tilapia's bone flour and mashed seaweed additions affecting of calcium content, proximate, expansion volume, and hedonic point. The F4 cracker has the highest calcium content ( $3.69 \pm 0.11$  %), the lowest moisture content ( $11.43 \pm 0.06$  %), the highest ash content ( $15.99 \pm 0.09$  %), and the highest protein content ( $8.27 \pm 0.10$  %). The F1 cracker has the highest fiber content ( $4.45 \pm 0.03$  %). While the F2 cracker has the highest color and taste hedonic attributes which were ( $4.23 \pm 1.04$ ) and ( $4.33 \pm 0.88$ ) respectively.*

*Keywords: Crackers, Tilapia's bone flour, Ulva lactuca, Calcium.*

\*) Penulis Penanggung Jawab

**PENDAHULUAN**

Kerupuk merupakan suatu jenis makanan kecil yang sudah lama dikenal oleh sebagian besar

masyarakat Indonesia. Kerupuk sangat beragam dalam bentuk, ukuran, warna, bau, rasa, kerenyahan, ketebalan, ataupun nilai gizinya. Berdasarkan bahan-bahan pemberian rasa yang

digunakan dalam pengolahannya, dikenal kerupuk udang, kerupuk ikan dan berbagai jenis lainnya (Koswara, 2009). Variasi kerupuk yang beredar di kalangan masyarakat dapat dikembangkan dengan memanfaatkan tulang ikan nila dan rumput laut sebagai bahan pembuatan kerupuk.

Tulang ikan perlu untuk diperlunak agar pemanfaatannya bisa efisien bagi tubuh. Pelunakan dengan pemasakan untuk membantu pengunyahan dapat berperan pada meningkatnya asupan Ca dari makanan (Malde *et al.* 2010). Tahapan pelunakan ini dilakukan pada saat preparasi pembuatan tepung tulang ikan. Tepung tulang ikan merupakan salah satu produk pengawetan limbah ikan dalam bentuk kering yang digiling menjadi tepung. Tepung tulang ikan mempunyai nilai gizi yang tinggi, terutama kandungan kalsium dan fosfor (Nabil, 2005). Kalsium pada ikan terutama pada tulang membentuk kompleks dengan fosfor dalam bentuk apatit atau trikalsiumfosfat (Lovell, 1989) Tulang ikan dengan kandungan mineral 60-70% dalam bentuk garam anorganik terutama kalsium fosfat, keratin fosfat, dan hidroksiapatit (Kim & Mendis, 2006).

Fungsi kalsium bagi tubuh adalah sebagai nutrisi untuk tumbuh, menunjang perkembangan fungsi motorik agar lebih optimal dan berkembang dengan baik. Kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan tulang, osteoporosis, dan osteomalasia (Nieves, 2005). Cemilan kerupuk kaya kalsium menjadi alternatif penambahan kebutuhan kalsium masyarakat. Selain kalsium, serat juga merupakan komponen penting pada diet manusia. Salah satu sumber serat adalah selada laut. Selada laut *Ulva lactuca* oleh para ahli dianggap sebagai sumber makanan yang sehat bagi manusia. Hal tersebut karena sebagai salah satu anggota dari rumput laut, *ulva* mengandung serat sehingga membantu memperlancar pencernaan.

Pemanfaatan kedua bahan pangan tersebut, yaitu tulang ikan nila dan rumput laut *Ulva lactuca* dapat ditambahkan pada kerupuk sehingga dapat meningkatkan nutrisi dalam produk tersebut.

## MATERI DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung tulang ikan nila, bubur rumput laut *Ulva lactuca*, tepung tapioka, bawang putih, ketumbar, garam, soda kue, dan air. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu timbangan analitik, baskom, panci kukus, sendok, Loyang, dan alat perajang kerupuk.

### Metode Penelitian

Penelitian utama dilakukan dengan tiga tahap yaitu penepungan tulang ikan nila, pembuburan rumput laut, pembuatan kerupuk, dengan konsentrasi

tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut yaitu 0%:0% (K); 5%:20% (F1); 10%:15% (F2); 15%:10% (F3); 20%:5% (F4). Proses pembuatan kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca* diawali dengan, pembuatan tepung tulang ikan nila terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan bahan baku (tulang ikan nila), meliputi: penyortiran, penyiangan, dan pencucian, tulang ikan nila kemudian dipanaskan selama 60 menit dengan suhu antara 80°C - 85°C, proses perebusan awal dilakukan untuk mempermudah pembersihan tulang dari daging, lemak, dan darah yang menempel pada tulang. Kemudian dilakukn pencucian dan pembersihan setelah pemanasan. Selanjutnya dilakukan pemanasan kembali pada suhu 80 - 85°C selama 30 menit dan diulang sebanyak 3 kali, kemudian tulang ikan dicuci kembali dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Tulang ikan nila yang sudah kering selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran. Tulang ikan nila kemudian dilakukan deproteinasi menggunakan larutan NaOH 1N (4%) suhu 90°C selama 60 menit selanjutnya dilakukan penyaringan, pencucian residu dengan air hingga pH netral, kemudian dilakukan perendaman residu dalam HCl 1N (3,6%) (1:1) selama 24 jam, suhu 90°C, 60 menit, pencucian residu dengan air hingga pH netral kemudian dilakukan penyaringan, lalu dikeringkan didalam oven dengan suhu 50°C selama 12 jam. Tahap selanjutnya dilakukan penepungan menggunakan alat penepung. Selanjutnya pembuatan bubur rumput laut dengan membersihkan rumput laut *Ulva lactuca* dan dihaluskan dengan *blender*. Pembuatan kerupuk dibuat berdasarkan komposisi antara tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca*. Perbandingan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut sesuai perlakuan yang sudah ditentukan. Tepung tulang ikan dan bubur rumput laut dicampur dengan tepung tapioka, bawang putih, ketumbar, garam, soda kue, dan air, kemudian bahan-bahan tersebut diaduk hingga menghasilkan adonan yang kalis dan homogen. Adonan dicetak didalam loyang lalu dikukus hingga matang. Setelah itu adonan didinginkan selama 24 jam. Adonan diiris dengan alat perajang kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Kerupuk yang telah kering dilakukan pengujian.

Pengujian yang dilakukan diantaranya uji kalsium, uji proksimat, uji serat kasar, uji volume pengembangan, dan uji hedonik. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 5 perlakuan dengan masing-masing dilakukan 3 kali pengulangan.

### Pengujian Kadar Kalsium (Marzuki *et al.* 2013)

Spektrofotometri serapan atom ini didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom yang sama dengan elemen yang ada di dalam lampu

katoda, sehingga cahaya dari lampu katoda akan terabsorpsi. Tingkat absorpsinya tergantung pada jumlah konsentrasi atom yang terdapat dalam larutan sehingga hasil yang diperoleh dibandingkan dengan larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. pengukuran kalsium dalam sampel dilakukan dengan mengukur serapannya pada panjang gelombang 422,7 nm menggunakan lampu katoda Ca.

Prosedur preparasi sampel untuk pengukuran kalsium

1. Sampel ditimbang  $\pm 5$  g kemudian diabukan.
2. Abu tersebut didestruksi dengan ditambahkan  $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{O}$  (10:30) selama  $\pm 10$  menit.
3. Larutan hasil destruksi didinginkan kemudian disaring dan ditempatkan pada labu takar 50 mL.
4. Larutan tersebut ditambahkan aquademin hingga tanda tera pada labu takar 50 mL. Larutan ini dinamakan larutan indukan.
5. Sampel dilakukan pengenceran dengan cara diambil 0,5 mL larutan indukan dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL serta ditambahkan aquademin hingga tanda tera
6. Tahap pembacaan dengan diambil 0,5 mL larutan yang telah diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL.
7. Sampel ditambahkan 2 mL lantanum dan aquademin hingga tanda tera.
8. Sampel dilakukan pembacaan pada AAS dengan  $\lambda = 422,7$  nm. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ca (\%)} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{volume indukan} \times \text{pengenceran}}{(\text{Berat sampel} \times 10000)}$$

### Pengujian Proksimat

#### Kadar Air (Sudarmadji *et al.* 1997)

Penentuan kadar air dengan menggunakan metode oven. Sampel sebanyak 2 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kemudian dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang sampai tercapai berat konstan. Kadar air diperoleh dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

#### Kadar protein (Apriantono, 1996)

Pengukuran kadar protein menggunakan metode *kjeldhal*, dengan 3 tahapan destruksi, destilasi, dan titrasi. Pertama, timbang sampel yang sudah dihaluskan sebanyak 0.2 gram masukan dalam labu kjeldal. Tambahkan 0,7 gram katalis N (250

gram  $\text{NaSO}_4 + 5$  gram  $\text{CuSO}_4 + 0,7$  gram selenium), lalu tambahkan 4 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. Destruksi dalam lemari asam sampai warna berubah menjadi hijau jernih, dinginkan lalu tambahkan aquadest 10 ml. Kemudian destilasi dengan menambahkan 20 ml NaOH dan destilat ditampung menggunakan  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4% yang sudah diberi indikator Mr-BCG. Destilasi hingga volume destilat mencapai 60 ml (warna berubah dari merah menjadi biru). Destilat dititrasi menggunakan larutan HCl 0,02 N sampai titik akhir titrasi (warna berubah dari biru menjadi merah muda). Volume titrasi dicatat kemudian hitung kadar protein menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{N HCl} \times \text{Ar N}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{faktor konversi (6,26)}$$

#### Kadar Lemak (Apriantono, 1996)

Labu lemak disiapkan sesuai dengan ukuran alat ekstraksi soxhlet yang digunakan. Labu lemak dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 sekitar 15 menit, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang (A). Sejumlah sampel (1-2 gram) ditimbang dalam kertas saring (B), kemudian ditutup dengan kapas bebas lemak dan dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 1 jam. Kertas saring beserta isinya dimasukkan ke dalam soxhlet yang telah dihubungkan ke labu lemak. Pelarut heksana dituangkan ke dalam labu soxhlet secukupnya. Kemudian dilakukan refluks selama 6 jam. Pelarut yang tersisa dalam labu lemak didestilasi dan kemudian labu dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah dikeringkan sampai berat tetap dan didinginkan pada desikator. Labu beserta lemak ditimbang (C). Kadar lemak dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

A = bobot labu lemak kosong (g)

B = bobot contoh (g)

C = bobot labu lemak + lemak hasil ekstraksi

#### Kadar Abu (BSN, 1992)

Pengukuran kadar abu total dilakukan dengan metode *drying ash*. Sampel sebanyak 1 g ditimbang pada cawan yang sudah diketahui bobotnya. Lalu diarakkan di atas nyala pembakaran dan diabukan dalam tanur pada suhu 600° C hingga pengabuan sempurna. Setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetap. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan membandingkan berat abu dan berat sampel dikali 100%.

#### Kadar Karbohidrat *by different* (Winarno, 1997)

Analisis kadar karbohidrat dilakukan secara *by different*, yaitu pengurangan dari 100 % dengan

kadar air, protein, lemak, abu, sehingga kadar karbohidrat tergantung pada faktor pengurangannya. Hal ini karena karbohidrat sangat berpengaruh kepada zat gizi lainnya. Analisis kadar karbohidrat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

#### Kadar Serat Kasar (Santi *et al.* 2012)

Sebanyak 2 g contoh bebas air dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml dan ditambahkan 100 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,325 N. Campuran tersebut dihidrolisis dalam otoklaf selama 15 menit pada suhu 105°C dan didinginkan serta ditambahkan NaOH 1,25 N sebanyak 50 ml. Kemudian dilakukan hidrolisis kembali dalam otoklaf selama 15 menit. Contoh disaring dengan kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Kertas saring tersebut dicuci berturut-turut dengan air panas, 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,325 N, air panas dan terakhir menggunakan acetone/alcohol 25 ml. Kertas saring tersebut dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 1 jam dan dilanjutkan sampai bobotnya tetap. Kadar serat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{a - b}{c} \times 100\%$$

Keterangan

a = bobot residu serat dalam kertas saring (g)

b = bobot kerats saring kering (g)

c = bobot bahan awal

#### Uji Volume Pengembangan (Koswara, 2009)

Persentase dari perbandingan antara selisih volume jenis kerupuk mentah dan volume jenis kerupuk goreng dengan volume jenis kerupuk mentah merupakan volume pengembangan kerupuk. Volume pengembangan kerupuk ditentukan dengan rumus:

$$\text{Volume pengembangan (\%)} = \frac{V_b - V_a}{V_a} \times 100\%$$

Keterangan:

V<sub>a</sub> = Volume jenis kerupuk mentah

V<sub>b</sub> = Volume jenis kerupuk goreng

#### Uji Hedonik

kesukaan kerupuk yang telah digoreng menggunakan uji hedonik dengan lima skala, yaitu 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= agak tidak suka, 4= suka, dan 5= sangat suka. Penilaian tersebut meliputi warna, aroma, rasa dan tekstur. Penilaian kesukaan setiap pengulangan dilakukan oleh 30 orang panelis agak terlatih, yaitu mahasiswa Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Menurut Salampessy & Siregar (2012), Uji hedonik atau uji kesukaan, dengan menggunakan parameter mutu penerimaan yang diamati berupa *score sheet*.

Panelis sebanyak 30 orang. Uji hedonik dilakukan untuk mengambil formulasi yang terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Kalsium Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila Dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Analisis kadar kalsium dimaksudkan untuk mengetahui perubahan kandungan kalsium kerupuk dengan penambahan tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan bubur rumput laut *Ulva lactuca*, karena semakin banyak kandungan kalsium dalam suatu makanan maka dapat meningkatkan jumlah kalsium dalam tubuh kita.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kadar kalsium kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca* tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Kalsium Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Perlakuan	Nilai Kadar Kalsium (%)
K	0,17±0,02 <sup>a</sup>
F1	1,88±0,06 <sup>b</sup>
F2	2,79±0,03 <sup>c</sup>
F3	2,97±0,06 <sup>d</sup>
F4	3,69±0,11 <sup>e</sup>

Keterangan :

- Superscript yang berbeda menyatakan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P < 0,05).

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar kalsium kerupuk. Nilai kadar kalsium terendah terdapat pada K yaitu 0,17% dan nilai kadar kalsium tertinggi yaitu 3,69% pada F4, terjadi peningkatan 20 kali antara K dan F4. Penambahan tepung tulang ikan nila terhadap kerupuk mampu meningkatkan kandungan kalsium pada kerupuk. Menurut Ngudiharjo (2011), bahwa unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor, dan karbonat, sedangkan yang terdapat dalam jumlah kecil yaitu magnesium, sodium, klorida, hidrolisa dan sulfat.

Hasil kadar kalsium pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar kalsium penelitian Permana *et al.* (2012), tentang fortifikasi tepung cangkang udang kedalam *cone ice cream* pada konsentrasi 5% sebesar 1,24%, lebih tinggi dibandingkan penelitian Justicia *et al.* (2012), tentang fortifikasi tepung tulang ikan nila merah kedalam roti tawar pada konsentrasi 5% sebesar 0,476%. Menurut Kemenkes (2014), bahwa kebutuhan kalsium pada manusia yaitu 200-1150 mg/hari tergantung pada usia sehingga penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut kedalam kerupuk dapat membantu memenuhi kebutuhan kalsium manusia.

Tabel 2. Hasil Analisis Proksimat Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Parameter	K (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)
Kadar Air	13,18±0,06 <sup>d</sup>	12,59±0,06 <sup>c</sup>	11,63±0,08 <sup>b</sup>	11,47±0,08 <sup>ab</sup>	11,43±0,06 <sup>a</sup>
Kadar Protein	4,21±0,07 <sup>a</sup>	5,54±0,06 <sup>b</sup>	6,38±0,13 <sup>c</sup>	7,37±0,13 <sup>d</sup>	8,27±0,10 <sup>e</sup>
Kadar Lemak	0,39±0,01 <sup>a</sup>	0,50±0,02 <sup>b</sup>	0,61±0,02 <sup>c</sup>	0,73±0,00 <sup>d</sup>	0,80±0,01 <sup>e</sup>
Kadar Abu	2,70±0,31 <sup>a</sup>	6,61±0,11 <sup>b</sup>	10,43±0,14 <sup>c</sup>	12,87±0,13 <sup>d</sup>	15,99±0,09 <sup>e</sup>
Karbohidrat <i>by different</i>	79,52±0,31 <sup>e</sup>	74,75±0,09 <sup>d</sup>	70,95±0,21 <sup>c</sup>	67,56±0,18 <sup>b</sup>	63,51±0,19 <sup>a</sup>
Serat Kasar	2,19±0,07 <sup>a</sup>	4,45±0,03 <sup>b</sup>	3,25±0,07 <sup>c</sup>	2,96±0,04 <sup>d</sup>	2,47±0,03 <sup>e</sup>

Keterangan :

- Superscript yang berbeda pada baris yang sama menyatakan bahwa antar perlakuan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

### Komposisi Proksimat pada Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Pada penelitian ini dilakukan analisis proksimat terhadap kerupuk mentah yang bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai gizi kerupuk antar perlakuan yang berbeda. Karena nilai gizi dari suatu produk makanan merupakan salah satu faktor yang sangat penting yang dapat mempengaruhi mutu dari makanan tersebut. Analisis proksimat dilakukan terhadap parameter kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, karbohidrat *by different* dan serat kasar. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 2.

#### Kadar Air

Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai kadar air kerupuk K berbeda nyata dengan F1, F2, F3, dan F4. Sedangkan F1 berbeda nyata dengan F2, F3, dan F4. Nilai kadar air kerupuk F2 dan F4 berbeda nyata, namun nilai kadar air F2 tidak berbeda nyata dengan F3. Sedangkan F3 tidak berbeda nyata dengan F4.

Nilai kadar air tertinggi terdapat pada K yaitu sebesar 13,18±0,06% dan terendah pada F4 yaitu 11,43±0,06%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi tepung tulang ikan yang ditambahkan maka semakin rendah nilai kadar air yang didapatkan dan semakin banyak bubur rumput laut yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kadar airnya. Menurut Pratama *et al.* (2014), bahwa nilai kadar air biskuit menunjukan hasil yang menurun bersamaan dengan semakin meningkatnya penambahan tepung tulang ikan. Menurut Hidayat *et al.* (2014), bahwa kadar air semakin meningkat dengan semakin banyaknya penambahan rumput laut pada pembuatan kamaboko ikan patin, berdasarkan hasil dari variasi dijelaskan bahwa penambahan rumput laut yang berbeda memberi pengaruh sangat nyata terhadap kadar air kamaboko ikan patin. Namun demikian, kadar air kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut masih memenuhi standar mutu kerupuk ikan berdasarkan SNI 2713.1:2009 yaitu maksimal 12%. Kadar air merupakan karakteristik kritis yang mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap kerupuk karena menentukan tekstur (kerenyahan) kerupuk.

#### Kadar Protein

Hasil analisa menunjukkan perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kerupuk.

Kadar protein terendah terdapat pada K yaitu sebesar 4,21±0,07%, dan nilai kadar protein tertinggi pada F4 yaitu 8,27±0,10%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar komposisi tepung tulang ikan maka kadar protein yang terkandung semakin meningkat. Meningkatnya komposisi tepung tulang ikan yang digunakan dapat menjadi penyebab meningkatnya kadar protein yang terdapat pada kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut. Menurut Pratama *et al.* (2014), kandungan protein biskuit yang dihasilkan cenderung meningkat bersamaan dengan penambahan jumlah tepung tulang yang semakin tinggi (9,63-11,85%). Kandungan protein biskuit akan dipengaruhi oleh kadar protein tepung tulang ikan yang ditambahkan karena tepung tulang ikan diketahui memiliki kandungan protein yang tinggi. Tepung tulang ikan nila diketahui mengandung kandungan protein hingga 40,8% (Petenuci *et al.* 2008).

Tinggi atau rendahnya nilai protein yang terukur dapat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang hilang (dehidrasi) dari bahan. Nilai protein yang terukur akan semakin besar jika jumlah air yang hilang semakin besar. Menurut Pratama *et al.* (2014), kandungan protein yang terukur tergantung pada jumlah bahan-bahan yang ditambahkan dan sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan air. Menurut penelitian Hidayat *et al.* (2014), bahwa penambahan rumput laut yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar protein kamaboko ikan patin. Berdasarkan SNI 2713.1: 2009 kadar protein pada kerupuk ikan yang dianjurkan minimal 5%. Kadar protein pada K saja yang masih dibawah standar SNI, sedangkan perlakuan lainnya masih memenuhi standar yang dianjurkan oleh SNI yaitu minimal 5%.

#### Kadar Lemak

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang

berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak kerupuk.

Nilai kadar lemak terendah terdapat pada K yaitu sebesar  $0,39 \pm 0,01\%$ , dan kadar lemak tertinggi pada F4 yaitu  $0,80 \pm 0,01\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan meningkatkan kadar lemak kerupuk yang dihasilkan. Tingginya kadar lemak pada kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca* karena tulang ikan masih mengandung lemak yang besar dari pada kandungan lemak yang terdapat pada tepung tapioka yaitu  $0,34\%$ . Menurut Suzuki (1981), bahwa semakin tinggi kadar air maka kandungan lemaknya akan semakin rendah. Pada penelitian ini memiliki kandungan kadar lemak lebih tinggi dibandingkan penelitian Ramdany *et al.* (2014), bahwa hasil analisis menunjukkan bahwa kadar lemak yang terkandung dalam kerupuk tulang ikan mentah sekitar  $0,3\%$  penambahan tulang ikan  $10\%$ , dan kadar lemak  $0,57\%$  penambahan tulang ikan  $20\%$ . Berdasarkan SNI 01-2793-1999 kadar lemak pada kerupuk ikan yang dianjurkan maksimal  $0,8\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa pada semua perlakuan masih memenuhi standar yang dianjurkan oleh SNI.

#### **Kadar Abu**

Hasil analisa bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu kerupuk.

Nilai kadar abu terendah terdapat pada K yaitu sebesar  $2,70 \pm 0,31\%$ , dan kadar abu tertinggi pada F4 yaitu  $15,99 \pm 0,09\%$ . Penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut pada pembuatan kerupuk dapat meningkatkan kandungan mineral kerupuk yang dihasilkan. Menurut Ramdany *et al.* (2014), bahwa apabila kadar abu tinggi berarti kandungan mineral juga tinggi. Tulang ikan memiliki proporsi  $10\%$  dari total susunan tubuh ikan yang memiliki kadar kalsium dalam bentuk kalsium fosfat sebanyak  $14\%$  dari total susunan tulang. Bentuk kompleks ini terdapat pada tulang dan dapat diserap oleh tubuh dengan baik  $60-70\%$ . Kadar abu kerupuk yang dihasilkan, diatas batas maksimal kadar abu kerupuk ikan yang ditetapkan oleh SNI 2713.1:2009 yaitu maksimal  $0,2\%$ . Hasil dari penelitian ini sudah cukup besar apabila dibandingkan dengan penelitian Ramdany *et al.* (2014), hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu kerupuk tulang ikan sekitar  $4,75\% - 11,52\%$  dengan konsentrasi tulang ikan  $10-50\%$ .

#### **Kadar Karbohidrat by different**

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar karbohidrat kerupuk.

Nilai kadar karbohidrat tertinggi yaitu pada K sebesar  $79,52 \pm 0,31\%$ , dan nilai kadar karbohidrat terendah pada F4 yaitu sebesar  $63,85 \pm 0,19\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila dapat menurunkan kadar karbohidrat kerupuk. Hal ini diperkuat oleh Ramdany *et al.* (2014), bahwa penambahan tulang ikan belida dapat menurunkan kadar karbohidrat kerupuk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kandungan karbohidrat yang terdapat pada tulang ikan lebih kecil dari pada kandungan karbohidrat yang terdapat pada tepung tapioka, sehingga menyebabkan kadar karbohidrat kerupuk tulang ikan semakin kecil dengan adanya penambahan tulang ikan. Adanya penurunan kadar karbohidrat kerupuk dapat disebabkan oleh adanya peningkatan dan penurunan kandungan gizi lainnya karena kadar karbohidrat sangat tergantung dari faktor pengurangannya (Winarno, 1997). Menurut Agusman *et al.* (2014), bahwa penambahan tepung rumput laut  $3-7\%$  tidak berpengaruh nyata terhadap nilai karbohidrat beras analog. Namun, penambahan rumput laut diharapkan mampu meningkatkan serat yang termasuk dalam karbohidrat.

#### **Kadar Serat Kasar**

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar serat kasar kerupuk.

Nilai kadar serat kasar terendah pada K yaitu sebesar  $2,19 \pm 0,07\%$ , dan nilai kadar serat kasar tertinggi yaitu pada F1 sebesar  $4,45 \pm 0,03\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan bubur rumput laut maka semakin tinggi pula kadar serat kasarnya. Menurut Handayani & Aminah (2011), bahwa kadar serat yang semakin meningkat dengan semakin banyaknya substitusi rumput laut yang berarti ada pengaruh substitusi rumput laut terhadap kadar serat cake rumput laut. Menurut Hidayat *et al.* (2014), bahwa kandungan serat kasar semakin meningkat dengan semakin banyaknya penambahan rumput laut. Kadar serat kasar rumput laut  $1,82\%/100$  gram rumput laut. Menurut *Department of Nutrition, Ministry of Health and Institute of Health Singapura* (1999), bahwa suatu produk dapat diklaim sebagai sumber atau mengandung serat pangan  $3$  gram serat pangan per  $100$  gram produk. Berdasarkan hal tersebut, kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut yang dibuat dapat diklaim sebagai produk sumber serat dan tinggi kadar seratnya.

#### **Volume Pengembangan Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca***

Data hasil volume pengembangan kerupuk tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut *Ulva lactuca* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Volume Pengembangan Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Perlakuan	Nilai Volume Pengembangan (%)
K	239,50±0,27 <sup>e</sup>
F1	210,47±0,21 <sup>d</sup>
F2	200,76±0,26 <sup>c</sup>
F3	193,62±0,20 <sup>b</sup>
F4	181,39±0,31 <sup>a</sup>

Keterangan :

- Superscript yang berbeda menyatakan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P < 0,05).

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap volume pengembangan kerupuk.

Nilai volume pengembangan tertinggi yaitu pada K sebesar 239,50±0,27%, dan nilai volume pengembangan terendah pada F4 yaitu sebesar 181,39±0,31%. Penurunan ini diduga karena adanya perbedaan penambahan tepung tulang ikan dan bubur rumput laut. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan volume pengembangan adalah kandungan protein, dimana F4 memiliki kandungan protein tertinggi. Hal ini diperkuat oleh Setiawan *et al.* (2013), bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi volume pengembangan kerupuk adalah kandungan protein. Kandungan protein yang tinggi cenderung menurunkan daya kembang kerupuk sehingga dapat menyebabkan kantong-kantong udara kerupuk yang dihasilkan semakin kecil karena padatnya kantong-kantong udara tersebut terisi oleh bahan lain yaitu protein.

Menurut penelitian Istanti (2005), bahwa kerupuk kontrol memiliki volume pengembangan yang lebih besar dibandingkan dengan kerupuk dengan penambahan daging ikan sapu-sapu. Hal ini disebabkan karena kandungan amilopektin yang terdapat pada kerupuk kontrol jauh lebih besar dibandingkan dengan kerupuk lainnya. Menurut Zulviani (1992), pada dasarnya kerupuk yang memiliki kandungan amilopektin yang tinggi mempunyai pengembangan yang tinggi.

#### Uji Hedonik Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Uji hedonik dilakukan secara subyektif untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen dengan menggunakan alat indera terhadap kerupuk matang. Adapun karakteristik yang dilihat meliputi parameter seperti warna, aroma, rasa tekstur. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan oleh 30 panelis dengan skala interval terkecil 1 sampai terbesar 5 atau yang sangat tidak disukai sampai sangat disukai.

#### Warna

Berdasarkan uji hedonik warna kerupuk (Tabel 4.) dengan rentang nilai 1 - 5, didapatkan nilai tertinggi yaitu 4,23±1,04 pada F2, dan terendah pada F1 dengan nilai 3,23±1,28. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna kerupuk.

Warna kerupuk pada penelitian ini secara umum berwarna coklat. F1 memiliki warna coklat kusam sehingga kurang disukai oleh panelis. Hal ini diduga karena disebabkan oleh perbandingan bubur rumput laut lebih banyak dibandingkan tepung tulang ikan nila. Sedangkan F2 memiliki warna coklat cerah. Menurut Ariyani & Ayustaningwarno (2013), bahwa kecoklatan pada kerupuk disebabkan oleh adanya reaksi *browning non enzimatis (maillard)*. Reaksi *maillard* terjadi karena adanya asam amino lisin dan glukosa yang bereaksi pada suhu tinggi sehingga menghasilkan melanoidin yang berwarna coklat. Asam amino lisin tersebut berasal dari pemecahan struktur heliks dan ikatan peptida kolagen akibat pemanasan secara bertahap. Kolagen merupakan sebagian besar bentuk protein pada tepung duri. Selain itu, pada tepung duri pun terdapat glukosa meskipun dalam jumlah yang terbatas. Pada bubur rumput laut juga terdapat asam amino lisin meskipun dalam jumlah yang terbatas dan glukosa.

#### Aroma

Hasil pengujian nilai hedonik pada Tabel 4. menunjukkan nilai aroma tertinggi pada kerupuk K sebesar 3,97±1,03 dan nilai aroma terendah yaitu pada F1 sebesar 3,13±1,11. berdasarkan hasil uji hedonik tersebut, aroma kerupuk masih dapat diterima dan cukup disukai oleh panelis. Penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut menurunkan kesukaan terhadap aroma kerupuk dibandingkan dengan kerupuk kontrol. Hal ini karena panelis menyukai kerupuk dengan aroma yang tidak terlalu amis. Hal ini diperkuat oleh Ariyani & Ayustaningwarno (2013), bahwa aroma amis pada kerupuk tersebut berkenaan dengan bahan baku yang digunakan yakni tepung duri ikan lele dumbo dan bubur rumput laut. Aroma amis tepung duri berasal dari ikan lele dumbo yang pada dasarnya telah memiliki aroma amis. Aroma amis ikan berasal dari komponen nitrogen yaitu guanidin, trimetil amin oksida (TMAO), dan turunan imidazol. Selain itu, proses pemanasan dalam pengolahan dapat menyebabkan reaksi *maillard* yang menghasilkan senyawa-senyawa volatil yang mudah menguap sehingga meningkatkan aroma amis pada tepung duri dan bubur rumput laut. Reaksi *maillard* tersebut terjadi karena adanya asam amino-asam amino yang berasal dari protein yang terdenaturasi selama proses pengolahan. Kandungan protein pada tepung

Tabel. 4. Hasil Uji Hedonik Kerupuk Tepung Tulang Ikan Nila dan Bubur Rumput Laut *Ulva lactuca*

Perlakuan	Spesifikasi				Rerata±SD
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	
K	4,17±0,87 <sup>bc</sup>	3,97±1,03 <sup>a</sup>	4,07±1,05 <sup>cd</sup>	4,48±0,68 <sup>a</sup>	4,17±0,91
F1	3,23±1,28 <sup>a</sup>	3,13±1,11 <sup>a</sup>	3,67±1,16 <sup>bc</sup>	4,13±1,25 <sup>a</sup>	3,54±1,20
F2	4,23±1,04 <sup>bc</sup>	3,77±1,14 <sup>a</sup>	4,33±0,88 <sup>d</sup>	4,03±1,10 <sup>a</sup>	4,09±1,04
F3	3,70±1,32 <sup>ab</sup>	3,57±1,10 <sup>a</sup>	3,37±1,35 <sup>ab</sup>	3,87±1,11 <sup>a</sup>	3,63±1,22
F4	3,43±1,17 <sup>a</sup>	3,67±1,21 <sup>a</sup>	3,07±1,08 <sup>a</sup>	3,77±1,36 <sup>a</sup>	3,49±1,21

Keterangan :

- Superscript yang berbeda pada kolom yang sama menyatakan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P < 0,05)

duri lebih banyak dibandingkan kandungan protein pada rumput laut sehingga aroma amis pada tepung duri lele dumbo lebih kuat daripada bubur rumput laut.

#### Rasa

Berdasarkan uji hedonik rasa kerupuk dengan rentang nilai 1 - 5, didapatkan nilai tertinggi yaitu 4,33±0,88 pada F2 dan terendah F4 yaitu sebesar 3,07±1,08 (Tabel 4.), hal ini menunjukkan bahwa perbandingan bubur rumput laut lebih banyak dibandingkan tepung tulang ikan nila, dapat meningkatkan nilai rasa pada kerupuk. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila dan bubur rumput laut dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasa kerupuk. Menurut Listiyana (2014), bahwa semakin banyak konsentrasi tepung rumput laut yang ditambahkan, rasa khas tepung rumput laut semakin bisa dirasakan oleh indera pengecap dimana rasa asin pada rumput laut memberikan rasa gurih pada suatu produk pangan. Rasa asin ini berasal dari tingginya kandungan yodium dan mineral lainnya dalam rumput laut. Hal ini diperkuat oleh Ariyani & Ayustaningwarno (2013), bahwa adanya asam amino glutamat pada rumput laut yang menimbulkan rasa *umami* (gurih).

#### Tekstur

Hasil pengujian nilai hedonik pada Tabel 4. menunjukkan nilai tekstur tertinggi pada kerupuk K yaitu sebesar 4,48±0,68, sedangkan nilai tekstur kerupuk terendah yaitu pada kerupuk F4 yaitu sebesar 3,77±1,36. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan tekstur kerupuk disebabkan karena volume pengembangan kerupuk yang semakin menurun. Kerupuk F4 memiliki penilaian paling rendah karena perbandingan tepung tulang ikan nila lebih banyak daripada bubur rumput laut, hal tersebut disebabkan oleh tepung tulang ikan memiliki protein lebih tinggi dibandingkan dengan bubur rumput laut. Kerupuk yang mengembang akan memberikan tekstur yang lebih baik. Menurut Ariyani & Ayustaningwarno (2013), bahwa penilaian terhadap tekstur dipengaruhi oleh pengembangan kerupuk. Pengembangan kerupuk dipengaruhi oleh kandungan yang terdapat dalam bahan baku. Bahan baku yang mengandung protein tinggi membuat pengeluaran air pada kerupuk menjadi sulit karena rongga udara yang semakin

kecil membuat kerupuk kurang mengembang. Hal tersebut disebabkan oleh gugus hidrofil pada protein lebih banyak dibandingkan pati.

#### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila *Oreochromis niloticus* dan bubur rumput laut *Ulva lactuca* terhadap kerupuk dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar kalsium, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, karbohidrat, serat kasar dan volume pengembangan.
2. perbandingan penambahan tepung tulang ikan nila *O. niloticus* dan bubur rumput laut *U. lactuca* terhadap kerupuk dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap hedonic aroma dan tekstur, namun berpengaruh nyata terhadap hedonic warna dan rasa. Dimana F2 (10%:15%) memiliki warna dan rasa yang paling disukai diantara kerupuk formulasi lainnya, dengan nilai warna 4,23±1,04 dan rasa 4,33±0,88.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, S.N.K. Apriani, dan Murdinah. 2014. Penggunaan Tepung Rumput Laut *Euclima cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung Modified Cassava Flour (Mocaf). JFB Perikanan., 9 (1): 1-10.
- Apriantiono, A. 1996. Analisis Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ariyani, M. dan F. Ayustaningwarno. 2013. Pengaruh Penambahan Tepung Duri Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) dan Bubur Rumput Laut (*Euclima Cottonii*) Terhadap Kadar Kalsium, Kadar Serat Kasar dan Kesukaan Kerupuk. Journal of Nutrition College., 2(1): 223-231.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992: Cara Uji Makanan dan Minuman. <http://www.bsn.go.id> (1 November 2016).
- Department of Nutrition. 1999. Ministry of Health and Institute of Health Singapura

- Handayani, R. dan S. Aminah. 2011. Variasi Substitusi Rumput Laut Terhadap Kadar Serat dan Mutu Organoleptik Cake Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Jurnal Pangan dan Gizi., 02 (03).
- Hidayat, N., M. Ilza dan Syahrul. 2014. Kajian Penggunaan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Bahan Tambahan dalam Pengolahan Kamaboko Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Jurnal Perikanan dan Kelautan., 19 (2).
- Istanti, I. 2005. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Kerupuk Ikan Sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Justicia, A., E. Liviawaty dan H. Hamdani. 2012. Fortifikasi Tepung Tulang Nila Merah sebagai Sumber Kalsium terhadap Tingkat Kesukaan Roti Tawar. Jurnal Perikanan dan Kelautan., 3(4): 17-27.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2014. Angka Kecukupan Gizi. <http://www.depkes.go.id> (diakses pada: 1 November 2016).
- Kim, S.K. and E. Mendis. 2006. Bioactive Compounds from Marine Processing by Products – A review. Food Research International., 39: 383-393.
- Koswara, S. 2009. Pengolahan Aneka Kerupuk. <http://tekan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/>(diakses 16 November 2016).
- Listiyana, D. 2014. Substitusi Tepung Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) pada Pembuatan Ekado sebagai Alternatif Makanan Tinggi Yodium pada Anak Sekolah. [Disertasi]. Universitas Negeri Semarang, Semarang..
- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. New York.
- Malde, M.K., S. bugel, M. Kristensen and K. Malde, I.E. Graff, dan J.I. Pedersen. 2010. Calcium from Salmon and cod Bone is Well Absorbed in Young Healthy Men: a Double-blinded Randomized Crossover Design. Nutr. Metab., 7: 1-9.
- Marzuki, A., Y. Fujaya, M. Rusydi dan Haslina. 2013. Analisis Kandungan Kalsium (Ca) dan besi (Fe) pada Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) Cangkang Keras dan Cangkang Lunak Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Majalah Farmasi dan Farmakologi., 17(2) : 31-34.
- Nabil, M. 2005. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ngudiharjo, A. 2011. Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila Merah Terhadap Kandungan Kalsium dan Tingkat Kesukaan Mie Kering. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Nieves, J.W. 2005. Osteoporosis: The Role of Micronutrient. The American Journal of Clinical Nutrition., 81:1232-1239.
- Permana, A.J., E. Liviawaty dan Iskandar. 2012. Fortifikasi Tepung Cangkang Udang Sumber Kalsium terhadap Tingkat Kesukaan Cone Es Krim. Jurnal Perikanan dan Kelautan., 3 (4): 29-39.
- Petenuci, M.E., F.B. Stevanato, J.E.L. Visentainer, M. Matsushita, E.E. Garcia, N.E. de Souza and J.V. Visentainer. 2008. Fatty Acid Concentration, Proximate Composition, and Mineral Composition in Fishbone of Nile Tilapia. Archivos Latinoamericanos de Nutrition., 58: 87-90.
- Pratama, R.I., I. Rostini dan E. Liviawaty. 2014. Karakteristik Biskuit dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Jangilus (*Istiophorus* sp.). Jurnal Akuatik., 5 (1): 30-39.
- Ramdany, G., I. Kusumaningrum dan B.F. Pamungkas. 2014. Karakteristik Kimiawi Kerupuk Tulang Ikan Belida (*Chitala* sp.). jurnal Ilmu Perikanan Tropis., 19 (2).
- Salampessy, R.B.S. dan R.R. Siregar. 2012. Pembuatan Konsentrat Protein Ikan (KPI) Lele dan Aplikasinya pada Kerupuk Pangsit. Jurnal Perikanan dan Kelautan., 11 (2): 97-104.
- Santi, R.A., T.C. Sunarti, D. Santoso dan D.A. Triwisari. 2012. Komposisi Kimia dan Profil Polisakarida Rumput Laut Hijau. Jurnal Akuatik., 3 (2): 105-114.
- Setiawan, D.N., T.D. Sulistiyati dan E. Suprayitno. 2013. Pemanfaatan Residu Daging Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dalam Pembuatan Kerupuk Ikan Beralbumin. THPi Student Journal., 1(1): 21-32.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhadi. 1997. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protein: Processing Technology. Applied Science Publisher Ltd. London.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Zulviani, R. 1992. Mempelajari Pengaruh Berbagai Tingkat Suhu Penggorengan Terhadap Pengembangan Kerupuk Sagu Goreng. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

