

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KALSIMUM TULANG IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) TERHADAP KARAKTERISTIK KERUPUK RAMBAK TAPIOKA

Effect of Calcium Bone Meal Addition of milkfish Against Crackers Rambak Characteristics of Tapioca

Dio Rachman Syah*), Sumardianto, Laras Rianingsih

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: diorachman56@gmail.com

Diterima : 20 November 2017

Disetujui : 4 Januari 2018

ABSTRAK

Kerupuk rambak tapioka merupakan produk yang dapat diperkaya gizinya dengan penambahan tepung tulang ikan sebagai sumber kalsium dan fosfor. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng dengan konsentrasi yang berbeda dalam pembuatan kerupuk rambak dan mengetahui kualitas fisik, kima dan hedonik kerupuk dengan substitusi tepung kalsium tulang ikan bandeng. Desain percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat taraf perlakuan yang terdiri dari kerupuk tanpa penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng (A), tepung kalsium tulang Ikan bandeng 10% (B), tepung kalsium tulang ikan bandeng 15% (C) dan tepung kalsium tulang ikan bandeng 20% (D) yang dilakukan tiga kali pengulangan. Data nonparametrik dianalisis dengan *Kruskal-Wallis* dan uji lanjut *Mann-Whitney*. Apabila terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) data parametrik dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut, uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian uji hedonik terhadap kerupuk dengan penambahan tepung kalsium tulang ikan dengan konsentrasi berbeda secara umum telah memenuhi syarat SNI yaitu minimal 7. Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk rambak memberikan peningkatan kadar kalsium tertinggi yaitu dengan tepung tulang ikan bandeng 20% (D) sebesar 5,62%, sedangkan kadar kalsium pada kerupuk rambak tanpa penambahan tepung tulang ikan (A) sebesar 0,03%. Kerupuk rambak tanpa penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng memiliki nilai kerenyahan 951,84 gf, nilai kemekaran 69,13%, kadar fosfor 0,01% , kadar air 16,07% , kadar abu 3,17% dan kadar protein 3,11% sedangkan kerupuk rambak dengan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng 20% (D) memiliki kerenyahan 632,51 gf ,kemekaran 51,76 gf, kadar fosfor 3,57% , kadar air 11,83% , kadar abu 13,26% dan kadar protein 2,29%.

Kata kunci : Ikan bandeng, Tepung kalsium tulang, Karakteristik fisik dan kimia, Kerupuk rambak tapioka

ABSTRACT

Rambak tapioca is a product that can be enriched nutrition with the addition of fish bone meal as a source of calcium and phosphorus. The purpose of this study was to know the effect of adding fish bone calcium powder with different concentrations in the manufacture rinds and know the physical qualities, clams and hedonic substitution crackers with fish bone calcium powder. Design of experiments using completely randomized design (CRD) with four levels of treatment consisting of crackers without adding flour bone calcium milkfish (A) flour bone calcium milkfish 10% (B), flour bone calcium milkfish 15% (C) and the powder bone calcium milkfish 20% (D) performed three repetitions. Data were analyzed with the nonparametric *Kruskal-Wallis* and *Mann-Whitney test* further. If there are significant differences ($p < 0.05$) parametric data were analyzed using ANOVA and a further test, test Honestly Significant Difference (HSD). Hedonic test research results of the crackers with the addition of fish bone calcium powder with different concentrations generally has qualified SNI is at least 7. The addition of calcium bone meal of sea bass on rinds provide the highest calcium levels increase with fish bone meal 20% (D) 5.62%, while the level of calcium in the rinds without the addition of fish bone powder (A) of 0.03%. Rinds without the addition of milk fish bone calcium powder has a crispiness value of 951.84 gf, efflorescence value of 69.13%, 0.01% phosphorus content, water content of 16.07%, ash content of 3.17% and a protein content of 3.11% while the rinds with the addition of bone calcium powder milkfish 20% (D) has a crispness 632.51 gf, efflorescence 51.76 gf, phosphorus content of 3.57%, 11.83% moisture content, ash content of 13.26% and 2.29% protein content.

Keywords: Milkfish, Flour Calcium Bones, The Physical and Chemical Characteristics, Crackers Rambak Starch

*) Penulis Penanggung jawab

PENDAHULUAN

Ikan bandeng merupakan suatu komoditas perikanan yang memiliki rasa cukup enak dan gurih sehingga banyak digemari masyarakat. Ikan bandeng digolongkan sebagai ikan berprotein tinggi dan berkadar lemak rendah. Selain itu, menyatakan bahwa volume produksi ikan bandeng pada tahun 2012 sebesar 518.939 ton, pada tahun 2013 meningkat sebesar 626.878 ton (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2014). Produksi budidaya bandeng nasional terus naik seiring dengan usaha dari pemerintah untuk menaikkan produksi bandeng karena besarnya potensi ikan bandeng (Irianto dan Soesilo 2007). Nilai gizi ikan bandeng cukup tinggi. Setiap 100 g daging bandeng mengandung 129 kkal energi, 20 g protein, 4,8 g lemak, 150 mg fosfor, 20 mg kalsium, 2 mg zat besi, 150 mg vitamin A, dan 0,05 mg vitamin B1. Berdasarkan komposisi gizi tersebut maka ikan bandeng digolongkan sebagai ikan berprotein tinggi dan berlemak rendah (Saparinto *et al.* 2006).

Seiring dengan meningkatnya volume produksi ikan tersebut, maka diperkirakan bahwa hasil samping pengolahan ikan juga akan meningkat dan bagian tubuh lain seperti kulit, kepala, dan tulang ikan tidak dimanfaatkan secara optimal dan cenderung terbuang. Menurut Cucikodana *et al.* (2012), hasil samping pengolahan ikan berupa kepala, ekor, sirip, tulang dan jeroan adalah sebesar 35%. Agar memiliki nilai tambah dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan apabila hasil samping tulang ikan dapat dimanfaatkan, tulang ikan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai tepung yang nantinya bisa ditambahkan pada bahan pangan sebagai sumber kalsium.

Tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak diantara bagian tubuh ikan, karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat. Kalsium merupakan salah satu mineral terpenting yang dibutuhkan oleh tubuh. Kalsium yang berasal dari hewan seperti limbah tulang ikan sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Salah satu bentuk pemanfaatan ikan saat produksinya melimpah adalah diolah dalam bentuk tepung. Tepung kalsium tulang ikan adalah tepung yang terbuat dari tulang ikan yang dikeringkan dan dihancurkan hingga luluh. Tepung kalsium tulang ikan digunakan sebagai makanan hewan dan pupuk tanaman, tetapi ada pula tepung kalsium tulang ikan yang dibuat secara khusus untuk bahan makanan manusia. Tepung tulang ikan yang dibuat secara khusus ini disebut fish protein concentrate. (Latief, 2006). Tepung ikan dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam proses pengolahan produk makanan. Salah satu bentuk olahan yang dapat dibuat berbahan dasar tepung adalah kerupuk.

Konsumsi kalsium rata-rata masyarakat Indonesia sebesar 254 mg per hari. Padahal kebutuhan kalsium yang dianjurkan menurut Widyakarya Pangan dan Gizi LIPI (2004) adalah – 800mg per hari. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi kalsium masyarakat Indonesia hanya sepertiga dari kebutuhan kalsium yang dianjurkan. Konsumsi kalsium yang kurang ini dapat menyebabkan kerusakan gigi, gangguan pertumbuhan tulang, darah sukar membeku dan kekejangan otot sehingga asupan sumber kalsium yang cukup diperlukan untuk menghindari akibat kekurangan konsumsi kalsium tersebut.

Kerupuk adalah salah satu produk olahan tradisional yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Kerupuk dikenal baik disegala usia maupun tingkat sosial masyarakat. Kerupuk mudah diperoleh disegala tempat, baik dikedai pinggir jalan, disupermarket, maupun di restoran hotel berbintang. Kerupuk dibuat dengan bahan dasar tepung tapioka atau tepung gandum, (Subekti, 1998). Fortifikasi tepung tulang pada kerupuk dapat mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen atau para penggemar kerupuk. Suatu produk yang dihasilkan harus disukai oleh konsumen, sehingga berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa besar fortifikasi tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk yang diharapkan memberikan asupan kalsium ke dalam tubuh manusia, namun perlu diketahui berapa besar penambahan tepung tulang tersebut terhadap tingkat kesukaanya.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*), natrium hidroksida (NaOH), aquades, air, tepung tapioka, garam, ketumbar, lada bubuk, bawang putih bubuk, soda kue, terasi. Alat yang digunakan yaitu timbangan, baskom, panci, kompor gas, *waterbath*, thermometer, kain saring, timbangan analitik, oven, *grinder mill*, talenan, pisau, anjang bambu, loyang, cetakan, *silent cutter*, *scilcer manual*, timbangan analitik, *Atomic Absorbtion Spectrophotometer*, labu takar, gelas piala, tanur, desikator, cawan, labu kjeldhal, erlenmeyer, penggaris dan *Texture Analyzer*.

Metode Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 2 tahap yaitu Penelitian tahap I meliputi yaitu persiapan bahan baku (tulang ikan bandeng), meliputi tulang ikan disortir terlebih dahulu untuk memisahkan bagian-bagian yang tidak terpakai, kemudian dicuci dan dibersihkan untuk menghilangkan kotoran. Bagian kepala, sirip dan ekor yang masih melekat pada tulang dipisahkan atau dihilangkan. Tulang ikan yang sudah dicuci dan disiangi kemudian ditiriskan. Tulang ikan kemudian

direbus dalam tempat perebusan selama 30 menit dengan suhu antara 95° sampai 100°C. Proses pemasakan atau prebusan awal dilakukan untuk mempermudah pembersihan tulang dari daging, lemak, dan darah yang menempel pada tulang. Tulang ikan yang telah direbus kemudian dicuci dan dibersihkan dengan memisahkan daging yang menempel pada tulang. Selanjutnya, Tulang ikan diekstraksi menggunakan larutan NaOH 1N pada suhu 90°C selama 60 menit menggunakan pemanas yang bersuhu atau waterbath dengan perbandingan tulang dan larutan NaOH 1 : 2. Setelah diekstraksi, tulang kemudian didinginkan dan disaring menggunakan penyaring atau kain saring untuk memisahkan filtrat dan residu. Selanjutnya, residu hasil pemisahan dicuci dengan air mengalir hingga mencapai pH netral (7) dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 12 jam. Residu yang telah kering ditepungkan menggunakan grinder dan diayak pada saringan berukuran 100 mesh (0,149 mm). (Murniyati *et al.* 2015). Penelitian tahap II meliputi Pembuatan kerupuk dimulai dari mencampurkan bumbu-bumbu seperti tertera pada tabel 5 dan menambahkan tepung tulang ikan bandeng dengan konsentrasi 0%,10%,15% dan 20% Setelah semua tercampur aduk adonan hingga merata, cetak menggunakan cetakan kerupuk berbentuk persegi panjang. Kemudian dikukus selama 1 jam lalu disimpan dalam suatu ruangan selama 12 jam hingga hasil kukusan mengeras. Kemudian siap untuk dipotong menggunakan slicer manual dengan ketebalan yang di inginkan pada tiap-tiap kerupuk. Kemudian kerupuk dijemur dibawah terik matahari dengan anjangan bambu selama 3-4 jam. (Koswara, 2009).

Penentuan kadar air (AOAC, 2005)

Penentuan kadar air didasarkan pada perbedaan contoh sebelum dan sesudah dikeringkan. Metode yang digunakan adalah pengeringan menggunakan *drying oven* selama 12 jam pada suhu 105°C. Presentase kadar air (berat basah) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B1-B2}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

B=berat sampel (g)

B1=berat(sampel+cawan sebelum dikeringkan) (g)

B2=berat(sampel+cawan sesudah dikeringkan) (g)

Uji kadar protein (AOAC, 2005)

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 NaSO₄ + 5 gram CuSO₄ + 0,7 gram selenium), lalu tambahkan 4 ml H₂SO₄ 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 H₃BO₃ 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.

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

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

Penentuan Kadar Abu (SNI 01-2891-1992)

Pengukuran kadar abu total dilakukan dengan metode *drying ash*. Sampel sebanyak 1 gram ditimbang pada cawan yang sudah diketahui bobotnya. Lalu diarangkan 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 %

$$\text{Kadar Abu (db)} = \text{bobot abu (wb)} \times (100 - \% \text{ air})$$

$$\text{Kadar Abu (wb)} = \frac{B-A}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

A : berat cawan porselin kosong (g)

B : berat cawan porselin dengan abu (g)

Penentuan Kadar Kalsium (Apriyantono dan Fardiaz, 1989)

Penetapan kadar kalsium dilakukan dengan menimbang sampel ± 5 g kemudian mengabukan. Sampel abu tersebut didestruksi dengan menambahkan HNO₃ : H₂O (10:30) selama ± 10 menit. Larutan hasil destruksi didinginkan kemudian disaring dan ditempatkan pada labu takar 50 ml. Aquademin ditambahkan hingga tanda tera pada labu takar 50 ml. Larutan ini dinamakan larutan induk. Kemudian dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 0,5 ml larutan induk dan dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml serta menambahkan aquademin hingga tanda tera. Tahap pembacaan dengan mengambil 0,5 ml larutan yang telah diencerkan kemudian dimasukkan dalam labu takar 10 ml dan ditambahkan 2 ml lantanum dan aquademin hingga tanda tera. Pembacaan sampel dilakukan pada Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS) dengan panjang gelombang 422,7 nm. Berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan AAS, perhitungan kadar kalsium ditetapkan dengan rumus sebagai berikut:

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

Penentuan Kadar Fosfor (Apriyantono dan Fardiaz, 1989)

Pembuatan larutan fosfat standar dan kurva standar : sebanyak 3,834 g potasium dihidrogen fosfat (KH_2PO_3) dilarutkan dalam akuades dan diencerkan sampai volume 1 liter. Kemudian sebanyak 25 ml dari larutan tersebut dimasukkan dalam labu takar 250 ml dan diencerkan sampai tanda tera (1 ml = 0,2 mg P_2O_5). Masing-masing sebanyak 0; 2,5; 5; 10; 20; 30; 40 dan 50 ml larutan fosfat standar dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Kemudian larutan pada masing-masing labu takar diencerkan sampai volume 100 ml dengan aquades. Larutan didiamkan selama 10 menit dan diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 400 nm. Masing-masing labu takar mengandung 0; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8 dan 10 mg P_2O_5 / 100 ml. Kurva standar dibuat antara absorbansi dengan mg P_2O_5 /100 ml. Contoh ditimbang sebanyak 5 g dalam gelas piala 150 ml. Ke dalam gelas tersebut ditambahkan 20 ml asam nitrat pekat. Kemudian dididihkan selama 5 menit. Selanjutnya didinginkan dan ditambahkan 5 ml asam sulfat pekat. Larutan dipanaskan dan disempurnakan (*digestion*) dengan penambahan HNO_3 setetes demi setetes sampai larutan tidak berwarna, kemudian dilanjutkan dengan pemanasan hingga timbul asap putih dan didinginkan. Ke dalam gelas piala ditambahkan 15 ml akuades dan dididihkan kembali selama 10 menit. Setelah dingin dipindahkan ke dalam labu takar 250 ml. Gelas piala dibilas sampai bersih dan air bilasan dimasukkan ke dalam labu takar. Selanjutnya larutan dalam labu takar diencerkan sampai tanda tera dengan aquades. Sebanyak 10 ml larutan contoh dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Kemudian di dalam labu takar ditambahkan 40 ml aquades dan 25 ml pereaksi vanadatmolibdat dan diencerkan sampai tanda tera. Larutan didiamkan 10 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Nilai absorbansi dibandingkan dengan standar fosfor yang telah diketahui konsentrasinya.

$$\text{Fosfor dalam contoh } (\text{P}_2\text{O}_5) (\% \text{bb}) = \frac{C \times \text{FP}}{W} \times 100\%$$

Keterangan: C = Konsentrasi fosfor dalam contoh (mg/100ml) yang terbaca dari kurva standar
FP = Faktor Pengenceran

Penentuan Kerenyahan Kerupuk (Faridah *et al.* 2008)

Kerenyahan dan kekerasan diukur dengan menggunakan texture analyzer XT2i yang dinyatakan dalam satuan gf (gram force). Alat ini dilengkapi dengan sistem komputerisasi sehingga harus diatur sesuai dengan kebutuhan dan jenis produk yang diuji. Sebelum dilakukan pengukuran contoh, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi probe. Kerupuk yang diukur kerenyahan dan kekerasannya diletakkan di bawah probe dan "Quick Run Test"

ditekan. Probe yang digunakan adalah P2, jarak probe dikalibrasi sesuai dengan tinggi kerupuk yaitu 4 mm. Setelah pengukuran selesai, nilai kerenyahan dan kekerasan kerupuk dapat dilihat pada layar komputer.

Penentuan Kemekaran Kerupuk (Koesbandi, 1974)

Kemekaran linier kerupuk ikan ditetapkan dengan melihat perubahan luasan kerupuk sebelum dan sesudah digoreng, pengukuran panjang dan lebar irisan kerupuk menggunakan jangka sorong. Persentase kemekaran dihitung dengan rumus :
Kemekaran linier (%) :

$$\frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100$$

Keterangan :

L1 = Luas kerupuk mentah (panjang x lebar)

L2 = Luas kerupuk matang (panjang x lebar)

Penentuan Hedonik (Rahayu, 2001)

Uji hedonik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji kesukaan hedonik terhadap kerupuk matang. Parameter penilaian meliputi kenampakan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan jamur (kapang). Skor penilaian uji hedonik yang digunakan adalah skor 9 (amat sangat suka), 8 (sangat suka), 7 (suka), 6 (agak suka), 5 (netral), 4 (agak tidak suka), 3 (tidak suka), 2 (sangat tidak suka), 1 (amat sangat tidak suka). Panelis yang memberikan penilaian adalah panelis dan jumlahnya adalah 30 orang. Penilaian dilakukan kepada kerupuk matang untuk rasa dan mentah untuk indikator penilaian lainnya. Pengodean untuk contoh menggunakan empat angka yang bersifat acak dan menggunakan air mineral matang untuk membilas setelah melakukan penilaian terhadap satu contoh makanan dan akan beralih ke contoh makanan lain

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Nilai kadar air terendah terdapat pada kerupuk D yaitu 11,83% dan nilai kadar air tertinggi yaitu 16,07% pada kerupuk A. Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air kerupuk rambak, kadar air mengalami penurunan dengan penambahan tepung kalsium. Menurut Kaya (2008), penambahan tepung tulang ikan patin ternyata tidak menyebabkan peningkatan kadar air tetapi menyebabkan terjadinya penurunan kadar air. Hal tersebut mungkin disebabkan karena tepung tulang ikan patin merupakan produk padat kering dengan kadar air yang rendah sehingga pada saat ditambahkan ke adonan tepung tulang ikan patin menyerap air yang ada dalam adonan. Menurut SNI kerupuk ikan (2009), kadar air maksimal 12% dan dari keempat sampel kerupuk, satu sampel ada yang memenuhi syarat maksimal kadar air kerupuk yaitu kerupuk D.

Kadar Protein

Nilai kadar protein terendah terdapat pada kerupuk D yaitu 2,29% dan nilai kadar protein tertinggi yaitu 3,11% pada kerupuk A. Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng memiliki pengaruh nyata terhadap kadar protein kerupuk rambak, kadar protein mengalami penurunan dengan penambahan tepung kalsium. Dalam penelitian ini kadar protein tepung tulang ikan dihidrolisis. Protein tulang ikan dihidrolisis menggunakan larutan NaOH 1N karena diduga dapat meningkatkan kadar kalsiumnya. Menurut Trilaksana *et al.* (2006), Rendahnya kadar protein pada tepung tulang ini dapat menguntungkan dan merugikan bila dilihat dari aspek gizi maupun penyerapan kalsium dalam usus, karena kalsium dapat diserap baik bila dalam bentuk garam kalsium klorida, kalsium glukonat, kalsium karbonat, dan kalsium fosfat. Diperkuat oleh Adriani *et al.* (2012), bahwa kandungan protein dari tulang ikan merupakan protein kolagen. Kolagen adalah protein fibriler yang sulit untuk dicerna dan merupakan protein berkualitas buruk karena tidak mengandung asam amino triptofan dan hanya mengandung sedikit asam amino esensial, sehingga tidak digunakan sebagai sumber protein. Menurut SNI kerupuk ikan (2009), kadar protein minimal 5% dan dari keempat sampel kerupuk, tidak ada sampel yang memenuhi syarat minimal kadar protein kerupuk. Pada penelitian Tababaka (2004), hasil analisis menunjukkan bahwa kadar protein kerupuk tulang ikan sekitar 0,81% -5,49% dengan perlakuan tulang ikan 10% - 40%.

Kadar Abu

Nilai kadar abu terendah terdapat pada kerupuk A yaitu 3,17% dan nilai kadar abu tertinggi yaitu 13,26% pada kerupuk D. Berdasarkan hasil kadar abu pada kerupuk dengan penambahan tepung kalsium tulang ikan dengan konsentrasi yang berbeda lebih besar dibandingkan kadar abu kerupuk kontrol. Hal ini diduga karena penambahan tepung kalsium tulang ikan. Tepung tulang ikan mengandung mineral seperti kalsium dan fosfor yang menyebabkan kadar abunya tinggi. Tingginya kadar abu menguntungkan bila ditinjau dari segi nutrisi karena tepung tulang ikan mengandung kalsium dan fosfor yang dibutuhkan tubuh. Menurut Frandson (1992), tulang mengandung sel hidup dan matriks intraseluler dalam bentuk garam mineral. Garam mineral tersebut terdiri dari kalsium fosfat sebanyak 80% dan sisanya adalah kalsium karbonat dan magnesium fosfat. Pada penelitian Ramdany *et al.* (2014), hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu kerupuk tulang ikan sekitar 4,75% - 11,52% dengan perlakuan tulang ikan 10-50%.

Kadar kalsium

Nilai kadar kalsium terendah terdapat pada kerupuk A yaitu 0,03% dan nilai kadar kalsium tertinggi yaitu 5,62% pada kerupuk D, semakin

tinggi jumlah konsentrasi penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng 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 uji kadar kalsium pada kerupuk didapati bahwa pada tiap-tiap perlakuan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding dengan fosfor. Hal ini baik karena mengindikasikan bahwa fosfor dalam kerupuk tidak menghambat penyerapan dari kalsium ketika dicerna dalam tubuh sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif bahan pangan sumber kalsium yang baik bagi tubuh. Rasio konsumsi kalsium fosfor agar dapat dimanfaatkan secara optimal dianjurkan adalah 1:1 dalam makanan, konsumsi fosfor yang lebih tinggi dapat menghambat absorpsi kalsium karena fosfor dalam suasana basa membentuk kalsium fosfat yang tidak larut air (Khomsan, 2004). Sementara menurut Ferazuma (2011), proses absorpsi kalsium yang baik memerlukan perbandingan kalsium dan fosfor dalam rongga usus berkisar antara 1:1 sampai 1:3. Perbandingan yang lebih besar dari 1:3 akan menghambat penyerapan kalsium. Hasil kadar kalsium pada penelitian ini lebih tinggi di bandingkan dengan kadar kalsium penelitian Syahputra (2017) tentang penambahan tepung tulang ikan bandeng ke dalam kerupuk dengan konsentrasi 20% sebesar 3,08%.

Kadar Fosfor

Berdasarkan Tabel 1, kadar fosfor terendah terdapat pada kerupuk A yaitu 0,01% dan nilai kadar fosfor tertinggi yaitu 3,57% pada kerupuk D. Dari nilai kadar fosfor pada kerupuk, menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng dengan berbagai perlakuan memberi dampak kenaikan pada nilai fosfor pada kerupuk. Hasil kadar fosfor pada penelitian ini lebih tinggi di bandingkan dengan kadar fosfor penelitian Syahputra (2017) tentang penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng ke dalam kerupuk dengan konsentrasi 20% sebesar 2,19%.

Kerenyahan

Nilai kerenyahan tertinggi yaitu pada kerupuk A sebesar 951,84 gf dan nilai kerenyahan terendah pada kerupuk D yaitu sebesar 632,51 gf. Hal ini di sebabkan karena kerupuk tanpa penambahan tepung kalsium tulang ikan (kontrol) mengandung tepung tapioka lebih banyak dari pada perlakuan lain nya. Hal ini di perkuat oleh Hal ini di perkuat oleh Ratnawati (2013) bahwa keunggulan dari tepung tapioka dalam pembuatan kerupuk yaitu akan mempengaruhi dari kerenyahan kerupuk. Karakteristik dari kerupuk yang disukai oleh konsumen memiliki volume pengembangan yang

Tabel 1. Komposisi Kimia Kerupuk Rambak Tapioka

No.	Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Kalsium (%)	Kadar Fosfor (%)
1.	A	16,07±0,00 ^d	3,11±0,05 ^d	3,17±0,06 ^a	0,03±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a
2.	B	13,28±0,15 ^c	2,82±0,11 ^c	7,91±0,03 ^b	4,15±0,37 ^b	2,07±0,02 ^b
3.	C	12,47±0,02 ^b	2,58±0,10 ^b	10,40±0,03 ^c	4,81±0,15 ^c	2,62±0,06 ^c
4.	D	11,83±0,06 ^a	2,29±0,08 ^a	13,26±0,05 ^d	5,62±0,16 ^d	3,57±0,09 ^d

baik, kerenyahan yang baik dan penampakan menarik. Volume pengembangan kerupuk dipengaruhi oleh kadar amilopektinnya, dimana tapioka memiliki amilopektin yang tinggi. Berdasarkan hasil uji kerenyahan tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung kalsium tulang ikan memberikan pengaruh penurunan nilai kerenyahan kerupuk. Hasil penelitian Zulfahmi (2014), pada penelitian sejenis dengan ikan tenggiri pada pembuatan kerupuk ikan, dimana nilai kerenyahan kerupuk dengan perbandingan ikan tenggiri dan tapioka 0 : 1 adalah 565,24 gf.

Kemekaran

Nilai kemekaran tertinggi yaitu pada kerupuk A sebesar 69,13 % dan nilai kemekaran terendah pada perlakuan kerupuk D yaitu sebesar 51,76 %. Penurunan ini diduga karena adanya perlakuan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng. Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk terbukti dapat mempengaruhi nilai kemekaran kerupuk ketika digoreng. Hal ini diduga bahwa penambahan tepung tulang ikan pada adonan kerupuk dapat menghambat glatinisasi pada tepung pati saat proses penggorengan. Hal tersebut diperkuat oleh Siaw *et al.*, (1985) bahwa semakin banyak penambahan bahan baku bukan pati semakin kecil pengembangan kerupuk pada saat penggorengan dan pengembangan menentukan kerenyahannya. Granula pati yang tidak terglatinisasi secara sempurna akan menghasilkan daya pengembang yang rendah selama penggorengan produk akhirnya. Granula pati yang terglatinisasi sempurna akan mengakibatkan pemecahan sel-sel pati lebih baik selama penggorengan.

Tabel 2. Kerenyahan dan Kemekaran Kerupuk Rambak Tapioka

No.	Perlakuan	Kerenyahan (gf)	Kemekaran (%)
1.	A	951,84±16,80 ^d	69,13±0,92 ^d
2.	B	817,42±10,78 ^c	62,86±0,42 ^c
3.	C	721,18±5,06 ^b	57,45±0,42 ^b
4.	D	632,51±14,03 ^a	51,76±0,00 ^a

Keterangan :

- A : Perlakuan kontrol
- B : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang bandeng 10%
- C : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang bandeng 15%
- D : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang bandeng 20%
- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;

Hedonik Kerupuk Tepung Kalsium Tulang Ikan Bandeng

Kenampakan

Berdasarkan nilai uji hedonik kenampakan kerupuk di dapatkan nilai tertinggi yaitu 8,26±0,63 pada kerupuk B, kemudian 8,03±1,12 pada kerupuk A, kemudian 7,66±0,71 pada kerupuk C dan pada kerupuk D dengan nilai 7,63±0,92. Hal tersebut menunjukkan bahwa secara umum nilai hedonik kenampakan kerupuk dari semua perlakuan dapat diterima oleh konsumen. Sesuai dengan SNI kerupuk ikan (2009), yaitu minimal nilai hedonik pada kerupuk adalah 7.

Kenampakan kerupuk B dengan tambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng menjadi yang paling di sukai oleh panelis dikarenakan memiliki kenampakan yang berwarna putih sedikit keabu-abuan. Sedangkan kenampakan kerupuk A, C dan D memiliki kenampakan yang cenderung berwarna kecoklatan. Menurut Ariyani & Fitriyono (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. Kemudian di perkuat oleh Ketaren (1986), reaksi maillard terjadi pada saat perlakuan pemanasan yaitu pada pengukusan adonan, pengeringan dalam oven dan penggorengan *deep frying*.

Bau

Berdasarkan nilai uji hedonik bau kerupuk di dapatkan nilai tertinggi yaitu 7,76±0,97 pada kerupuk B, kemudian 7,53±0,81 pada kerupuk C, kemudian 7,70±1,02 pada kerupuk D dan terendah pada kerupuk A dengan nilai 6,36±0,76. Hasil hedonik bau atau aroma diatas, secara umum bau dari kesemua sampel kerupuk dengan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng disukai oleh panelis, terkecuali kerupuk kontrol yang mendapatkan nilai terendah. Hal tersebut sesuai dengan SNI kerupuk ikan (2009), bahwa nilai hedonik kerupuk minimal adalah 7.

Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk memberikan dampak yang positif terhadap nilai hedonik aroma atau bau dari kerupuk. Aroma yang dihasilkan rata-rata disukai panelis karena spesifik tulang ikan. Menurut pendapat dari Estiasih dan Akhamadi (2009), bahwa Reaksi browning enzimatis maupun nonenzimatis atau reaksi Maillard dapat menghasilkan bau yang

kuat, misalnya pembentukan furfural dan maltol juga karamelisasi. Kemudian diperkuat oleh Thalib (2009), kelezatan suatu makanan sangat ditentukan oleh faktor aroma. Dalam banyak hal aroma menjadi daya tarik tersendiri dalam menentukan rasa enak dari produk makanan itu sendiri. Aroma lebih banyak berhubungan dengan panca indera pembau. Pada umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan campuran empat bau yaitu aroma, asam, tengik, dan hangus.

Rasa

Berdasarkan nilai uji hedonik rasa kerupuk di dapatkan nilai tertinggi yaitu $7,83 \pm 0,83$ pada kerupuk B, kemudian $7,66 \pm 0,92$ pada kerupuk C, kemudian $7,46 \pm 1,93$ pada kerupuk D dan terendah pada kerupuk A dengan nilai $6,76 \pm 0,77$. Kerupuk dengan tambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng menunjukkan hasil yang positif pada uji hedonik rasa dengan nilai tertinggi di dapatkan oleh kerupuk B dan yang terendah didapat oleh kerupuk tanpa penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng (kerupuk A). Hal tersebut sesuai dengan SNI kerupuk ikan (2009), bahwa nilai hedonik kerupuk minimal adalah 7.

Rasa dari kerupuk dengan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng menghasilkan rasa tulang ikan yang semakin kuat saat ditambahkan kedalam adonan kerupuk. Menurut Winarno (2004), rasa merupakan faktor penentu daya terima konsumen terhadap produk pangan. Rasa lebih banyak dinilai menggunakan indera pengecap atau lidah. Faktor rasa memegang peranan penting dalam pemilihan produk oleh konsumen, karena walaupun kandungan gizinya baik tetapi rasanya tidak dapat diterima oleh konsumen maka target meningkatkan gizi masyarakat tidak dapat tercapai.

Tekstur

Berdasarkan nilai uji hedonik tesktur kerupuk didapatkan nilai tertinggi yaitu $7,80 \pm 0,92$ pada kerupuk C, kemudian $7,73 \pm 0,90$ pada kerupuk B,

kemudian $7,36 \pm 1,37$ pada kerupuk D dan terendah pada kerupuk A dengan nilai $7,33 \pm 1,02$. Hasil hedonik tekstur diatas, secara keseluruhan tekstur dari sampel kerupuk dengan penambahan tepung tulang ikan disukai oleh panelis. Hal tersebut sesuai dengan SNI kerupuk ikan (2009), bahwa nilai hedonik kerupuk minimal adalah 7.

Penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng tidak berpengaruh nyata terhadap penilaian tekstur dari kerupuk. Dengan komposisi tepung tapioka dengan tambahan soda kue yang digunakan dalam adonan kerupuk membuat tekstur dari kerupuk mengembang dan disukai oleh panelis. Menurut Anggit *et al* (2010), bahwa penentuan tekstur produk pangan secara subjektif dipengaruhi oleh kenampakan (bentuk dan potongan produk), persepsi di langit-langit mulut, persepsi selama mengunyah (satu atau lebih karakteristik tekstur yaitu elastisitas, viskositas, kekerasan, kelengketan), dan persepsi sisa dari mengunyah.

Jamur

Berdasarkan Nilai uji hedonik jamur kerupuk di dapatkan nilai yang sama untuk semua perlakuan yaitu $9,00 \pm 0,00$. Hal ini membuktikan bahwa berdasarkan uji hedonik jamur yang dilakukan oleh 30 panelis, kesemuanya memberikan nilai 9 atau dengan kata lain penambahan tepung tulang ikan dengan. Perlakuan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang pada kerupuk.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur atau kapang pada produk kerupuk adalah kadar air, kondisi kelembaban lingkungan sekitar dan tempat penyimpanan sebagai wadah dari kerupuk tersebut. Hal ini diperkuat oleh Bawinto (2015), bahwa pertumbuhan kapang dapat disebabkan oleh produk yang menggunakan pengemas plastik sehingga tersedianya oksigen untuk kebutuhan metabolisme dari kapang, dan kapang sangat cepat untuk berkembang. Disamping itu juga karena pengaruh dari suhu lingkungan yang membuat daging atau produk menjadi lembab.

Tabel 3. Hasil Uji Hedonik Kerupuk Rambak.

Perlakuan Kerupuk	Spesifikasi				
	kenampakan	Bau	Rasa	Tekstur	Jamur
A	$8,03 \pm 1,12^a$	$6,36 \pm 0,76^a$	$6,76 \pm 0,77^a$	$7,33 \pm 1,02^a$	$9,00 \pm 0,00$
B	$8,26 \pm 0,63^b$	$7,76 \pm 0,97^b$	$7,83 \pm 0,83^b$	$7,73 \pm 0,90^a$	$9,00 \pm 0,00$
C	$7,66 \pm 0,71^a$	$7,53 \pm 0,81^b$	$7,66 \pm 0,92^b$	$7,80 \pm 0,92^a$	$9,00 \pm 0,00$
D	$7,63 \pm 0,92^a$	$7,70 \pm 1,02^b$	$7,46 \pm 1,93^b$	$7,36 \pm 1,37^a$	$9,00 \pm 0,00$

Keterangan :

- A : Perlakuan kontrol
- B : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng 10%
- C : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng 15%
- D : Perlakuan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng 20%
- Data merupakan hasil rata-rata dari penilaian 30 panelis \pm standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 5\%$).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian pengaruh penambahan tepung kalsium tulang bandeng terhadap karakteristik kerupuk rambak tapioka adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng terhadap kerupuk memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, kadar protein, kadar abu, kadar kalsium, kadar fosfor, kerenyahan dan kemekaran.
2. Hasil uji analisis kimia menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng sebanyak 20% akan semakin meningkatnya nilai gizi dari kerupuk rambak. Nilai gizi produk terpilih yaitu kadar air sebesar 11,83%, kadar abu sebesar 13,26%, kadar protein sebesar 2,29% , kadar kalsium 5,62% dan kadar fosfor 3,57%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, L., Bagau, B., Novi, M., Cicah, A., Darana, S. 2012. The Effect of Skipjack Tuna Bone Meal (*Katsuwonus pelamis*) on Uric Acid and Blood Glucose on Broiler. *Journal of Seria Zootehnie*, 57(2) : 25-34.
- Almatsier, S. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anggit, N., Y.S. Darmanto, dan Fronthea, S. 2010. Quality Analysis Satsuma Age of Threadfin Bream (*Nemipterus* sp) Processed Using Different Kind of Flours. *Jurnal Sainstek Perikanan*, 6(2) : 13-22
- AOAC Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Arikunto, S. 2002. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek, Edisi Revisi V, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Ariyani, M., Fitriyono A. 2013. Pengaruh Penambahan Tepung Duri Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Dan Bubur Rumpuk Laut (*Eucheuma Cottonii*) Terhadap Kadar Kalsium, Kadar Serat Kasar dan Kesukaan Kerupuk. *Journal of Nutrition College*, 2(1) : 223-231.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz. 1989. *Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi*. IPB Press.
- Bawinto, S., Adelia. 2015. Analisa Kadar Air, pH, Organoleptik, Pada Produksi Ikan Tuna (*Thunus* sp) Asap, Di Kelurahan Girian Bawah, Kota Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 3(2) : 45-56.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- _____. 2009. *Standar Nasional Indonesia. Kerupuk Ikan*. SNI 2713.1:2009. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Cucikodana, Y., A. Supriadi, dan B. Purwanto. 2012. Pengaruh Perbedaan Suhu Perebusan dan Konsentrasi NaOH Terhadap Kualitas Bubuk Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1) : 91-101.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2014. *Data Statistik Series Produksi Perikanan Budidaya Indonesia*. Kementerian Kelautan Perikanan.
- Estiasih, T. dan Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Faridah, A., K. S. Pada, A. Yulastri, dan L. Yusuf. 2008. *Patiseri Jilid 3*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta. Hal 402-445.
- Ferazuma, H. 2011. Substitusi tepung kepala ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus* sp) untuk meningkatkan kandungan kalsium cracker [Skripsi]. Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Frandsen, R. D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Irianto E dan Soesilo I. 2007. *Dukungan Teknologi Penyediaan Produk Perikanan*. Jakarta: Badan Riset Perikanan dan Kelautan.
- ISA. 2002. *International Seafoods of Alaska, Inc*. 157 Shelikof Street, Kodiak, AK 99615, United States.(907):486-4768.
- Kaya, A.O.W. 2008. Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Patin (*Pangasius* sp) Sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor dalam Pembuatan Biskuit. [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia. Jakarta. Hlm 138-151
- Khomsan, A. 2004. *Peranan Pangan dan Gizi untuk Kualitas Hidup*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Koesbandi, S. 1974. Pengaruh Kadar Air terhadap Kerapuhan (*Cripness*) Kerupuk Udang. [karya ilmiah]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Departemen Perikanan, Fakultas Kedokteran Hewan dan Peternakan, Universitas Brawijaya. Afiliasi Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, S. 2009. *Pengolahan Aneka Kerupuk*. E-book Pangan.
- Latief, F. 2006. Karakteristik Sifat Tepung Ikan serta Tepung Daging dan Tulang. (Skripsi). Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Murniyati, F.R. Dewi, dan R. Peranginangin. 2015. Teknik Pengolahan Tepung Kalsium dari

- Tulang Ikan Nila. Penebar Swadaya, Jakarta, 64 hlm.
- Ngudiharjo, A. 2011. Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila Merah Terhadap Kandungan Kalsium dan Tingkat Kesukaan Mie Kering. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNPAD. Jatinangor
- Rahayu, W. P. 2001. *Penentuan Praktikum Penilaian Organoleptik*. Bogor: IPB, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi.
- Ramdany, G., I. Kusumaningrum, dan B.F. Pamungkas. 2014. Karakteristik Kimiawi Kerupuk Tulang Ikan Belida (*Chitala* sp.). *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 19(2) : 36-45.
- Ratnawati, R. 2013. Eksperimen Pembuatan Kerupuk Rasa Ikan Banyar Dengan Bahan Dasar Tepung Komposit Mocaf dan Tapioka. [Skripsi] Jurusan Teknologi jasa dan Produksi. Unnes. Semarang.
- Saparinto, C., I. Purnomowati, dan D. Hidayati. 2006. Bandeng Duri Lunak. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 99 hlm.
- Siaw, C. L., A.Z. Idus and S.Y.Yu. 1985. Intermediate Technology for Fish Crackers (koropok) Production. *Journal of food tech* vol. 20.
- Subekti, E.I. 1998. Optimasi Perencanaan Produksi Industri Kerupuk Udang/Ikan diPerusahaan Kerupuk Indrasari, Indramayu, Jawa Barat. [Skripsi]. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Syahputra, H. 2017. Pengaruh Pemberian Berbagai Tepung Tulang Ikan Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Pada Kerupuk Tapioka [Skripsi] Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. FPIK Universitas Diponegoro. Semarang
- Tababaka, R. 2004. Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Sebagai Bahan Tambahan Kerupuk. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Thalib, A. 2009. Pemanfaatan tepung tulang ikan tuna (*Thunus albacares*) sebagai sumber kalsium dan fosfor untuk meningkatkan nilai gizi makron kenari. [Thesis] Bogor: sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Trilaksani, W., E. Salamah, dan M. Nabil. 2006. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 9(2) : 34-43.
- Widya Karya Pangan dan Gizi. 2004. *Risalah Widya Karya Pangan dan Gizi IV*. Jakarta: Lembaga ilmu Pengetahuan Indonesia, HLM 887.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zulfahmi, A. 2014. Pemanfaatan Daging Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commerson*) Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Pada Pembuatan Kerupuk Ikan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4) : 133-139.