

Karakteristik Bakso Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Penambahan Karagenan, Isolat Protein Kedelai, dan Sodium Tripolyphospat

*Characteristics of Catfish (*Pangasius pangasius*) Meatballs with Addition of Carragenan,
Isolate Soy Protein, and Sodium Tripolyphospat*

Dina Defyanti Sinaga, Herpandi*, Rodiana Nopianti

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662 Sumatera Selatan

Telp./Fax. (0711) 580934

*Penulis untuk korespondensi: herpandinapis@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the characteristics of catfish meatball with addition of isolate soy protein, carrageenan and STPP. The Research used a Randomized Block Design (RDB) with five addition of food additives (carrageenan 2%, STPP 0.3% and isolate soy protein 7%). Each treatment was replicated two times. The attributes observed were physical analysis (expressible moisture content, gel strength and folding test), chemical analysis (moisture content, protein content and fat content) and sensory analysis (aroma, taste and colour). The result showed the average value of expressible moisture content was ranged from 0.52%-1.72%, gel strength was 79-172 gf, folding test was 2-4, moisture content was 70.14%-75.41%, protein content was 3.98%-7.13% and fat content was 1.4%-2.16%. Sensory analysis for colour of meat ball was ranged from 3.88-4.56, taste 3.8 - 4.56 and aroma 3.88-4.44. Addition of food additives into catfish meatballs significantly affect ($p < 0.05$) to expressible moisture content, gel strength, protein content, aroma, taste and folding test. But did not significant affect about moisture content, fat content and colours. The chemical analysis showed kind of food additive that can replace the STPP is isolate soy protein. And according to physical analysis the food additive than can repase STPP is combination isolate soy protein and carrageenan as well on the analysis of sensory analysis.

Keywords: Carrageenan, catfish, isolate soy protein, meatball, STPP

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik bakso ikan patin akibat penambahan isolat protein kedelai, karagenan dan sodium tripolyphospat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan lima perlakuan penambahan bahan tambahan pangan yang berbeda (karagenan 2,0%, STPP 0,3% dan ISP 7,0%). Setiap perlakuan diulangi sebanyak dua kali. Parameter yang diamati yaitu analisis fisik (*expressible moisture content*, kekuatan gel dan uji lipat), analisa kimia (kadar air, kadar protein dan kadar lemak) dan analisa sensori (aroma, rasa dan warna). Hasil penelitian ini menunjukkan hasil rerata nilai *expressible moisture content* (EMC) berada pada kisaran 0,52%-1,72%, kekuatan gel 79-172 gf, uji lipat 2-4, kadar air 70,14%-75,41%, kadar protein 3,98%-7,13%, kadar lemak 1,4%-2,16%. Warna bakso yang didapat berkisar 3,88-4,56; rasa 3,8-4,56; dan aroma 3,88-4,44. Penambahan bahan tambahan pangan kedelai bakso ikan patin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap *expressible moisture content*, kekuatan gel, kadar protein, aroma, rasa dan uji lipat. Tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air dan kadar lemak dan warna. Pada analisis kimia diperoleh bahan tambahan pangan yang baik menggantikan STPP dalam produk bakso ikan patin adalah isolat protein kedelai. Pada analisis fisik bahan tambahan pangan yang dapat menggantikan pemakaian STPP pada produk perikanan adalah kombinasi ISP dan karagenan begitu juga pada analisis sensori.

Kata kunci: Bakso, isolat protein kedelai, karagenan, patin, STPP

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim yang memiliki perairan yang luas, namun konsumsi ikan masyarakat Indonesia masih

sangat memprihatinkan. Konsumsi ikan di Indonesia pada tahun 2013 masih rendah yaitu sebesar 26 kg/kapita/tahun bila dibandingkan dengan negara-negara anggota

ASEAN lain contohnya Malaysia sebesar 45 kg/kapita/tahun (Numberi 2014).

Menurut Badan Pusat Statistik (2015) Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi perikanan budidaya cukup besar. Berdasarkan data statistik budidaya KKP tahun 2010-2014, perikanan budidaya mengalami peningkatan sekitar 23% per tahun dengan komoditas yang mengalami peningkatan patin (25%). Dari data statistik khususnya ikan patin merupakan komoditas perikanan air tawar yang mendukung ketahanan pangan.

Komoditi perikanan yang cukup digemari oleh masyarakat Indonesia khususnya masyarakat Palembang adalah ikan patin. Hal ini karena rasa daging ikan memiliki karakteristik rasa yang sangat khas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Maghfiroh (2000), komposisi daging ikan patin terdiri dari 14,53% protein; 1,09% lemak; 0,74% abu dan 82,22% air.

Dalam rangka menciptakan produk dan kesukaan masyarakat terhadap ikan, perlu adanya diversifikasi pengolahan terhadap ikan dengan penerapan teknologi tepat-guna, mudah dan murah, sehingga menghasilkan produk yang mempunyai nilai gizi yang baik serta disukai oleh masyarakat seperti bakso. Bakso merupakan hasil pengolahan ikan yang dilakukan dengan cara mencampur daging ikan yang telah dilumatkan/digiling bersama tepung tapioka dan bumbu-bumbu, dibentuk bulatan (bola), kemudian direbus/dikukus (Restu 2012). Bakso yang banyak digemari masyarakat memiliki rasa yang enak tekstur kenyal, empuk dan lembut.

Bakso merupakan salah satu makanan olahan yang banyak diminati masyarakat luas. Beragam bahan dan bentuk yang beredar di pasaran yang banyak menarik minat konsumen terhadap bakso. Kebanyakan konsumen hanya mengenal bakso terbuat daging sapi dan ayam. Bakso daging memiliki tekstur kenyal dan juiciness apabila digigit. Akhir-akhir ini bakso dengan bahan baku daging ikan sudah memiliki banyak peminatnya dan mulai berkembang di pasaran. Peminatnya bukan kalangan rumah tangga saja bahkan sudah sampai ke sektor kuliner dan *supermarket*. Konsumsi besar dan

berulang ulang merupakan potensi pasar yang besar untuk mengembangkan usaha, salah satunya adalah potensi bakso ikan patin. Untuk menghasilkan bakso yang memiliki karakteristik mendekati bakso yang terbuat dari daging sapi dan ayam maka diperlukan bahan tambahan pangan yang berperan membantu memperbaiki sifat fisik bakso ikan patin.

Komponen penyusun dalam pengolahan bakso ikan antara lain bahan pengisi dan bahan pengikat. Bahan pengisi yang ditambahkan dalam pengolahan bakso ikan seperti tepung tapioka belum cukup meningkatkan kekuatan gel. Banyak bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan pengikat salah satunya isolat protein kedelai yang dapat mengikat air dan minyak dan membantu mempertahankan struktur pada produk olahan daging (Koswara 2005).

Karagenan dapat diaplikasikan pada berbagai produk, sebagai pembentuk gel atau penstabil, pensuspensi, pembentuk tekstur emulsi, terutama pada produk-produk jelly, permen, sirup, dodol, nugget, produk susu, bahkan untuk industri kosmetik, tekstil, cat, obat-obatan, dan pakan ternak (Widodo, 2008). Karagenan menjadi salah satu bahan tambahan yang dapat meningkatkan kekuatan gel pada bakso ikan patin.

Fosfat (Sodium Tripolyphosphate/STPP) dan garam (Natrium Chloride/NaCl) memiliki kemampuan untuk memfasilitasi protein daging sebagai pengemulsi. Berdasarkan hal tersebut, maka penambahan fosfat dan garam pada daging prarigor diharapkan mampu mempertahankan kualitas daging, sehingga diperoleh daging postrigor yang baik sebagai bahan baku pembuatan bakso (Hatta 2012).

Tujuan penelitian ini adalah menentukan karakteristik bakso ikan patin akibat penambahan isolat protein kedelai, karagenan dan sodium tripolyphosphate terhadap sifat fisik, proksimat, dan sensori pada produk bakso.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu adalah ikan patin segar

isolat protein kedelai (ISP), STPP, dan karagenan, sedangkan bahan untuk membuat bakso adalah tepung tapioka, garam, bawang putih, bawang merah, lada, dan air es. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa yaitu aquadest, asam asetat, natrium bikarbonat, NaOH, CaCO₃, H₃BO₃, HCl, HClO₄, HgO, HNO₃, H₂SO₄, K₂S₂O₄, indikator metil merah, metil biru, K₂SO₄ dan pelarut heksana.

Alat-alat yang dibutuhkan, yaitu pisau, kompor gas, blender, panci, baskom, alat penggiling, timbangan analitik, labu ukur, *hot plate*, spatula, gelas beker, timbangan digital, pipet tetes, gelas ukur, corong, labu *Kjeldahl*, soxhlet, labu lemak, *chroma meter*, labu Erlenmeyer, dan *texture analyzer*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan yaitu penambahan bahan tambahan pangan (STPP, Isolat protein kedelai dan karagenan) menggunakan 5 taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Hasil percobaan penelitian ini akan dibandingkan dengan analisis kontrol (K0) dan (K1). Secara rinci perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

Penelitian dilakukan dengan penambahan bahan tambahan pangan pada bakso ikan dengan konsentrasi:

K = Tanpa Penambahan Bahan Tambahan Pangan (0%)

A1 = STPP (0,3%)

A2 = STPP : ISP (0,3% : 7%)

A3 = STPP : Karagenan (0,3% : 2%)

B1 = ISP (7%)

B2 = ISP : Karagenan (7% : 2%)

C = Karagenan (2%)

Cara Kerja

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu persiapan bahan baku dan pembuatan bakso.

Persiapan Bahan Baku

Ikan patin yang berukuran 900 - 1.300 gram/ekor dibuat menjadi *fillet*. Kemudian *fillet* daging ikan patin direndam dengan air dingin dengan rasio daging dan air 1:3 (b/v) pada suhu 5 °C waktu perendaman 40 menit. Selanjutnya *fillet* daging ikan patin di-*trimming*

(mengurangi lemak) dengan menggunakan pisau. *Fillet* daging ikan patin setelah di-*trimming* dilumatkan dengan menggunakan grinder hingga daging menjadi lumat.

Pembuatan Bakso

Daging ikan dicampur dengan bumbu (lada, bawang putih, gula, dan garam 2%) dari berat daging kedalam adonan untuk diblender kembali. Perlakuan penambahan bahan tambahan pangan dalam 200 g ikan patin. Tepung dicampurkan dengan daging lumat, ditambahkan sedikit demi sedikit tepung tapioka 50 g sambil diaduk dan dilumatkan hingga diperoleh adonan yang homogen. Adonan yang telah homogen dicetak menjadi bola-bola bakso yang siap direbus. Bola-bola bakso direbus dalam air mendidih selama 10-15 menit hingga bakso mengapung.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati yaitu analisis kimia meliputi kadar air, protein, dan lemak; analisis fisik meliputi *expressible moisture content* (EMC), kekuatan gel dan uji lipat serta analisis uji sensoris yaitu uji mutu hedonik.

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah menggunakan statistik. Pengolahan data dilakukan secara kuantitatif menggunakan teknik pengolahan data analisis statistik parametrik dan non parametrik. Dari hasil analisis fisik dan uji proksimat diuji dengan analisa parametrik menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) selanjutnya sidik ragam dengan uji lanjut Metode Ortogonal Kontras (MOK), sedangkan hasil uji sensori akan dianalisa secara Kruskal-Wallis dengan uji lanjut *multiple comparison*.

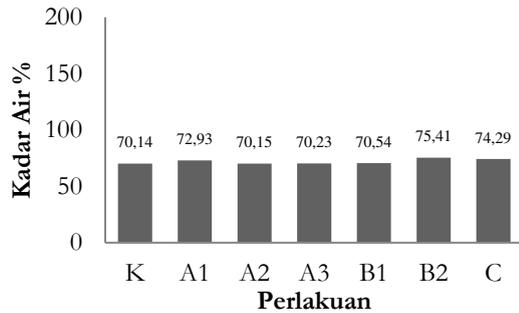
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kimia

Kadar Air

Nilai rata-rata kadar air bakso ikan patin berkisar 70,14% sampai dengan 75,41%. Nilai kadar air bakso ikan patin tertinggi yaitu pada bakso dengan penambahan bahan tambahan pangan isolat protein kedelai dan karagenan (B2). Kadar air

bakso ikan patin terendah yaitu pada bakso tanpa penambahan bahan tambahan pangan (K). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan berpengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap nilai kadar air yang dihasilkan. Nilai rata-rata kadar air dari bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai rerata kadar air bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Menurut Ulfa (2009), karagenan mengandung serat pangan tidak larut yang tinggi. Serat tidak larut dapat mengikat air dan memerangkap dalam matriks setelah pembentukan gel karagenan. Perbedaan kadar air diduga karena air terperangkap dalam matriks karagenan yang terbentuk selama proses pemanasan. Hal ini disebabkan oleh tepung karagenan memiliki gugus sulfat yang dapat mengikat air. Kandungan gugus sulfat yang berada pada karagenan bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya dan bersifat hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya (Mairano 1977 dalam Santoso 2007).

Menurut Yulianti (2003), semakin banyak gugus polar dari unit-unit asam amino protein, maka semakin hidrofilik protein tersebut. Santoso (2007), menambahkan sifat hidrofilik dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2007), penambahan konsentrasi karagenan pada sosis ikan bawal air tawar ini cenderung dapat meningkatkan kadar air dalam produk sosis. Penelitian Ulfah (2009), juga mengatakan bahwa penambahan karagenan pada pembuatan mie

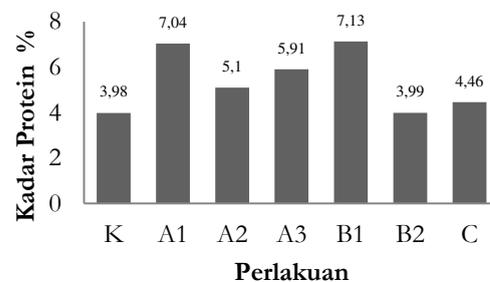
kering dapat meningkatkan kadar air mie kering.

Dikemukakan oleh Hui (2006) dalam Nopianti (2011), bahwa tripolyphospat dapat meningkatkan kemampuan protein menyerap cairan. Polifospat dapat memperbaiki daya ikat air produk olahan surimi. Penambahan bahan tambahan pangan mempengaruhi kemampuan bahan menyerap air yang berpengaruh terhadap kekuatan gel dan nilai *expressible moisture* pada bakso.

Kadar Protein

Nilai rata-rata kadar protein pada bakso ikan patin berkisar antara 3,98% hingga 7,13%. Nilai kadar protein bakso ikan patin tertinggi yaitu bakso dengan penambahan isolat protein kedelai (B1), sedangkan nilai kadar protein bakso ikan patin terendah yaitu bakso dengan tanpa penambahan bahan tambahan pangan (K). Perbedaan nilai kadar protein pada setiap bakso diduga karena adanya penambahan bahan tambahan pangan yang memiliki kadar protein berbeda-beda pada setiap bahan tambahan pangan yang ditambahkan. Penambahan bahan tambahan pangan berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap nilai protein pada bakso ikan patin. Hasil analisis keragaman kadar protein bakso ikan patin dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil analisis ragam kadar protein bakso ikan patin ($p<0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan K (kontrol) berbeda nyata dengan semua perlakuan. Kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan diduga karena tidak adanya penambahan protein dari bahan lain kedalam sampel kontrol yang dapat meningkatkan kandungan protein didalam bakso ikan patin.



Gambar 2. Nilai rerata protein bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Kelompok perlakuan A berbeda nyata dengan kelompok perlakuan B dan C. Perlakuan A1 (STPP) berbeda nyata dengan A2 (STPP dan isolat protein kedelai) dan A3 (STPP dan karagenan).

Tabel 1. Hasil ansira F kontras protein bakso ikan patin.

Komponen	F _{hit}
K vs semua	24,78*
A vs B C	60,60*
A1 vs A2 A3	8,13*
A2 vs A3	1.708,64
B1 vs B2	4.201,50
B vs C	0,58

Keterangan: *berbeda nyata

Perlakuan A2 (STPP dan ISP) berbeda tidak nyata dengan perlakuan A3 (STPP dan karagenan). Perlakuan B1 (ISP) berbeda tidak nyata dengan B2 (ISP dan karagenan). Kelompok perlakuan B berbeda tidak nyata dengan kelompok perlakuan C.

Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni, karena kadar proteinnya minimum 95 % dalam berat kering. Produk ini hampir bebas dari karbohidrat, serat dan lemak sehingga sifat fungsionalnya jauh lebih baik (Koswara, 2005). Menurut Rahayu (2014), semakin banyak penambahan isolat protein kedelai maka semakin tinggi kadar protein.

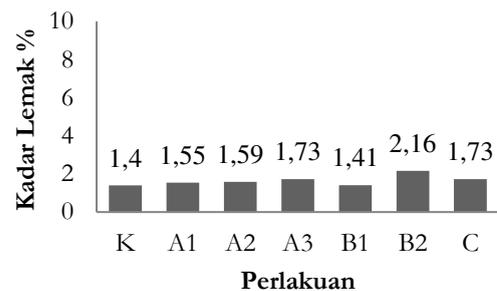
Menurut Zhang *et al.* (2010), isolat protein kedelai adalah produk dari protein kedelai bebas lemak atau berlemak rendah yang diolah sedemikian rupa sehingga kandungan proteinnya tinggi. Isolat protein kedelai atau isolat soy protein (ISP) bersifat hidrofilik dan dapat menyatu dengan produk olahan daging untuk mengurangi terjadinya *cooking loss*.

Abubakar (2012), menyatakan karagenan tidak mempengaruhi kadar protein karena merupakan polisakarida yang berikatan menjadi proteokaragenat yang membesar luasan permukaan yang dapat menyerap atau mengikat air (Abubakar 2012). Penambahan STPP (Sodium Tripolyphospat) tidak dapat mempengaruhi kadar protein, tetapi dapat menghambat perubahan struktur molekul protein yang dapat menyebabkan

perubahan fisik, kimia dan biologis. Kombinasi penambahan karagenan dan STPP tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan protein pada bakso. Menurut Kramlich (1971), bahan tambahan STPP adalah bahan yang dapat menghambat perubahan struktur molekul protein yang menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologis. Dari hasil analisis protein didapatkan bakso dengan nilai protein tertinggi adalah bakso B1 (ISP).

Kadar Lemak

Rata-rata kadar lemak bakso ikan dengan penambahan bahan tambahan pangan berkisar 1,4% sampai dengan 2,16%. Dari hasil tersebut didapat bahwa kadar lemak bakso ikan patin tertinggi yaitu bakso ikan patin dengan penambahan isolat protein kedelai dan karagenan (A4), sedangkan nilai kadar lemak bakso ikan patin terendah yaitu bakso tanpa penambahan bahan tambahan pangan (K0). Hasil analisis keragaman kadar lemak bakso ikan patin dapat dilihat pada menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan pangan pada bakso ikan patin berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai kadar lemak yang dihasilkan. Rerata nilai kadar lemak bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai rerata kadar lemak bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Penambahan bahan tambahan pangan pada bakso ikan patin tidak memberi pengaruh nyata terhadap lemak pada bakso ikan patin. Menurut Koswara (2005), protein dari isolat protein kedelai seharusnya mengikat lemak, tetapi dengan adanya karagenan protein akan kuat mengikat

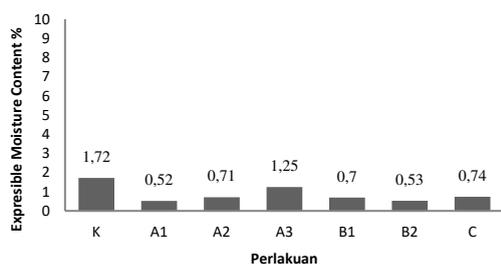
karagenan karena karagenan dapat berikatan baik dengan protein.

Pemberian penambahan karagenan menyebabkan protein akan lebih mengikat karagenan dan air sehingga ikatan lemak oleh protein menjadi berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ariyani (2005), bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka semakin banyak lemak yang terlepas sehingga stabilitas emulsinya semakin rendah. Hal ini dapat disebabkan karagenan lebih berfungsi sebagai *water binding* (pengikat) air daripada sebagai pengikat lemak (*fat binding*). Dari hasil nilai rata-rata kadar lemak yang didapat menunjukkan bahwa nilai bakso K (kontrol) dan bakso B1 (ISP) bernilai lebih rendah dari bakso dengan penambahan STPP.

Analisis Fisik

Expresible Moisture Content (EMC)

Hasil rerata nilai *EMC* bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan pada penelitian ini berkisaran 0,52% sampai dengan 1,72%. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai *expresible moisture content* bakso tertinggi yaitu 1,72% pada bakso K (tanpa penambahan bahan tambahan pangan), sedangkan nilai *EMC* bakso ikan patin terendah yaitu 0,52% pada bakso dengan penambahan STPP (A1). Nilai *Expresible Moisture Content (EMC)* bakso ikan patin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai rerata *Expresible Moisture Content (EMC)* bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai *EMC*. Hasil analisis ragam *expressible moisture* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil dari analisis keragaman menunjukkan nilai *EMC* bakso ikan patin K (kontrol) berpengaruh nyata dengan semua perlakuan terhadap *expressible moisture content* bakso ikan patin. Kelompok perlakuan A berpengaruh tidak nyata dengan kelompok perlakuan B dan C. Perlakuan A1 (STPP) berbeda nyata dengan A2 (STPP dan isolat protein kedelai) dan A3 (STPP dan karagenan). STPP memiliki sifat dapat mengikat air sama dengan ISP dan karagenan. Menurut Santoso (2007), penambahan konsentrasi karagenan pada sosis ikan bawal air tawar ini cenderung dapat meningkatkan kadar air dalam produk sosis. Selain itu karagenan juga mudah mengikat air dengan adanya gugus sulfat pada rantai molekulnya dan bersifat *reversible*, yaitu air tersebut akan mudah dilepaskan kembali (Chapman dan Chapman 1980).

Tabel 2. Hasil ansira F kontras orthogonal *expressible moisture content* bakso ikan patin.

Komponen	Fhit
K vs semua	90,87*
A vs B C	4,71*
A1 vs A2 A3	15,51*
A2 vs A3	16,57*
B1 vs B2	27,97*
B vs C	2,58*

Keterangan: * berbeda nyata

Perlakuan A2 (STPP dan isolat protein kedelai) berbeda nyata dengan A3 (STPP dan karagenan). Perlakuan B1 (isolat protein kedelai) berbeda nyata dengan B2 (ISP dan karagenan). Kelompok perlakuan B berbeda nyata dengan kelompok perlakuan C. Perlakuan B1 (ISP) berbeda nyata dengan B2 (ISP dan Karagenan), kedua bahan tambahan ini memiliki sifat yang sama yaitu dapat mengikat air dengan baik, tetapi dengan adanya kombinasi ISP dan karagenan, menjadikan bahan lebih baik mengikat air dan menahan air dibandingkan hanya dengan penambahan ISP.

Hal ini menunjukkan bahwa nilai *EMC* K (kontrol) bernilai tinggi dimana bakso banyak mengikat air dan banyak juga melepas air menyebabkan meningkatnya nilai *EMC* dan berbeda nyata dari perlakuan yang

lainnya. Meningkatnya nilai EMC bakso ikan patin diduga karena tidak adanya penambahan bahan tambahan pangan pada bakso yang dapat mengikat air pada bahan sehingga bahan banyak melepas air. Aberle *et al.* (2001), menyatakan bahwa secara fisik daya mengikat air akan mempengaruhi warna, tekstur, kekerasan daging mentah, *juiciness* dan keempukan daging yang dimasak.

Menurut Kramlich (1971), penambahan STPP pada bakso ikan dapat meningkatkan daya mengikat air. Polifosfat dapat memperbaiki daya ikat air (*water holding capacity*). Paranginangin *et al.* (1999), menyebutkan bahwa poliphospat dapat menambah kelembutan pada suatu produk terutama sifat elastisitas suatu produk. Poliphospat dapat memperbaiki daya ikat air (*water holding capacity*).

Menurut Ulupi *et al.* (2005), penambahan polifosfat dalam daging berguna dalam melarutkan protein myofibril terutama myosin. Protein hasil ekstraksi yang digunakan sebagai bahan pengikat akan saling berinteraksi dan akan mengakibatkan ruang antar filament menjadi lebih besar sehingga air dapat ditahan dan mengakibatkan tingginya daya mengikat air. Perlakuan B1 (isolat protein kedelai) berbeda nyata dengan B2 (isolat protein kedelai dan karagenan), dimana ISP dan karagenan memiliki sifat yang sama dengan STPP yang dapat mengikat air. Diduga kombinasi penambahan kedua bahan tambahan pangan kedalam bakso ikan patin memperbaiki daya ikat air pada bahan.

Hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) struktur yang berbeda antara gelatin dan *soy protein isolate*, terjadi retakan pada permukaan datar dan melintang *edible film*, retakan inilah yang menyebabkan rendahnya kuat tarik, rendahnya kemuluran, dan tingginya laju transmisi uap air *edible film* kombinasi 75:25, hal ini disebabkan oleh konsentrasi *soy protein isolate* yang tinggi dan penggunaan suhu 50°C pada saat pengeringan *edible film* (Hasdar *et al.* 2011). Denavi *et al.* (2009), menyatakan ketika kadar air dihilangkan pada saat pengeringan maka tingkat konformasi protein berubah dan tingkat protein menentukan berlangsungnya ikatan hidrofobik, ikatan ionik, hidrogen, dan interaksi yang dapat

dibangun antara rantai protein. Menurut penelitian Hasdar *et al.* (2011), pada kasus pencampuran gelatin dan *soy protein isolate* dengan kombinasi 80:20 mulai terjadi homogenisasi antara keduanya ini ditunjukkan dengan berkurangnya retakan serta mulai membangun struktur *edible film* yang baik dimana struktur fibril kolagen gelatin mulai menyatu dengan partikel *soy protein isolate*.

Selain itu karagenan juga mudah mengikat air dengan adanya gugus sulfat pada rantai molekulnya dan bersifat *reversible*, yaitu air tersebut akan mudah dilepaskan kembali (Chapman dan Chapman 1980). Keadaan ini menyebabkan semakin banyaknya air yang terikat dan pada saat diberi beban atau diberi tekanan, air itu akan dilepaskan kembali sehingga menghasilkan nilai daya serap air yang tinggi (Ulfa 2009).

Hasil pengamatan bentuk SEM pada pati singkong menunjukkan bentuk karagenan kappa, karagenan iota, maupun karagenan iota-kappa berbentuk seperti bongkahan kerikil yang padat. Ketiga karagenan kappa, iota, kappa-iota memiliki bentuk partikel yang tidak beraturan dan memiliki tekstur yang halus (Hasdar *et al.* 2011). Hasil penelitian Dewi dan Simon (2015), menyatakan hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) perbesaran 500x menunjukkan, ukuran dari beberapa rongga pada bakso sapi perlakuan kontrol (bakso sapi tanpa porang, tapioka 32%, STPP 0,30% dan NaCl 3%) yang terlihat pada hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) berkisar antara 10,60 μm – 25,80 μm ($\pm 6,90$). Rongga rongga matriks protein 3 dimensi tersebut, kemudian akan diisi oleh granula glukomanan yang memiliki daya kembang dan menyerap air yang tinggi. Sehingga rongga rongga yang terbentuk akan lebih kecil dan seragam dan akan terbentuk struktur yang kompak. Sedangkan pati yang merupakan komponen dominan dalam tepung tapioka, daya mengembangnya hanya sebesar 25%.

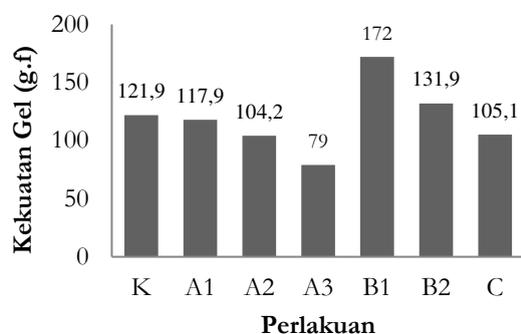
Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa kandungan protein pada sampel dengan penambahan bahan tambahan yang berbeda dapat mengakibatkan turunnya nilai EMC, semakin rendah nilai EMC maka daya

ikat airnya semakin baik. Diduga karena jaringan protein pada masing-masing bahan tambahan saling berikatan dengan protein ikan, sehingga air yang mengikat pada sampel menjadi menurun dan kemampuan gel meningkat. Daya ikat air dapat dipengaruhi oleh kualitas daging, daging yang berkualitas baik adalah daging yang memiliki daya ikat yang lebih tinggi (Latifa 2014).

Kekuatan Gel

Nilai rata-rata kekuatan gel bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan berkisar 79 gf sampai dengan 172 gf. Nilai kekuatan gel tertinggi yaitu pada bakso dengan penambahan bahan tambahan pangan isolat protein kedelai (B1), sedangkan nilai kekuatan gel terendah yaitu pada bakso dengan STPP dan karagenan (A3). Hasil pengamatan kekuatan gel dari bakso ikan patin dapat dilihat pada Gambar 5.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kekuatan gel. Hasil analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 5. Rerata kekuatan gel bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Tabel 3. Hasil ansira F kontras ortogonal kekuatan gel bakso ikan patin.

Komponen	F_{hit}
K vs semua	10,75*
A vs B C	4,80*
A1 vs A2 A3	67,29*
A2 vs A3	0,002*
B1 vs B2	12,29*
B vs C	0,05*

Keterangan: *berbeda nyata

Dari hasil tabel dapat dilihat bahwa sampel kontrol (K) berbeda nyata terhadap

semua sampel bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan terhadap kekuatan gel. Hal ini diduga karena tidak adanya penambahan bahan tambahan pangan kepada sampel kontrol sehingga nilai kekuatan gel pada bakso tanpa penambahan bahan tambahan pangan rendah.

Kelompok perlakuan A berbeda tidak nyata dengan kelompok perlakuan B dan C terhadap kekuatan gel. Bakso A1 (STPP) berbeda nyata dengan bakso A2 (STPP dan ISP) dan A3 (STPP dan karagenan) terhadap nilai kekuatan gel. Diduga berbeda nyata karena adanya kombinasi bahan tambahan yang berbeda-beda dengan STPP, sehingga dapat mempengaruhi sifat fisik dari bakso ikan patin. Menurut penelitian Dewi dan Simon (2015), menyatakan Kekenyalan bakso ditentukan oleh tingkat kerapatan struktur matriks yang terbentuk akibat pemanasan. Semakin tinggi kerapatan struktur matriks, maka semakin tinggi nilai kekenyalan bakso. Dilihat dari hasil SEM pada bakso sapi (tanpa porang, tapioka 32%, STPP 0.30% dan NaCl 3%) diduga semakin sedikitnya rongga dan semakin seragamnya rongga yang terbentuk pada matriks gel bakso sapi maka kualitas bako sapi akan semakin meningkat. Hal ini karena matriks gel yang terbentuk seragam dan kompak sehingga akan menghasilkan struktur bakso sapi yang lebih baik.

Menurut penelitian Ramadhan (2014), fosfat dapat memisahkan aktomiosin dan berikatan dengan miosin. Miosin dan polifosfat akan berikatan dengan air dan menahan mineral dan vitamin. Pada proses pemasakan, miosin akan membentuk gel dan fosfat membantu menahan air dengan menutup pori-pori mikroskopis dan kapiler.

Tranggonno *et al.* (2012) dalam Putranto dan Suryaningsih (2011) menjelaskan bahwa sodium tripolyphosphat adalah bahan yang dapat menghambat perubahan struktur molekul protein yang menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia dan biologis. STPP dapat meningkatkan kemampuan mengikat air sehingga dapat meningkatkan nilai *expressible moisture content* dan meningkatkan kekuatan gel pada bakso. Menurut penelitian Widyaningsih dan Murtini (2006), penggunaan STTP pada mie basah

dimungkinkan karena sifat STPP dapat berperan pada proses gelatinisasi pati-protein sehingga mempengaruhi tekstur mie lebih liat dan kenyal.

Bakso B1 (isolat protein kedelai) berbeda nyata dengan bakso B2 (isolat protein kedelai dan karagenan). Bakso dengan penambahan isolat protein kedelai memiliki nilai kekuatan gel yang tinggi diduga karena penambahan bahan tambahan memiliki kemampuan memperbaiki kekuatan gel pada bakso. Park (2000) melaporkan bahwa conglycinin dan glycinin pada isolat protein kedelai memainkan peran utama dalam pembentukan gel yang membentuk agregat atau gel pada suhu 85 °C dengan adanya garam. Pembentukan gel terhambat karena semakin banyak isolat protein kedelai menimbulkan penghambatan *cross-linking* dari protein myofibril.

Menurut Ramdhan (2014), hasil SEM surimi dengan penambahan karagenan juga memperlihatkan hasil yang baik, karagenan mampu melindungi struktur daging, matriks jaringan dan celah kosong yang ditinggalkan sangat sedikit, namun terlihat banyak jaringan yang patah.

Menurut Niwa (1992), nilai *expressible moisture content* yang rendah menunjukkan kemampuan mengikat air yang baik oleh protein dalam daging ikan. Peningkatan protein memungkinkan peningkatan koagulasi yang kuat. Adanya penambahan protein pada bakso ikan patin membantu meningkatkan kekuatan gel pada bakso. Jafarpour *et al.* (2012) menyatakan penambahan isolat protein kedelai menyebabkan peningkatan nilai kekuatan gel dan penambahan yang terlalu banyak menyebabkan penurunan nilai kekuatan gel.

Menurut penelitian oleh Gurning (2004), bakso yang dibuat tanpa menggunakan karagenan memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakso penambahan karagenan. Kekenyalan bakso menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi penambahan karagenan yang ditambahkan. Karagenan mampu berikatan baik dengan protein dan air.

Tinggi rendahnya nilai kekuatan gel berhubungan dengan kemampuan bahan

mengikat air (*expressible moisture content*). Pembentukan gel yang rendah karena kapasitas menahan air rendah dan kerapatan rongga yang tidak seragam dan tidak rapat. Sebaliknya, pembentukan gel lebih tinggi dengan kapasitas menahan air yang kuat akibat rongga yang seragam dan rongga pada bakso yang lebih rapat sehingga *expressible moisture* lebih rendah. Sesuai dengan pernyataan Benjakul *et al.* (1997), bahwa gel surimi yang membentuk matrik gel dengan kemampuan menahan air yang rendah akan menyebabkan nilai *expressible moisture* yang tinggi.

Pembentukan gel disebabkan karena reaksi antara protein-protein, protein-air. Apabila reaksi antara protein-protein yang terjadi lebih banyak dibandingkan dengan protein-air, maka akan mengakibatkan gel yang rapuh (Zayas 1997). Pembentukan ikatan protein silang selama proses pengaturan kembali dapat berkontribusi dalam pembentukan gel yang lebih elastis dan kaku setelah dimasak di suhu tinggi Benjakul *et al.* (2000).

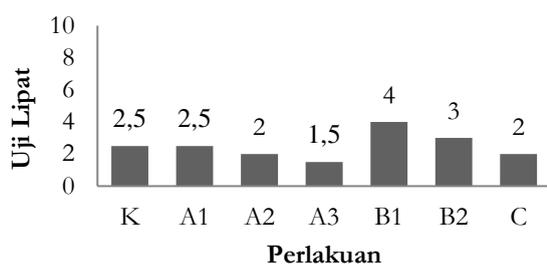
Rendahnya nilai kekuatan gel bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan pada penelitian ini diakibatkan pemasakan menggunakan satu tahap pemasakan pada suhu tinggi, sehingga pembentukan gel bakso yang rendah. Gel yang terbentuk mengalami kerusakan akibat suhu pemasakan pada suhu tinggi. Gel bakso B1 (ISP) memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan nilai penambahan A1 (STPP).

Bakso B2 (ISP dan karagenan) memiliki nilai tertinggi setelah nilai bakso dengan penambahan STPP. Semakin banyak dan semakin besar ukuran rongga yang terbentuk pada matriks 3 dimensi, menunjukkan matriks terbentuk kurang homogen dan kurang kompak sehingga tidak bisa menahan komponen komponen lain pada struktur bakso sapi, komponen air yang keluar dari jaringan juga berperan dalam keseragaman rongga rongga yang terbentuk.

Uji Lipat

Nilai uji lipat bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan

berkisar 1,5 sampai dengan 4. Diameter bakso yang diuji yaitu 2 cm. Dari hasil tersebut dapat dilihat penilaian panelis terhadap uji lipat bakso ikan patin dengan penambahan isolat protein kedelai (B1) lebih tinggi dari uji lipat bakso ikan patin yang lainnya. Rata-rata penilaian panelis terhadap nilai uji lipat bakso ikan patin adalah nilai 2 (putus menjadi dua bagian jika dilipat setengah lingkaran) sampai 4 (tidak retak jika dilipat setengah lingkaran). Nilai rerata uji lipat bakso ikan patin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai rerata uji lipat bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Berdasarkan persyaratan SNI 2372.6:2009, menjelaskan bahwa nilai uji lipat 4 dengan grade A adalah tidak retak bila dilipat satu kali. Hasil uji lipat ini berkaitan dengan tekstur gel terutama kekuatan gel. Diduga tingginya nilai kekuatan gel pada bakso mengakibatkan tingginya nilai uji lipat pada bakso. Hasil analisis ragam uji lipat menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan pangan kedalam bakso ikan patin memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada uji lipat bakso yang dihasilkan. Hasil analisis ragam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil ansira kontras orthogonal uji lipat bakso ikan patin.

Ragam	F _{hit}
K vs semua	0,04
A vs B C	0,29
A1 vs A2 A3	2,63
A2 vs A3	0,88
B1 vs B2	7,29*
B vs C	14*

Keterangan: *berbeda nyata

Hasil analisis keragaman penilaian terhadap uji lipat bakso ikan patin menunjukkan bahwa K (kontrol) berbeda

tidak nyata dengan semua perlakuan, kelompok perlakuan A berbeda tidak nyata terhadap kelompok perlakuan B dan C. Perlakuan A1 berbeda tidak nyata dengan perlakuan A2 dan A3, begitu juga dengan perlakuan A2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan A3.

Perlakuan B1 (isolat protein kedelai) berbeda nyata dengan B2 (isolat protein kedelai dan karagenan), begitu juga dengan kelompok perlakuan B berbeda nyata dengan kelompok perlakuan C. Protein pada isolat protein kedelai memberi peranan penting dalam pembentukan kekuatan gel. Kekuatan gel memiliki hubungan pada uji lipat suatu produk. Kombinasi ISP dan karagenan mengakibatkan kekuatan gel pada bakso menurun.

Berdasarkan hasil penelitian, semakin banyak konsentrasi isolat protein kedelai yang ditambahkan maka stabilitas emulsi semakin menurun. Protein berikatan dengan lemak dan air sehingga terjadi stabilitas emulsi yang seimbang. Kelebihan protein mengakibatkan tidak ada lagi lemak dan air yang diikat, sehingga akan mengganggu stabilitas emulsi yang telah terbentuk. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Poernomo *et al.* (2011). Hal ini mengakibatkan kekuatan gel menjadi rendah dan mempengaruhi uji lipat pada bakso.

Pada penelitian Astuty (2014) menyatakan uji lipat dengan penambahan isolat protein kedelai memiliki nilai uji lipat yang dikarenakan protein myofibril yang terdapat pada bakso ikan patin yang menjadikan tekstur bakso kenyal. Menurut Wilson *et al.* (1981), protein myofibril memiliki kemampuan mengikat air dan lemak sehingga berperan penting dalam pembentukan gel dan peningkatan kekenyalan produk olahan daging.

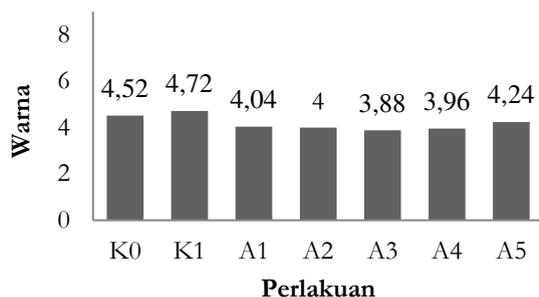
Dari nilai rerata yang didapat menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan pangan dapat meningkatkan nilai uji lipat bakso. Hal ini dikemukakan oleh Suzuki (1981), semakin baik kekuatan gel kamaboko, maka semakin baik juga uji lipatnya. Nilai rata-rata uji lipat bakso ikan patin terbaik pada bakso ikan patin B1 (ISP) daripada bakso A1 (STPP).

Analisis Sensori

Analisis sensori dilakukan penilaian uji lipat dan penilaian uji pembandingan jamak dilakukan dengan membandingkan bakso dengan penambahan berbagai jenis bahan tambahan pangan.

Warna

Rata-rata nilai warna pada bakso berkisar 3,88 sampai dengan 4,72. Dari nilai tersebut terlihat bahwa penilaian panelis terhadap warna K1 bakso ikan patin dengan penambahan STPP (K1) lebih tinggi dibandingkan dengan bakso ikan yang lainnya, sedangkan warna bakso dengan penambahan isolat protein kedelai (A3) lebih rendah dari bakso yang lainnya. Berdasarkan hasil uji pembandingan sensori terhadap warna bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan dengan kontrol bakso tanpa penambahan bahan tambahan pangan didapatkan hasil seperti yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai uji sensori warna bakso ikan patin.

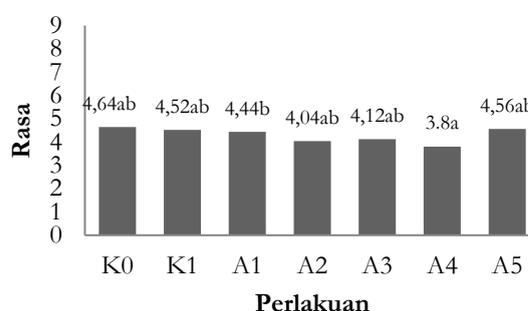
Kriteria penilaian panelis terhadap warna mendapat nilai 4 yaitu warna agak lebih baik dari R (kontrol) dan 5 yaitu sama baiknya dengan sampel kontrol. Rata-rata nilai warna bakso mendekati nilai warna sampel kontrol. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan pangan tidak memberikan pengaruh pada warna bakso yang dihasilkan ($n < x^2$). Berdasarkan uji Kruskal-Wallis yang dilakukan didapat nilai ($n < x^2$). Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan tidak memberikan pengaruh terhadap warna.

Rasa

Rasa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan

memiliki nilai rata-rata berkisar 3,8 sampai dengan 4,64. Dari hasil tersebut terlihat bahwa penilaian panelis terhadap rasa bakso ikan patin dengan penambahan isolat protein kedelai (A4) lebih tinggi dibandingkan dengan bakso yang lainnya, sedangkan bakso dengan penambahan ISP dan karagenan (A2) bernilai lebih rendah dari bakso yang lainnya.

Kriteria penilaian panelis terhadap rasa dengan nilai rata-rata 4 (agak lebih baik dari R) dan 5 (sama baiknya dengan R). Rerata nilai rasa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai uji sensori rasa bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan pangan memberikan pengaruh pada warna bakso yang dihasilkan ($n > x^2$). Berdasarkan uji Kruskal-Wallis yang dilakukan didapat nilai ($n > x^2$). Hal ini menunjukkan bahwa bahan tambahan pangan yang ditambahkan pada bakso ikan patin dengan memberikan pengaruh terhadap rasa yang dihasilkan.

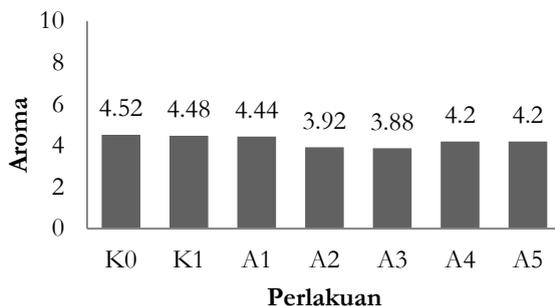
Hasil uji lanjut perbandingan penilaian panelis terhadap rasa menunjukkan bahwa bakso tanpa penambahan bahan tambahan pangan (K0) memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan A4, tetapi berbeda tidak nyata dengan K1, A1, A2, A3 dan A5 sedangkan penilaian rasa terendah yaitu bakso dengan penambahan isolat protein kedelai dan karagenan (A4) berbeda nyata dengan A1, tetapi berbeda tidak nyata dengan K0, K1, A2, A3, dan A5.

Pada uji sensori rasa pada bakso ikan patin dapat disimpulkan bahwa beberapa bahan tambahan pangan akan memengaruhi rasa pada produk jika

penggunaannya tidak sesuai dengan takaran maksimal penggunaan yang sudah ditetapkan. Jika penggunaannya melebihi batas maksimum maka rasa dari bakso ikan patin yang dihasilkan akan berasa pahit.

Aroma

Nilai rata-rata berkisar 3,88 sampai dengan 4,52. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa penilaian panelis terhadap aroma bakso ikan patin tanpa penambahan bahan tambahan pangan (K0) lebih tinggi dari bakso yang lainnya, sedangkan bakso dengan penambahan ISP (A3) bernilai lebih rendah dari yang lainnya. Kriteria penilaian konsentrasi aroma bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan yaitu 4 (agak lebih baik dari R) dan 5 (sama baiknya dengan R). Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa aroma bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan memberi pengaruh terhadap aroma bakso ikan patin ($n > x^2$). Rerata nilai aroma bakso ikan patin dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil sensori terhadap aroma bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan.

Berdasarkan uji Kruskal-Wallis yang dilakukan didapat nilai ($n < x^2$). Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan bakso ikan patin dengan penambahan bahan tambahan pangan tidak memberikan pengaruh terhadap aroma.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa penambahan bahan tambahan pangan (karagenan, ISP, dan STPP) dalam pembuatan bakso ikan patin berpengaruh

nyata ($p < 0,05$) terhadap terhadap karakteristik fisik bakso yaitu *expressible moisture content*, kekutan gel dan uji lipat. Penambahan bahan tambahan pangan dalam pembuatan bakso ikan patin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap analisa kimia yaitu kadar protein tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air dan kadar lemak. Penambahan bahan tambahan pangan dalam pembuatan bakso ikan patin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sensoris yaitu rasa tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap warna dan aroma.

Analisis kimia didapat bahan tambahan pangan yang baik menggantikan STPP dalam produk bakso ikan patin adalah isolat protein kedelai karena memiliki nilai yang lebih baik dari STPP. Pada analisis fisik bahan tambahan pangan yang dapat menggantikan pemakaian STPP pada produk perikanan adalah kombinasi ISP dan karagenan begitu juga pada analisis sensori.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti E. 2009. Pengaruh jenis tepung dan cara pemasakan terhadap mutu bakso dari surimi ikan hasil tangkap sampingan (HTS). Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Bogor: Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Astuti TR, Darmanto, dan Wijayanti I. 2014. Pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap karakteristik bakso dari surimi ikan swangi (*Priacanthus Tayenus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* (3):47-75.
- Ariyani FR. 2005. Sifat fisik dan palatabilitas sosis daging sapi dengan penambahan karagenan. Skripsi. (Tidak dipublikasi). Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. *Sektor Perikanan Tumbuh*. Jakarta: Sindo.
- Codex Alimentarius Abridged Version. 1990. Joint FAO/WHO Food Standarts Programme Codex Alimentarius commission Food Aditive no. Codex 452 a Food an Agriculture Organization of the United Nation World Health Organization.

- Dewi NRK dan Simon BW. 2015. Studi Proporsi Tepung Porang: Tapioka dan Penambahan NaCl Terhadap Karakteristik Fisik Bakso Sapi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 855-864.
- Gurning R. 2004. Evaluasi pencucian daging dan penambahan karagenan terhadap karakteristik fisik dan organoleptik bakso daging ayam. Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Hadiwiyoto S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jilid I. Yogyakarta: Liberty.
- Hasdar M, Erwanto Y, dan Triatmojo S. 2011. Karakteristik *edible film* yang diproduksi dari kombinasi gelatin kulit kaki ayam dan *soy protein isolate*. *JISSN*. 35(3): 188-196.
- Hatta M dan Murpiningrum E. 2012. Kualitas bakso daging sapi dengan penambahan garam (NaCl) dan fosfat (sodium tripolifosfat/STPP) pada level dan waktu yang berbeda. Makassar: Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin.
- Jafarpour A, Hajiduon HA, dan Rezaie M. 2012. A Comparative study on effect of egg white, soy protein isolate and potato starch on functional properties of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi gel. *J. Food Process Technol.* 3: 190.
- Khairuman M. 2002. *Teknik Budidaya Ikan Patin*. Bandung: Sinar Baru Aglesindo.
- Koswara S. 2005. *Teknologi Pengolahan Kedelai (Teori dan Praktek)*. www.ebookpangan.com. [28 Mei 2016].
- Kramlich WE. 1971. *Sausage Product*. In Price J.S and B.S Schweigert (Eds.). 1987. *The Science of Meat Product*. San Fransisco: WH. Freeman and Co.
- Nopianti R, Huda N, dan Ismail N. 2011. A riview on the loss of the funcnional properties of proteins during frozen storage and the improvement of gel-foarming properties of surimi. *America J. of Food Tech.* 6(1): 19-30.
- Numberi F. 2006. Ikan Menyehatkan dan Mencerdaskan. <http://www.indonesia.go.id>. (28 Januari).
- Park JW. 2000. *Ingredient Technology and Formation Development*. New York, USA: Marcel Dekker. p329-342.
- Peranginangin R, Wibowo S, dan Fauzya YN. 1999. *Teknologi Pengolahan Surimi*. Jakarta: Balai Penelitian Perikanan Laut Slipi.
- Rahayu. 2014. Pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap karakteristik bakso dari surimi ikan swangi (*Priacanthus Tayenus*). Semarang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Restu. 2012. Pembuatan bakso ikan toman (*Channa micropeltes*). Palangka Raya: Fakultas Perikanan, Universitas Kristen Palangka Raya.
- Santoso D. 2007. Karakteristik sosis ikan bawal tawar (*Colossoma macropomum*) dengan penambahan karagenan. Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.