

Kode>Nama Rumpun Ilmu* : 234/Pengolahan Hasil Perikanan

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**KARAKTERISTIK CRACKERS ILABULO IKAN CAKALANG
DENGAN PENAMBAHAN NANOKALSIUM LIMBAH TULANG
IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) SEBAGAI PANGAN
FUNGSIONAL**

Tahun ke-1 dari Rencana 2 Tahun

Rita Marsuci Harmain, S.IK, M.Si / NIDN.0021057402 (Ketua)

Dr. Rahim Husain, S.Pi, M.Si / NIDN.0016057108 (Anggota)

Faiza A Dali, S.Pi, M.Si / NIDN.0014058401 (Anggota)

UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

NOVEMBER 2018

RINGKASAN

Diversifikasi produk makanan tradisional ilabulo berbahan baku ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yaitu berupa produk crackers. Tujuan penelitian tahun pertama yaitu menghasilkan formulasi terbaik dan karakteristik mutu crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cakalang berdasarkan organoleptik hedonik dan mutu hedonik, kimia (proksimat, TBA), fisik (kerenyahan dan derajat putih). Tujuan penelitian tahun kedua yaitu menganalisis mikrobiologi (*Total Plate Count*, pH, aW, kapang khamir yang berhubungan dengan masa simpan produk crackers ilabulo ikan cakalang dan pengujian masa simpan produk crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium kemasan yang berbeda dengan masa simpan yang lebih lama.

Metode penelitian adalah membuat formulasi crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cakalang dan tepung tapioka konsentrasi berbeda secara *try and error*, melakukan karakterisasi organoleptik hedonik dan mutu hedonik untuk menghasilkan formulasi terbaik (SNI 01-2346-2006), pengujian kimiawi proksimat, TBA berdasarkan *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC) (2005), pengujian fisik menggunakan texture analyzer, pengujian mikrobiologi metode *Bacteriological Agar Methods* (BAM), pengujian masa simpan menggunakan metode *Arrhenius*. Analisis data formulasi dan kimiawi crackers ilabulo ikan cakalang menggunakan Analysis of varians (ANOVA), organoleptik menggunakan analisis non parametrik *Kruskal Wallis* dan uji *Bayes*, Analisis fisik dan mikrobiologi dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian tahun pertama diharapkan sebagai produk inovasi dalam bidang pengembangan makanan tradisional dengan memanfaatkan potensi lokal yaitu ikan cakalang dan rumput laut *K.alvarezii* menjadi produk ilabulo yang awalnya berupa produk basah menjadi produk kering sebagai ciri khas ilabulo dengan masa simpan lebih lama dengan mutu produk yang bergizi, sehat dan bersifat pangan fungsional. Produk inovasi ilabulo ikan cakalang mendukung dalam pengembangan produk sesuai dengan pilar – pilar akselerasi guna menopang dalam pencapaian rencana strategis 2015 – 2019 Universitas Negeri Gorontalo.

Kata kunci : crackers, ilabulo, ikan cakalang, nanokalsium, pangan fungsional

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Ruang Lingkup Penelitian	1
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 3
2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i> L)3	
2.2 Ilabulo	4
2.3 Kalsium dan Nanokalsium Tepung Tulang	4
2.4 Pangan Fungsional.....	5
 BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	 7
 BAB IV. METODE PENELITIAN.....	 8
 BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	 11
5.1 Hasil Penelitian.....	11
 BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	 27
 DAFTAR PUSTAKA.....	 28

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Formulasi crackers ilabulo untuk 500 gr daging ikan Cakalang	9
2.	Kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, kalsium ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) segar	12
3.	Hasil pengujian kadar air tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	13
4.	Hasil pengujian kadar abu tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	14
5.	Hasil pengujian kadar mineral kalsium (Ca) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	15
6.	Hasil pengujian kadar mineral besi (Fe) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	15
7.	Hasil pengujian kadar mineral kalium (K) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	16
8.	Hasil pengujian kadar mineral magnesium (Mg) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	16
9.	Hasil pengujian kadar mineral mangan (Mn) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)... ..	17
10.	Hasil pengujian kadar mineral seng (Zn) tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	17
11.	Hasil pengujian kadar mineral fosfor (P) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	18
12.	Hasil proksimat crackers ilabulo ikan Cakalang	20
13.	Hasil analisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cakalang.....	28

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Alur pembuatan crackers ilabulo ikan Cakalang fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	10
2.	Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) segar	11
3.	Daging lumat ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) segar	11
4.	Tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	12
5.	Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) pembesaran 100x	18
6.	Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) pembesaran 1000x	18
7.	Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) pembesaran 5000x	18
8.	Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter kenampakan crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.....	19
9.	Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter tekstur crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.....	20
10.	Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter warna crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.....	20
11.	Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter aroma crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.....	21
12.	Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter rasa crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	21
13.	Histogram analisis hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) pada formula yang berbeda pada kriteria kenampakan, tekstur, warna, aroma dan rasa.....	21
14.	Histogram analisi mutu hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) pada formula yang berbeda pada kriteria kenampakan, tekstur, warna, aroma dan rasa.....	24

BAB I. PENDAHULUAN

1.2 Ruang Lingkup Penelitian

Makanan tradisional ilabulo di Propinsi Gorontalo umumnya disajikan pada berbagai perayaan dan dikemas semi basah. Diversifikasi ilabulo ini telah dilakukan dengan didukung oleh penelitian sebelumnya yang menggantikan bahan baku utama ayam dan jeroan ayam dengan daging lumat ikan Patin (*Pangasius* sp.).

Diversifikasi ilabulo berbahan baku daging lumat ikan Patin (*Pangasius* sp.) telah dilakukan penelitian Harmain *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa fortifikasi dengan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan tepung tulang ikan Patin menghasilkan produk ilabulo disukai dengan tekstur kenyal dan padat. Rumput laut *K.alvarezii* selain sebagai salah satu komoditi unggulan daerah dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur ilabulo menjadi lebih kenyal juga karena kandungan seratnya yang bermanfaat bagi pencernaan. Kandungan serat yang terkandung pada ilabulo hasil fortifikasi adalah 0,61%. Limbah tulang ikan Patin pada saat preparasi daging ikan dapat dimanfaatkan menjadi tepung tulang yang mengandung kalsium. Kadar kalsium yang dihasilkan pada ilabulo ikan Patin hasil fortifikasi adalah 0,315%.

Ilabulo berbahan baku ikan Patin dengan fortifikasi tepung tulang ikan Cakalang perlu dilakukan penggantian bahan baku dan tepung tulang ikan pelagis yaitu ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Ikan ini selain mudah diperoleh juga sebagai salah satu komoditi lokal unggulan daerah, bahkan menjadi salah satu komoditi ekspor, berdaging dan digemari oleh masyarakat di daerah yang biasanya diolah menjadi produk cakalang fufu.

Produk ilabulo ikan yang berkarakteristik semi basah dan kenyal padat dikemas dengan daun pisang tidak dapat bertahan lama karena memiliki masa simpan ± 3 hari pada suhu dingin (5 °C). Selain itu asupan mineral berupa kalsium pada sebagian masyarakat yang belum terpenuhi sehingga mengakibatkan *osteoporosis* dan terganggunya pertumbuhan tulang dan gigi. Padahal produk ini sangat digemari dan menjadi ciri khas makanan tradisional daerah. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan produk ilabulo berbahan baku ikan cakalang menjadi produk crackers dengan masa simpan yang lebih lama dengan penggantian kemasan yang lebih baik. Diversifikasi ikan cakalang menjadi produk ilabulo fortifikasi belum pernah dilakukan yang umumnya ikan cakalang ini hanya berupa produk cakalang fufu.

Diversifikasi ilabulo berbahan baku ikan cakalang dari produk basah berkarakteristik kenyal, padat menjadi produk crackers yang renyah dan memiliki masa simpan yang lebih lama. Selain itu bersifat pangan fungsional karena memiliki kandungan gizi terutama serat dan mineral terutama kalsium dan fosfor karena fortifikasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan limbah tepung tulang ikan cakalang dalam bentuk nanokalsium mudah diserap oleh tubuh sebagai pemenuhan kebutuhan kalsium dibandingkan hanya dalam bentuk tepung tulang ikan Cakalang.

Crackers ilabulo sebagai makanan tradisional berciri khas daerah selain bersifat sebagai pangan fungsional juga sebagai pangan *ready to eat*, cepat saji, praktis dan efisien, sebagai oleh – oleh daerah atau cendramata, sebagai makanan darurat untuk masyarakat yang berada di tempat pengungsian pada saat situasi bencana alam seperti banjir, gempa bumi atau sebagai asupan gizi pada masyarakat yang membutuhkan asupan mineral terutama kalsium.

Hasil penelitian ini pula berpedoman pada visi dan rencana strategis (renstra) Universitas Negeri Gorontalo yang termasuk pada salah satu pilar dalam mencapai visi jangka panjang yaitu partnership dan innovation dan environment for green campus yang diimplementasikan salah satunya dalam bentuk inovasi dalam bidang kerjasama dan pengembangan. Pemanfaatan potensi daerah dan sumberdaya alam yang mendukung pencapaian renstra yaitu berbasis potensi regional yang tercantum dalam visi Universitas Negeri Gorontalo. Potensi unggulan daerah berbasis potensi lokal yang dapat dikembangkan menjadi produk inovasi yang juga bersifat entrepreneurship yaitu pengembangan produk lokal makanan tradisional ilabulo berbahan baku potensi lokal ikan cakalang dan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang menjadi salah satu produk unggulan Universitas Negeri Gorontalo yang bersifat pangan fungsional dengan mutu produk yang berkualitas.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L)

Menurut Saanin (1984) *diacu dalam* Adjie (2016), klasifikasi ikan Cakalang sebagai berikut :

Phylum	: Vertebrata
Class	: Telestoi
Ordo	: Perciformes
Famili	: Scombridae
Genus	: Katsuwonus
Species	: <i>Katsuwonus pelamis</i> L.

Ikan Cakalang dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama *Skipjack* Tuna. Kecepatan renang ikan ini dapat mencapai 50 km/jam. Kemampuan renang ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penyebarannya dapat mengikuti skala ruang (wilayah geografis) yang cukup luas, termasuk diantaranya beberapa spesies yang dapat menyebar dan bermigrasi lintas samudera (Fausan, 2011).

Bentuk tubuh ikan Cakalang memanjang seperti cerutu atau torpedo berwarna kebiru-biruan atau biru tua pada sisi belakang dan diatas tubuhnya dengan perut silver, mempunyai dua sirip punggung, sirip depan biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang serta mempunyai jari-jari sirip tambahan (finlet) di belakang sirip punggung dan dubur. Sirip dada terletak agak ke atas, sirip perut kecil, sirip ekor bercagak agak dalam dengan jari – jari penyokong menutup seluruh ujung hypural (Fausan, 2011).

Komposisi daging ikan cakalang dapat berbeda-beda berdasarkan jenis dan tipe daging, seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan komposisi daging ikan cakalang berdasarkan bagian tubuh ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Adawiyah (2007) menyatakan bahwa komposisi kimia daging ikan Cakalang terdiri dari air 70%, lemak 1,8%, protein 22,2%, kadar abu 1,2% dan serat kasar 4,8%. Komposisi kimia daging ikan Cakalang bervariasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti umur, jenis kelamin, musim, daerah penangkapan dan kebiasaan makan.

2.2 Ilabulo

Makanan khas daerah merupakan jenis makanan yang biasa dinikmati di berbagai daerah. Setiap daerah memiliki ciri khas makanan dan biasanya disesuaikan dengan bahan makanan yang digunakan atau dipadukan dengan teknik memasaknya, misalnya makanan khas daerah Gorontalo Bindhe Biluhuta (Arsyad 2011). Selain bindhe biluhuta juga terdapat makanan khas daerah lain seperti ilabulo.

Makanan khas daerah diyakini mempunyai unsur menyehatkan tubuh, menyembuhkan penyakit dan keagaiban. Pembuatannya dari bahan lokal dan alami, tidak menggunakan bumbu atau bahan sintetis yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kanker, mempunyai aroma yang khas dan citarasa yang diharapkan. Namun ruang lingkup pelestarian dan pengembangannya sangat terbatas sehingga masyarakat tertarik dan bahkan bangga dengan produk makanan luar negeri yang teropini lebih baik sekalipun mahal harganya (Napu 2010).

Hasil penelitian Napu (2010) melaporkan bahwa masyarakat Gorontalo menginginkan adanya pelestarian dan pengembangan makanan khas daerah sebagai kekayaan budaya yang membuktikan bahwa animo masyarakat tentang perlunya pelestarian dan pengembangan budaya. Namun dibutuhkan media atau alat yang tepat dan dapat menjadi sebuah keharusan dan ditopang oleh kekuatan kebijakan yang memihak. Dalam melestarikan dan mengembangkan budaya daerah dibutuhkan kolaborasi dari berbagai disiplin ilmu.

2.3 Kalsium dan Nanokalsium Tepung Tulang

Kalsium merupakan salah satu mineral yang berperan penting di dalam tubuh yaitu sebagai komponen utama pembentuk tulang dan gigi (Muchtadi *et al.* 1993). Konsumsi kalsium yang kurang akan menyebabkan tulang menjadi rapuh dan mudah patah atau disebut dengan penyakit osteoporosis. Pada usia lanjut, kalsium yang hilang dari tubuh lebih besar daripada kalsium yang diabsorpsi. Berdasarkan hasil analisis data risiko osteoporosis oleh Puslitbang Gizi Depkes bekerja sama dengan PT Fonterra Brands Indonesia tahun 2006 menyatakan 2 dari 5 orang Indonesia memiliki risiko osteoporosis. Hal ini juga didukung oleh *Indonesian White Paper* yang dikeluarkan Perhimpunan Osteoporosis Indonesia (Perosi) tahun 2007, osteoporosis pada wanita di atas 50 tahun mencapai 32,3%, pada pria di atas 50 tahun mencapai 28,8% (Kemenkes, 2009).

Kalsium juga berperan penting dalam konduksi saraf, kontraksi otot, dan pembekuan darah. Jika tingkat kalsium dalam tetesan darah di bawah normal, kalsium akan diambil dari tulang dan dimasukkan ke dalam darah untuk mempertahankan tingkat kalsium darah, oleh karena itu, penting untuk mengonsumsi kalsium yang cukup untuk menjaga darah yang memadai dan tingkat kalsium tulang (Houtkooper dan Farrell 2011).

Kalsium juga berfungsi sebagai katalisator berbagai reaksi biologis, seperti absorpsi vitamin B12, tindakan enzim pemecah lemak, lipase pankreas, ekskresi insulin oleh pancreas, pembentukan dan pemecahan asetilkolin, yaitu bahan yang diperlukan dalam transmisi suatu rangsangan dari serabut syaraf yang satu ke yang lainnya. Kalsium yang diperlukan untuk mengkatalisis reaksi-reaksi ini diambil dari persediaan kalsium dalam tubuh (Almatsier 2009).

Kata nanoteknologi umumnya digunakan ketika mengacu pada bahan-bahan dengan ukuran 1 sampai 100 nanometer (Greiner 2009). Teknologi nano adalah suatu desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer (Park 2007). Aplikasi nanoteknologi di sektor pangan meliputi peningkatan rasa, warna, flavor, tekstur dan konsistensi produk makanan, meningkatkan penyerapan serta bioavailabilitas nutrisi dan senyawa bioaktif (Greiner 2009).

2.4 Pangan Fungsional

Menurut *International Life Science Intitute* (ILSI) pangan fungsional adalah pangan dengan nilai fungsi fisiologis tertentu yang memberikan manfaat bagi kesehatan selain nilai gizi yang dikandungnya. Pangan fungsional tidak hanya memiliki fungsi fisiologis, melainkan juga memiliki produk dengan stabilitas sifat sensori tertentu dengan biaya yang efisien (Wildman & Kelley 2007).

Produk pangan dapat dikatakan sebagai pangan fungsional memiliki beberapa persyaratan menurut para ilmuwan Jepang yaitu : (1) Produk pangan bukan dalam bentuk kapsul, tablet, atau bubuk yang berasal dari bahan tambahan (*ingredient*) alami ; (2) dapat dan layak dikonsumsi sebagai bagian dari diet atau menu sehari – hari, (3) mempunyai fungsi tertentu pada saat dicerna, serta dapat memberikan peran dalam proses tubuh tertentu, seperti memperkuat mekanisme pertahanan tubuh, mencegah

penyakit tertentu, membantu mengembalikan kondisi tubuh setelah sakit, menjaga kondisi fisik dan mental serta memperlambat proses penuaan (Astawan 2005).

Menurut Winarno dan Kartawidjajaputra (2007), tiga faktor yang harus dipenuhi agar suatu produk dapat dikatakan sebagai pangan fungsional yaitu produk tersebut harus suatu produk pangan (bukan kapsul, tablet atau bubuk) yang berasal dari bahan ingredient yang terdapat secara alami, produk tersebut dapat dan selayaknya dikonsumsi sebagai bagian dari diet atau menu sehari-hari, produk tersebut memiliki fungsi tertentu pada waktu dicerna, memberikan peran dalam proses tubuh tertentu, seperti memperkuat pertahanan tubuh, mencegah penyakit tertentu, membantu tubuh untuk mengembalikan kondisi tubuh dan lainnya.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

1. Melakukan karakterisasi kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, karbohidrat, kalsium ikan Cakalang segar
2. Membuat dan melakukan karakterisasi tepung tulang ikan Cakalang
3. Membuat nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang dan melakukan karakterisasi nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang
4. Melakukan optimalisasi dan formulasi crackers ilabulo ikan cakalang berdasarkan analisis organoleptik (hedonik dan mutu hedonik) untuk memperoleh formulasi terpilih
5. Menganalisis kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, karbohidrat, kalsium crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang
6. Menganalisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang

3.2 Manfaat Penelitian

Sebagai informasi bahwa crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang bergizi terutama protein dan mineral terutama kalsium yang bersifat sebagai pangan fungsional.

BAB IV. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian dan analisa dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Tahap Preparasi Ikan Cakalang Segar

Tahap preparasi ikan Cakalang yaitu terdiri dari :

- penyiangan dan pembersihan ikan Cakalang. Hasil preparasi berupa pemfilettan untuk memperoleh daging ikan Cakalang yang selanjutnya dilumatkan sebagai bahan baku pembuatan crackers ilabulo ikan Cakalang.

Pada tahap ini diawali dengan pernyiapan bahan baku, yaitu penyiangan, pengeluaran isi perut, dan pemisahan daging dari tulang ika (*fillet*).Selanjutnya *fillet* dicuci menggunakan air dingin dengan suhu 5-10 °C sebanyak 3 kali dengan perbandingan air:daging=3:1 dan selanjutnya *fillet* tersebut dilumatkan.

- Hasil penyiangan ikan Cakalang berupa tulang ikan Cakalang dan limbah tulang ikan Cakalang juga diperoleh dari hasil olahan ikan Cakalang asap (arabushi) yang ada di perusahaan ikan Cakalang asap di daerah untuk selanjutnya dibuat tepung tulang ikan Cakalang.

2. Tahap Karakterisasi kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, karbohidrat, kalsium ikan Cakalang segar (Proksimat bahan baku ikan Cakalang segar) dengan menggunakan metode *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC, 2005).

3. Tahap Pembuatan tepung dan karakterisasi tepung tulang ikan Cakalang segar

Tepung tulang ikan tulang ikan direbus pada suhu 80 °C selama 30 menit, dicuci dan diautoclaving pada suhu 121 °C, 1 atm selama 30 menit . Dilakukan pengecilan ukuran 5-10 cm, dan dikeringkan pada suhu 100 °C selama 60 menit menggunakan oven.Selanjutnya di haluskan dan diayak hingga menjadi tepung tulang ikan (Trilaksani *dkk* (2006) yang Dimodifikasi Harmain *dkk* 2016).

4. Tahap Pembuatan tepung nanokalsium dan karakterisasi nanokalsium tulang ikan Cakalang segar.

Pembuatan nanokalsium menggunakan metode presipitasi dengan waktu perendaman cangkang udang selama 48 jam (Suptijah (2009) dengan modifikasi), kemudian rendemen nanokalsium dihitung (%), ukuran nanokalsium dengan

SEM, derajat putih, nilai pH. Kadar mineral diukur dengan AAS dan spektrofotometer (APHA 2005).

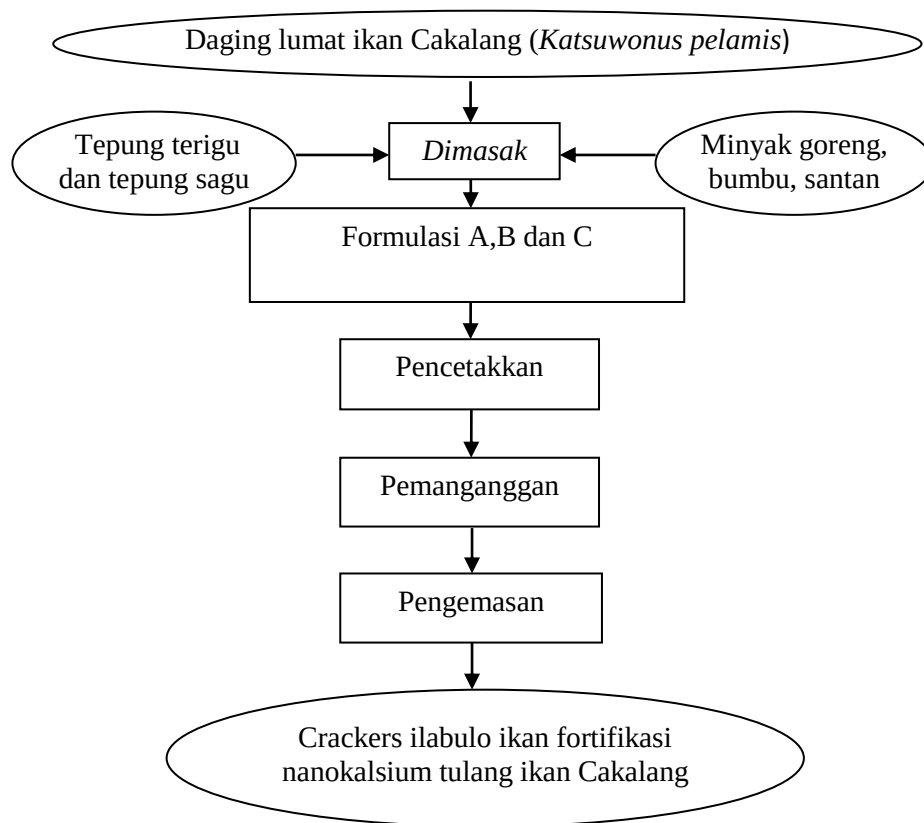
5. Tahap Pembuatan formulasi crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang berdasarkan *try and error* (Murtuza *et al.* (2016) yang dimodifikasi. Formulasi crackers terdiri dari daging lumat ikan Cakalang, nanokalsium tulang ikan Cakalang, tepung sagu, bumbu dan santan. Adonan dicampur dengan santan dan dihomogenkan selama 20 menit dan didiamkan selama ± 2 jam sampai adonan mengembang. Adonan dicampur dan ditambahkan air dan dihomogenkan selama 20 menit. Adonan diratakan dengan ketebalan 1-2 mm, kemudian di potong – potong dengan ukuran 23x23x1 mm³. Selanjutnya dipanggang dalam oven ± 25 menit suhu 110°C hingga matang.
6. Tahap optimalisasi dan formulasi crackers ilabulo ikan cakalang berdasarkan analisis organoleptik (hedonik dan mutu hedonik) untuk memperoleh formulasi terpilih
7. Tahap optimalisasi dan formulasi crackers ilabulo ikan Cakalang dilakukan berdasarkan *try and error* untuk memperoleh formulasi terbaik berdasarkan uji organoleptik mutu hedonik dan uji Bayes. Formulasi crackers ilabulo ikan Cakalang berdasarkan *try and error* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi crackers ilabulo untuk 500 gr daging ikan Cakalang

Komposisi Bahan	Perlakuan			
	A	B	C	Kontrol
Daging lumat ikan Cakalang (gr)	500	500	500	500
Nanokalsium (gr)	20	20	20	-
Tepung terigu (gr)	500	250	100	-
Tepung sagu (gr)	50	50	50	50
Bumbu (gr)	20	20	20	20
Garam (gr)	10	10	10	10
Gula pasir (gr)	50	50	50	50
Santan (mL)	500	500	500	500
Minyak goreng (mL)	50	50	50	50

Sumber : berdasarkan *try and error*

Berdasarkan formulasi tersebut selanjutnya dilakukan proses pembuatan crackers ilabulo. Alur pembuatan crackers ilabulo fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pembuatan crackers ilabulo ikan Cakalang fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

8. Tahap analisis kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, karbohidrat, kalsium ketiga formulasi crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.
9. Pada tahap analisis kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, karbohidrat, kalsium crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dengan menggunakan metode *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC, 2005).
10. Tahap analisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang.

Pada tahap menggunakan Analisis fisik menggunakan tekstur analyzer jenis TA XTplus (Chen, *et.al.*2013). Nilai kekuatan gel dihitung dengan menggunakan rumus :

Kerenyahan (g cm) = *gel force* (gf) x *distance* (cm) (Apriyantono dkk,1989).

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian tahun pertama yaitu sebagai berikut :

1. Preparasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Segar

Preparasi ikan Cakalang segar dari penyiangan dan pembersihan ikan Cakalang untuk memperoleh daging lumat ikan Cakalang yang digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan crackers ilabulo ikan Cakalang. Pembuatan daging lumat ini berdasarkan metode Lanier (1992). Penghitungan rendemen daging ikan Cakalang yaitu menghasilkan rendemen sebesar 60,92%.

Bahan baku ikan Cakalang dan hasil daging lumat ikan Cakalang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) segar

Daging lumat ikan Cakalang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Daging lumat ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) segar

2. Karakteristik Kandungan Gizi Protein, Lemak, Kadar Air, Kadar Abu, , Kalsium Ikan Cakalang Segar (Proksimat bahan baku ikan Cakalang segar).

Karakteristik kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, kalsium ikan Cakalang segar (proksimat bahan baku ikan Cakalang segar) dapat dilihat pada Tabel 2..

Tabel 2. Kandungan gizi protein, lemak, kadar air, kadar abu, kalsium ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) segar

No	Ulangan	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Lemak	Kadar Protein	Kadar Serat Kasar
1.	I	74,21	1,44	0,32	19,74	0,17
2.	II	74,42	1,42	0,54	19,20	0,19
3.	III	74,02	1,38	0,45	19,10	0,21
Rata - Rata		74,22	1,41	0,44	19,35	0,19

3. Karakteristik Tepung Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Segar. Hasil pembuatan tepung tulang ikan Cakalang dapat lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tepung tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

4. Tepung Nanokalsium dan Karakteristik Nanokalsium Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Segar.

4.1 Kandungan Mineral Tepung Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan Nanokalsium Tulang Ikan Cakalang

Hasil dari tepung tulang ikan Cakalang selanjutnya dibuat tepung nanokalsium. Disebutkan tepung nanokalsium karena ukuran partikel lebih kecil dibandingkan dengan tepung tulang ikan Cakalang. Hasil kadar air tepung tulang dan nanokalsium tulang ikan Cakalang dengan menggunakan metode Oven berdasarkan SNI 01-2891-1992 (BSN 1992) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar air tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Kadar air (%)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	8.8162	4.2638
2	8.7795	3.8539
3	8.7477	3.8567
Rata-rata	8.7812	3.9912

Hasil pengujian kadar air diperoleh bahwa pada tepung tulang ikan Cakalang memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan nanokalsium tulang ikan Cakalang. Hal ini dikarenakan tepung tulang selanjutnya dilakukan perlakuan menjadi nanokalsium dengan menggunakan pelarut asam HCl dan pelarut basa KOH. Metode yang digunakan pada pengujian kadar air ini adalah Metode Oven Berdasarkan SNI No.01-2354-2-2006 (BSN, 2006).

Hasil penelitian Lekahena *et al.* (2014) melaporkan bahwa kadar air tepung tulang ikan nila adalah 8,76%, untuk nanokalsium dari hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan asam (HCl) diperoleh kadar air 4,34% dan menggunakan larutan basa (NaOH) diperoleh kadar air 4,67%.

Hasil penelitian Suptijah *et al.* (2012) melaporkan bahwa kadar air tepung cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) lebih tinggi yaitu 12,35%. Berdasarkan penelitian Emmanuel *et al.* (2008) menghasilkan kadar air sebesar 13,3%. Hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan berasal dari perairan yang berbeda.

Hasil pengujian kadar abu nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian kadar abu tepung tulang dan nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Kadar abu (%)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	58.5496	85.8758
2	58.9796	85.5107
3	58.9978	85.7672
Rata-rata	58.8423	85.7179

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada kadar abu nanokalsium tulang ikan Cakalang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tulang ikan Cakalang. Hal ini disebabkan lebih banyak kandungan mineral yang terdapat pada nanokalsium tulang ikan Cakalang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lekahena *et al.* (2014) yang melaporkan bahwa kadar abu nanokalsium tulang ikan nila lebih tinggi dengan menggunakan larutan basa (NaOH) adalah 95,93% dan menggunakan larutan asam (HCl) adalah 85,44% dibandingkan dengan tepung tulang yaitu 69,37%. Kadar abu dari hasil penelitian Suptijah *et al.* (2012) menghasilkan kadar abu yang lebih rendah yaitu 17,13% (bb) atau 19,54% (bk). Perbedaan nilai kadar abu diduga disebabkan oleh perbedaan habitat dan lingkungan hidup.

Hasil data pengujian mineral yang terdiri dari kalsium (Ca), besi (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangan (Mn), seng (Zn) dan Fosfor (P) dapat ditunjukkan sebagai berikut :

4.1.1 Kalsium (Ca)

Hasil pengujian kadar mineral kalsium (Ca) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian kadar mineral kalsium (Ca) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Kalsium (Ca) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	16255,14	29420,33
2	16432,13	29449,89
3	16599,29	29183,87
Rata-rata	16432,13	29351,36

Hasil data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar kalsium (Ca) pada nanokalsium tulang ikan lebih tinggi yaitu 2,935% dibandingkan dengan tepung tulang ikan Cakalang yang hanya 1,643%. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Lekahena *et al.* (2014) yang diperoleh nilai kalsium yang lebih tinggi yaitu terdapat pada ikan nila yaitu 21,42% menggunakan pelarut asam dan menggunakan pelarut basa diperoleh nilai 20,57%.

4.1.2 Besi (Fe)

Hasil pengujian kadar mineral besi (Fe) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian kadar mineral besi (Fe) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Besi (Fe) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	133,5779	160,4717
2	140,3768	156,6321
3	130,4875	155,8889
Rata-rata	134,8140	157,6642

Hasil pengujian pada Tabel 6 menunjukkan bahwa mineral kadar besi (Fe) pada nanokalsium tepung tulang ikan Cakalang lebih tinggi atau diperoleh nilai 0,016% dibandingkan dengan tepung tulang ikan Cakalang yaitu 0,014%.

4.1.3 Kalium (K)

Hasil pengujian kadar mineral kalium (K) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian kadar mineral kalium (K) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Kalium (K) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	2,8471	18,4826
2	2,3796	19,2601
3	2,4194	18,6321
Rata-rata	2,5487	18,7916

Hasil olahan data pengujian mineral kadar kalium pada Tabel 7 menunjukkan bahwa kadar kalium (K) pada nanokalsium tulang ikan Cakalang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar kalium pada tepung tulang ikan Cakalang.

4.1.4 Magnesium (Mg)

Hasil pengujian kadar mineral magnesium (Mg) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian kadar mineral magnesium (Mg) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Magnesium (Mg) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	1561,436	5188,975
2	1562,257	5332,889
3	1580,723	5306,163
Rata-rata	1568,002	5275,324

Tabel 8 menunjukkan bahwa kandungan mineral magnesium (Mg) pada nanokalsium tulang ikan Cakalang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tulang ikan Cakalang.

4.1.5 Mangan (Mn)

Hasil pengujian kadar mineral mangan (Mn) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian kadar mineral mangan (Mn) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Mangan (Mn) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	220,4928	137,2133
2	217,3695	136,4309
3	220,2976	134,0837
Rata-rata	219,3216	135,8441

Hasil pengujian pada Tabel 9 menghasilkan bahwa kadar mineral mangan (Mn) lebih tinggi pada tepung tulang ikan Cakalang dibandingkan dengan nanokalsium tulang ikan Cakalang.

4.1.6 Seng (Zn)

Hasil pengujian kadar mineral seng (Zn) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengujian kadar mineral seng (Zn) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ulangan	Seng (Zn) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	83,2946	89,2304
2	83,028	88,4644
3	80,8591	88,3397
Rata-rata	82,388	88,6782

Hasil pengujian kadar mineral seng (Zn) pada nanokalsium tulang ikan Cakalang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar mineral seng (Zn) pada tepung tulang ikan Cakalang (Tabel 10).

4.1.7 Fosfor (P)

Hasil pengujian kadar mineral fosfor (P) untuk nanokalsium dan tepung tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengujian kadar mineral fosfor (P) tepung tulang ikan dan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

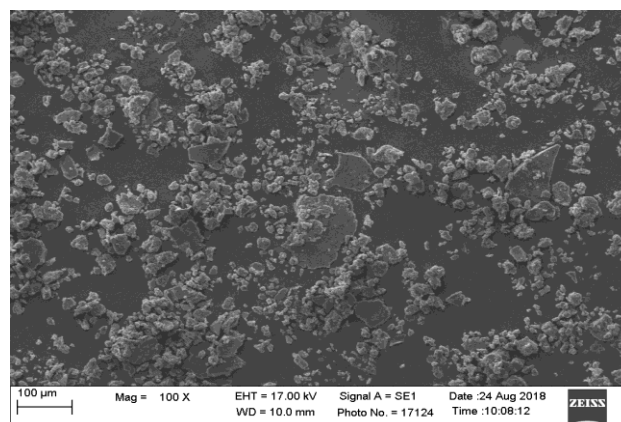
Ulangan	Fosfor (P) (ppm)	
	Tepung tulang ikan Cakalang	Nanokalsium tulang ikan Cakalang
1	89978,54077	68090,1288
2	90622,3176	68733,9056
Rata-rata	90300,42919	68412,01717

Tabel 11 menunjukkan bahwa kadar mineral fosfor (P) pada tepung tulang ikan Cakalang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar mineral fosfor (P) pada nanokalsium tulang ikan Cakalang.

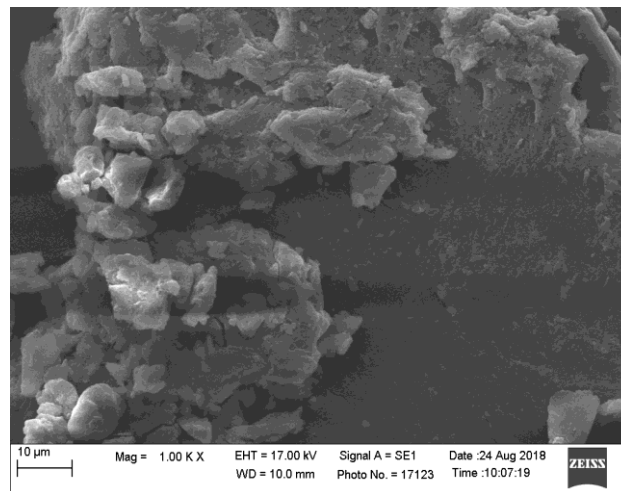
4.2 Hasil Pengukuran Nanopartikel Tepung Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Nanopartikel adalah partikel yang berukuran 10 – 1000 nm. Menurut Greiner (2009) nanopartikel umumnya digunakan ketika mengacu pada bahan – bahan dengan ukuran 1-100 nm.

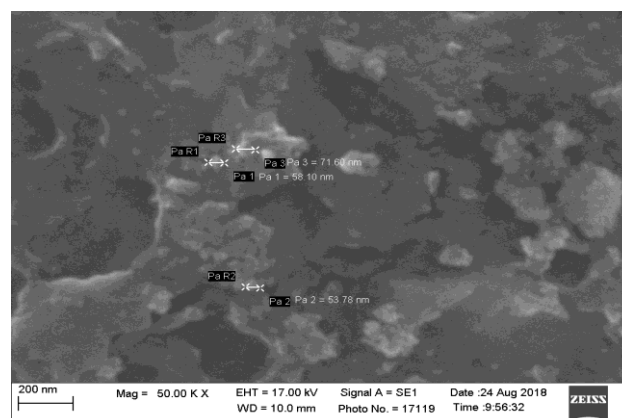
Hasil pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang dengan pembesaran 100x, 1000x dan 5000x dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) pembesaran 100x



Gambar 6. Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) pembesaran 1000x



Gambar 7. Pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang pembesaran 5000x

Hasil pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pembesaran 100x, 1000x dan 5000x dengan kisaran ukuran partikel yaitu 53,78 – 71,68 nm. Menurut Greiner (2009) ukuran nanopartikel adalah berkisar 1-100 nanometer. Menurut Muller dan Keck (2004) ukuran nanopartikel berkisar antara 200-400 nm, sedangkan menurut Mohanraj dan Chen (2006), nanopartikel didefinisikan sebagai partikel yang berukuran kisaran 10-1000 nm.

Nanokalsium merupakan mineral predigestif yang sangat efisien dalam memasuki sel tubuh karena ukurannya yang super kecil (nanometer) sehingga dapat diabsorpsi dengan cepat dan sempurna (Suptijah 2009). Gao *et al.* (2007) menyatakan bahwa tikus yang diberi

nanokalsium memiliki buangan kalsium yang rendah pada feses dan urin dibandingkan tikus yang diberi pakan mikrokalsium.

5. Optimalisasi dan Formulasi dan Karakteristik Crackers ilabulo ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*).

5.1 Hasil Proksimat Crackers Ilabulo Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil penelitian proksimat (kadar abu, kadar air, kadar protein, kadar lemak) pada crackers ilabulo ikan Cakalang dapat dilihat pada Tabel 12.

Formulasi	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)	Serat Kasar (%)	Kadar Kalsium (ppm)
A	5,585	3,39	8,365	18,345	0,53	4733,995
B	4,75	4,92	13,775	22,05	22,05	4740,163
C	5,53	5,735	12,94	21,98	21,98	7154,293
D	4,09	4,325	13,375	17,04	17,04	6166,55

Ket :
 A : 500 g daging lumat ikan cakalang : 500 g tepung terigu
 B : 500 g daging lumat ikan cakalang : 250 g tepung terigu
 C : 500 g daging lumat ikan cakalang : 100 g tepung terigu
 D : 500 g daging lumat ikan cakalang : 0 g tepung terigu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air tertinggi ada pada formulasi A yaitu 5,585% dan yang terendah ada pada formulasi D (control) yaitu 4,09%. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan baku daging lumat ikan cakalang dan penggunaan tepung terigu yang berbeda (Tabel 12).

Nilai Kadar abu pada penelitian ini yang tertinggi adalah pada formulasi C (5,735%) karena diduga kandungan mineral pada daging ikan Cakalang dan lebih sedikit menggunakan tepung terigu. Untuk nilai kadar lemak tertinggi pada formula B yaitu 13,775% dan kadar protein yaitu 22,05%, kadar serat kasar 22,05%.

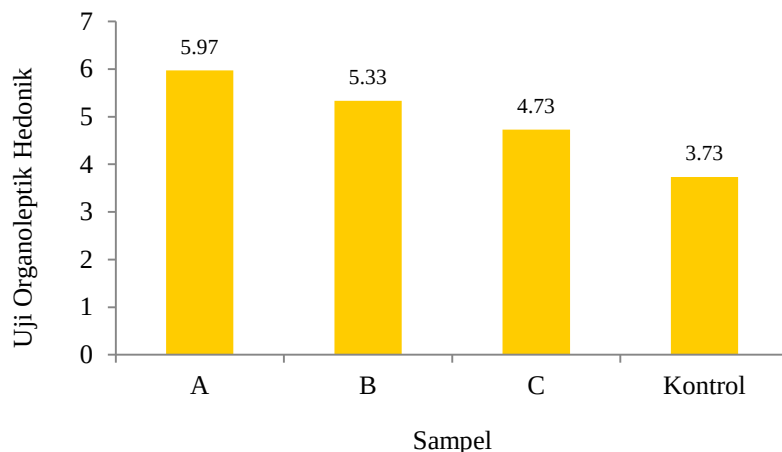
Nilai kadar kalsium tertinggi pada formulasi C yaitu 7154,293 ppm. Hal ini karena penggunaan tepung terigu yang sedikit atau 0,7154%.

5.2 Hasil Pengujian Organoleptik Hedonik Crackers Ilabulo Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil pengujian organoleptik hedonik cracker ilabulo ikan Cakalang berdasarkan parameter kenampakkan, tekstur, warna, aroma dan rasa yaitu sebagai berikut :

5.2.1 Kenampakkan

Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter kenampakkan pada crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dapat ditunjukkan pada Gambar 8.

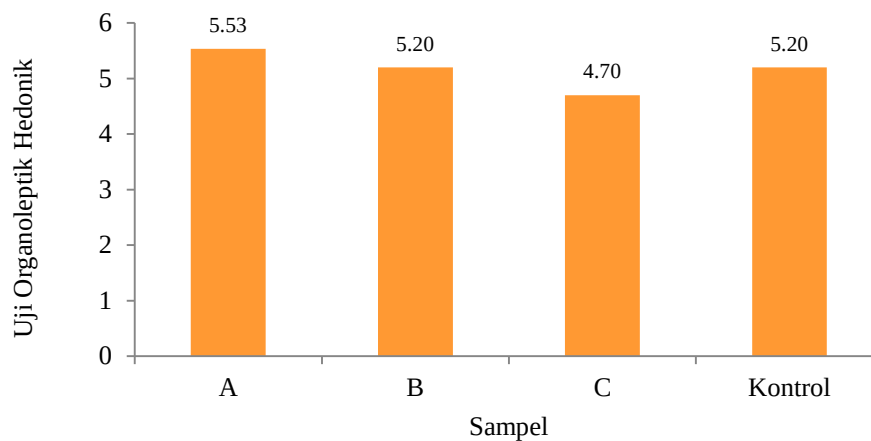


Gambar 8. Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter kenampakkan crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil penelitian organoleptik hedonik menunjukkan bahwa pada formulasi A merupakan formulasi terpilih. Hal ini karena penggunaan daging lumat ikan Cakalang dan tepung terigu yang seimbang (1 : 1). Sedangkan yang terendah ada pada formulasi D (control) karena hanya penggunaan daging lumat ikan Cakalang dan penambahan tepung sagu yang turut mempengaruhi kenampakkan crackers ilabulo ikan Cakalang. Hal ini karena penggunaan bahan baku yang digunakan yaitu ikan Cakalang dan tepung sagu dan tanpa penambahan tepung terigu.

5.2.2 Tekstur

Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter tekstur pada crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dapat ditunjukkan pada Gambar 9.

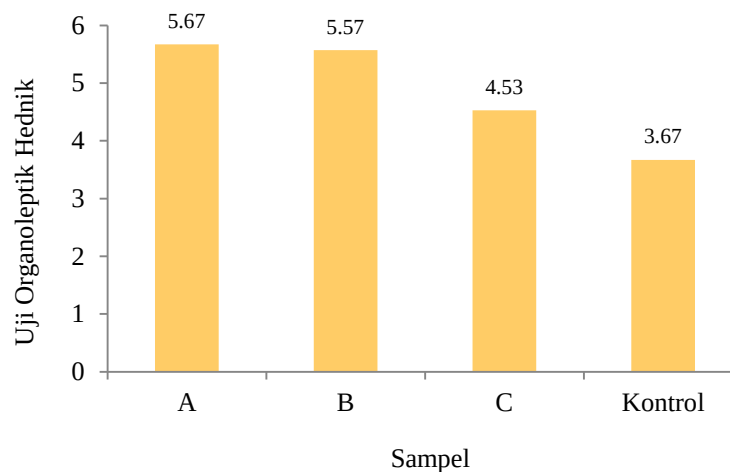


Gambar 9. Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter tekstur crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Histogram tekstur menunjukkan bahwa nilai organoleptik hedonik tertinggi yaitu pada formulasi A yaitu penambahan daging lumat ikan cakalang 500 g dan tepung terigu 500 g.

5.2.3 Warna

Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter warna pada crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dapat dilihat pada Gambar 10.

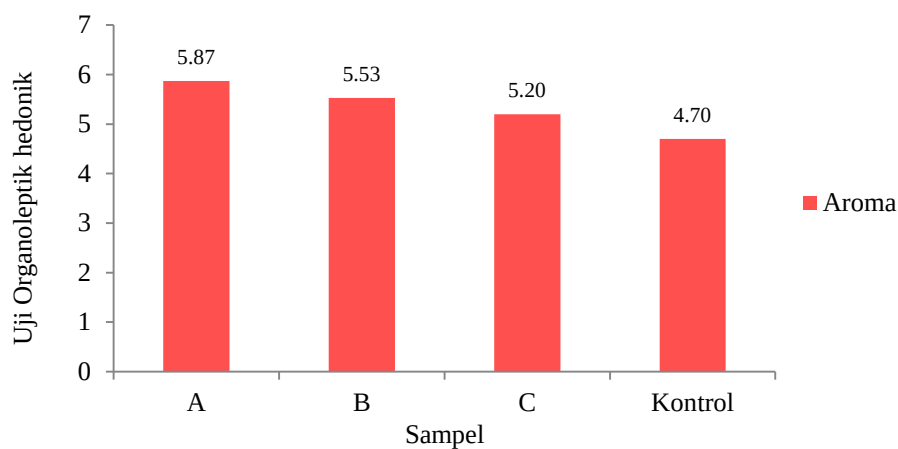


Gambar 10. Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter warna crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter warna yang tertinggi ada pada formulasi A (1:1) dan terendah pada formulasi D (control). Penggunaan komposisi bahan tambahan tepung terigu yang seimbang dengan bahan baku ikan Cakalang mempengaruhi penerimaan warna oleh panelis.

5.2.4 Aroma

Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter aroma crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dapat disajikan pada Gambar 11.

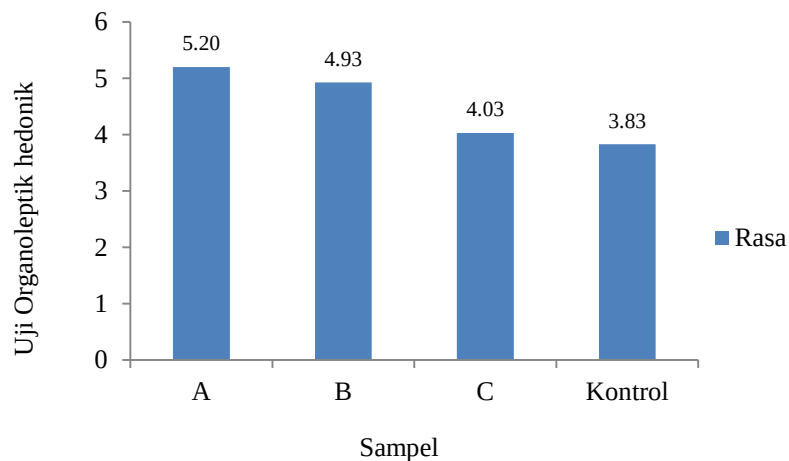


Gambar 11. Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter aroma crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter aroma menunjukkan bahwa panelis memilih formulasi A dengan nilai tertinggi yaitu 5,87 karena penggunaan tepung terigu dan ikan Cakalang dengan formulasi yang sama (1:1). Aroma cracker ilabulo ikan Cakalang yang tidak terlalu beraroma ikan lebih disukai daripada crackers ilabulo ikan Cakalang tanpa penambahan tepung terigu. Selain itu aroma dari tepung sagu pada formulasi D (control) turut mempengaruhi kesukaan panelis dalam memilih aroma yang disukai.

5.2.5 Rasa

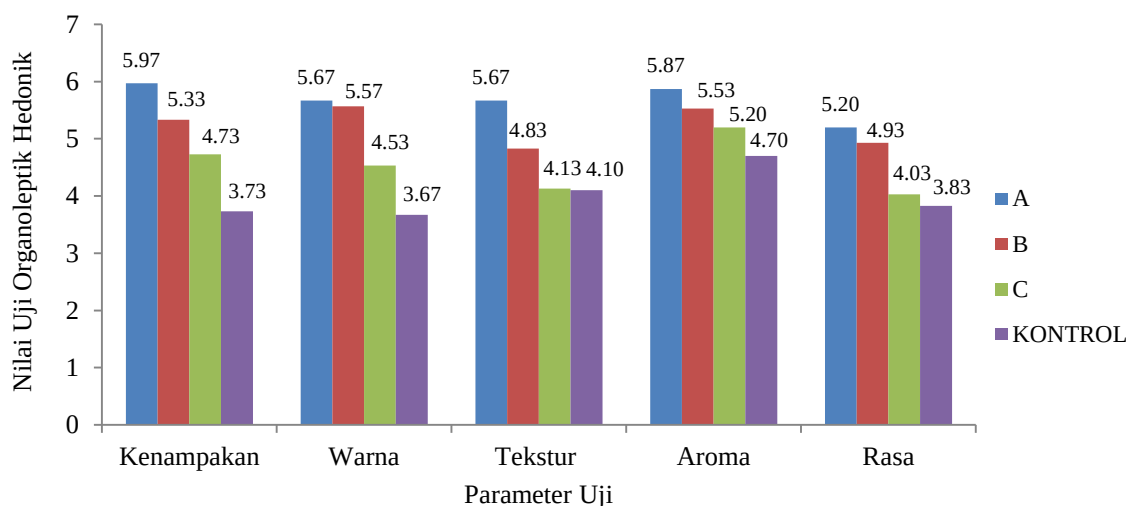
Hasil organoleptik hedonik berdasarkan parameter rasa crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang dapat ditunjukkan Pada Gambar 12.



Gambar 12. Histogram organoleptik hedonik berdasarkan parameter rasa crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil histogram pada Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai tertinggi rasa ada pada formulasi A (penambahan tepung terigu 500 g : daging lumat ikan Cakalang 500 g). Hal ini diduga karena komposisi bahan tersebut yang sama walaupun dengan pemakaian komposisi bumbu yang sama.

Hasil pengujian secara keseluruhan organoleptik hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Histogram analisis hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang(*Katsuwonus pelamis*) pada formula yang berbeda pada kriteria kenampakan, tekstur, warna, aroma dan rasa.

Histogram pada Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai hedonik penampakan crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang tertinggi adalah formulasi A berada pada kriteria agak suka dengan nilai 5,97, nilai hedonik penampakan terendah crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang berada pada formula D dengan kriteria agak tidak suka dengan nilai 3,73

Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penampakan cracker ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan bahwa ketempat formulasi menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa Formula A berbeda nyata dengan Formula B,C dan D, formula B berbeda nyata dengan D dan A tetapi tidak berbeda nyata dengan C, formula C berbeda nyata dengan formula A dan D namun tidak berbeda nyata dengan formula B.

Nilai hedonik tekstur crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang tertinggi ada pada formulasi A dengan kriteria agak suka dengan nilai 5,67 dan terendah pada formulasi D dengan kriteria netral dengan nilai 4,10. Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa tekstur crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan bahwa keempat formulasi menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa formula A berbeda nyata dengan formula B,C dan D namun ketiga formula B,C dan D tidak berbeda nyata.

Hasil analisis hedonik warna yang tertinggi pada formulasi A dengan kriteria agak suka dengan nilai 5,67 dan yang terendah pada formulasi D dengan kriteria agak tidak suka dengan nilai 3,67. Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* bahwa warna crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa formula A berbeda nyata dengan formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan formula B.

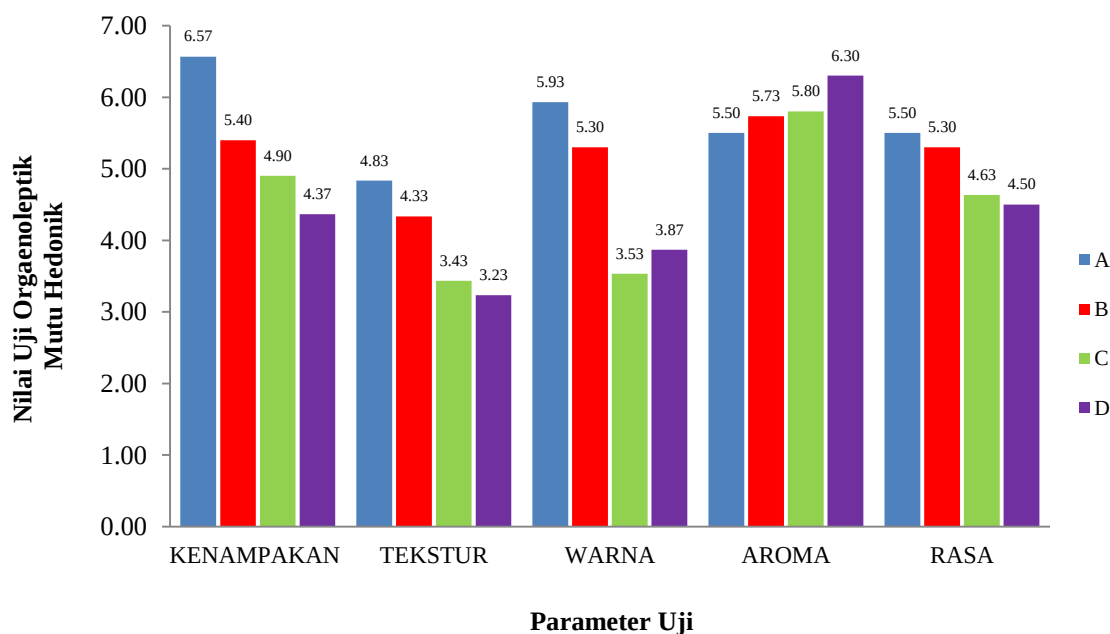
Berdasarkan Gambar 12 menunjukkan bahwa hedonik aroma crackers ilabulo fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang diperoleh nilai tertinggi pada formula A dengan kriteria agak suka dengan nilai 5,87 dan nilai terendah aroma ada pada formula D dengan kriteria netral dengan nilai 4,70.

Hasil analisis *Kruskal wallis* diperoleh bahwa semua formulasi berpengaruh nyata. Hasil analisis uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa Formula A berbeda nyata dengan Formula D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B dan C.

Analisis hedonik rasa yang tertinggi pada formulasi A dengan kriteria agak suka dengan nilai 5,20 dan terendah pada formulasi D dengan kriteria agak tidak suka dengan nilai 3,83. Hasil analisis *Kruskal wallis* diperoleh bahwa semua formulasi berpengaruh nyata. Hasil analisis uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa formula A berbeda nyata dengan Formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B.

5.3 Hasil Pengujian Organoleptik Mutu Hedonik Crackers Ilabulo Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Hasil analisis mutu hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Histogram analisi mutu hedonik crackers ilabulo ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) pada formula yang berbeda pada kriteria kenampakan, tekstur, warna, aroma dan rasa.

Histogram pada Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai mutu hedonik penampakan crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang tertinggi adalah formulasi A berada pada kriteria utuh, permukaan rata dengan nilai 6,57,33, nilai mutu hedonik penampakan terendah crackers ilabulo ikan fortifikasi

nanokalsium tulang ikan Cakalang berada pada formula D dengan kriteria netral dengan nilai 4,83.

Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penampakan cracker ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan bahwa ketempat formulasi menunjukan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa Formula A berbeda nyata dengan Formula B,C dan D.

Nilai mutu hedonik tekstur crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang tertinggi ada pada formulasi A dengan kriteria netral dengan nilai 4,83 dan terendah pada formulasi D dengan kriteria agak keras dengan nilai 3,23. Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa tekstur crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan bahwa keempat formulasi menunjukan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa formula A berbeda nyata dengan formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan formula B.

Gambar 14 menunjukkan bahwa panelis lebih memilih formulasi A karena penambahan tepung terigu yang sama komposisi dengan daging lumat sehingga menghasilkan crackers yang tidak keras.

Hasil analisis mutu hedonik warna yang tertinggi pada formulasi A dengan kriteria kuning kecoklatan dengan nilai 5,93 dan yang terendah pada formulasi D dengan kriteria agak kecoklatan dengan nilai 3,87. Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* bahwa warna crackers ilabulo ikan fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut *Duncan* diperoleh bahwa formula A berbeda nyata dengan formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B. Hal ini karena penambahan nanokalsium yang turut berpengaruh pada warna crackers ilabulo ikan Cakalang selain karena proses pemanggangan. proses pengolahan pada saat pemanasan dan pemanggangan juga berkontribusi dalam pembentukan warna yaitu reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi *browning* non enzimatis yang terjadi antaragula pereduksi dengan asam amino yang menghasilkan warna kecoklatan pada bahan makanan ketika mengalami proses pemanasan.

Berdasarkan Gambar 14 menunjukkan bahwa mutu hedonik aroma crackers ilabulo fortifikasi nanokalsium tulang ikan Cakalang diperoleh nilai tertinggi pada

formula D dengan kriteria mutu beraroma ikan dengan nilai 6,30 dan nilai terendah mutu aroma ada pada formula A dengan kriteria agak beraroma ikan dengan nilai 5,50.

Hasil analisis *Kruskal wallis* diperoleh bahwa semua formulasi berpengaruh nyata. Hasil analisis uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa Formula A berbeda nyata dengan Formula D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B dan C.

Formula yang berbeda nyata tersebut disebabkan perbedaan komposisi tepung terigu sehingga semakin banyak tepung terigu yang ditambahkan menyebabkan aroma crackers agak beraroma ikan yang berasal dari bahan baku daging lumat ikan Cakalang dan nanokalsium tulang ikan Cakalang walaupun dengan penambahan bumbu yang sama. Selain itu disebabkan proses pengolahan termasuk pemangangan yang turut berkontribusi pada aroma crackers ilabulo ikan Cakalang.

Analisis mutu hedonik rasa yang tertinggi pada formulasi A dengan kriteria agak terasa ikan, agak gurih dengan nilai 6,30 dan terendah pada formulasi D dengan kriteria netral dengan nilai 4,50. Hasil analisis *Kruskal wallis* diperoleh bahwa semua formulasi berpengaruh nyata. Hasil analisis uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa formula A berbeda nyata dengan Formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B.

6. Karakteristik Fisik (kerenyahan) Crackers Ilabulo Ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Hasil analisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cakalang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil analisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cakalang

Ulangan	A (gf)	B (gf)	C (gf)	Kontrol (gf)
1	4746,7	5746,8	3355,3	1648
2	4959,7	5960,4	3382,8	1632
3	4659,8	6168,5	3404,7	1604
Rata-rata	14366,2	17875,7	10142,8	4884

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai fisik tertinggi yaitu pada formula B yaitu 17875,7/gf dan terendah pada kontrol (tanpa perlakuan nanokalsium dan tepung terigu) yaitu 4884/gf. Analisis fisik yaitu kerenyahan crackers ilabulo ikan fortifikasi

nanokalsium tulang ikan Cakalang lebih tinggi pada Formula B karena penambahan tepung terigu yang tidak terlalu banyak yaitu 250 g pada 500 g daging lumat ikan Cakalang. Sedangkan pada perlakuan kontrol (D) nilai kerenyahan crackers ilabulo rendah karena hanya dengan penambahan tepung sagu. Kerenyahan crackers ilabulo ikan diduga karena kandungan pati pada tepung terigu dan tepung sagu yang berbeda yang turut berpengaruh pada tingkat kerenyahan crackers ilabulo ikan Cakalang.

Hasil data *Analisis of Variance* menunjukkan bahwa setiap formula berpengaruh nyata dan hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa pada setiap formula berbeda nyata.

Hasil penelitian Afiati dan Indrawati (2015) melaporkan bahwa nilai kerenyahan crackers dengan penambahan tepung ikan gabus dan air diperoleh nilai rata-rata kerenyahan 2,20-3,20. Nilai rata-rata 2,20 dengan kriteria kerenyahan “kurang renyah dan tekstur kurang berlapis-lapis” yang diperoleh dari sampel crackers dengan penambahan tepung ikan gabus 30% pada penggunaan penambahan tepung ikan gabus 30% dan air 36%, sedangkan nilai rata-rata 2,77 dengan kriteria kerenyahan “cukup renyah dan tekstur kurang berlapis-lapis” yang diperoleh dari sampel crackers tepung ikan gabus 10% pada penggunaan penambahan tepung ikan gabus 10% dan air 12% serta nilai rata-rata 3,20 dengan kriteria kerenyahan “renyah dan berlapis-lapis” yang diperoleh dari sampel crackers dengan penambahan tepung ikan gabus 20% pada penggunaan penambahan tepung ikan gabus 20% dan air 24%

Penambahan tepung ikan Cakalang pada formula D (kontrol) sebanyak 500 g tanpa penambahan tepung terigu hanya ditambahkan tepung sagu sebanyak 20 g menghasilkan nilai kerenyahan crackers ilabulo ikan Cakalang yaitu 4884 cf/g yaitu terendah dibandingkan dengan formulasi A, B dan C. Hal ini dikarenakan penambahan tepung ikan Cakalang yang turut mempengaruhi kerenyahan crackers ilabulo ikan Cakalang. Hal ini sependapat dengan Manley (1983) *diacu* dalam Afiati dan Indrawati (2015) yang mengemukakan bahwatekstur dan pengembangan crackers diperoleh dari pemanggangan suhu yang perlu peningkatan suhu adonan dengan cepat pada awal pemanggangan dan kemudian suhunya diturunkan untuk mengeringkan crackers tanpa menimbulkan kegosongan, selama pemanggangan laminasi akan terangkat dan terpisah sehingga dihasilkan crackers dengan berlapis dan renyah.

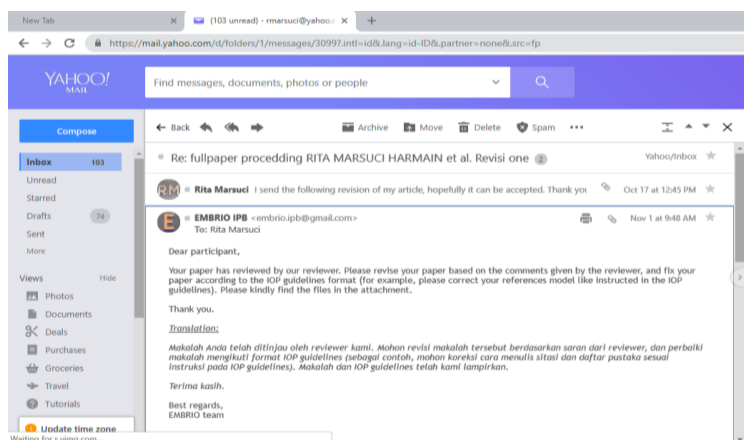
5.2 Luaran Penelitian

Adapun luaran penelitian yang dicapai yaitu :

5.2.1 Mengikuti seminar internasional sebagai oral presenter yang dibuktikan dengan sertifikat pemateri sebagai berikut :



5.2.2 Hasil penelitian akan di muat proceeding internasional terindeks scopus dan status sudah accepted dan sementara dalam masa revisi kedua.



Physical analize and hedonic quality of ilabulo crackers skipjack (*Katsuwonus pelamis*) fortified nanocalcium bone

Rita Marsuci Harmain ¹, Faiza A.Dali ², Rahim Husain ³

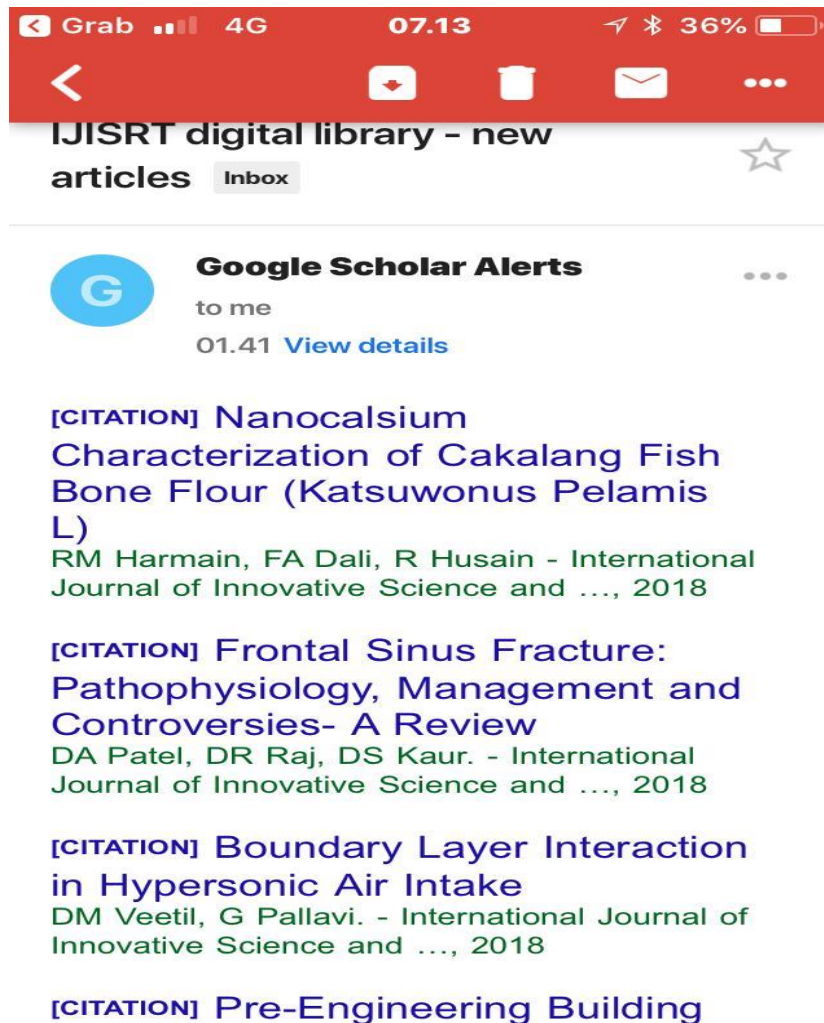
^{1, 2,3} State University of Gorontalo, Faculty of Fisheries and Marine Science, Jend. Sudirman Street Number .6, Gorontalo City, Post code 96128, Telp (0435) 821125, Fax (0435) 821752, E-mail rmarsuci@yahoo.com

Abstract

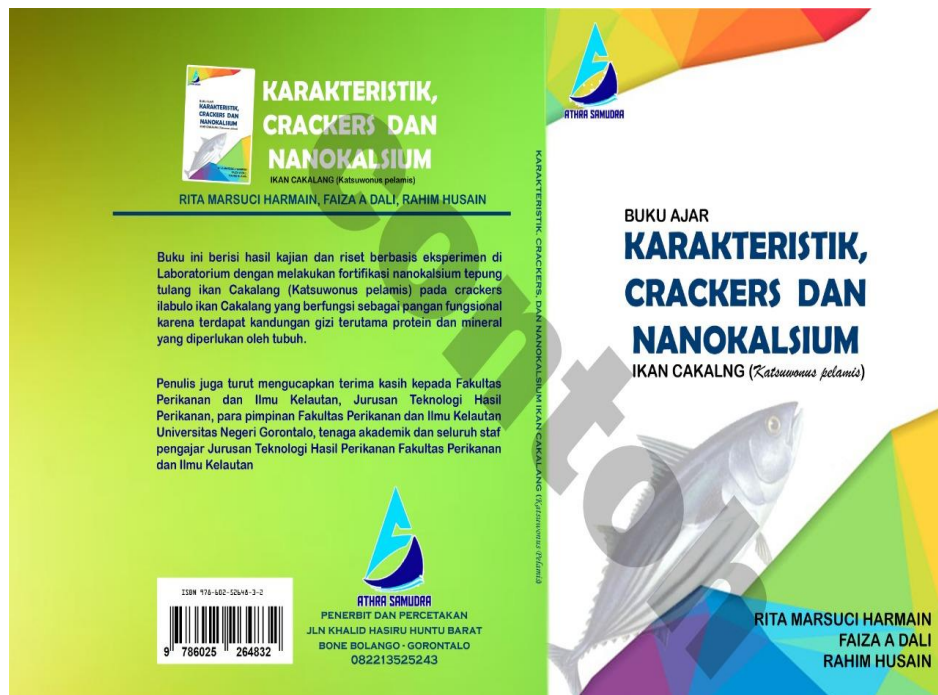
Ilabulo crackers of skipjack fish (*Katsuwonus pelamis*) is one of the traditional food diversification products. The aim of this research in Indonesia was to analyze the physical and hedonic quality of ilabulo crackers skipjack fish fortified nanocalcium bone on a different formula. Physical testing using TA-XT2i and hedonic quality using Kruskal Wallis non-parameter analize and using SPSS 16 software. The data using analysis of variance and if significant effect is continued by Duncan test. The results of research physical analize about cripness showed a formulation B higher 17875.7/gf than formulation A 14366.2/gf, formulation C 10142.8/gf and formulation D 4884/gf.. all formulas obtained were significantly different. The hedonic quality of formulation A was chosen with the criteria of full appearance, flat surface, neutral texture, brownish yellow colour, slightly fishy, rather savory.

Keyword : *crackers, formulation, hedonic quality, organoleptic, physical*

5.2.3 Hasil penelitian sudah dimuat di jurnal internasional



5.2.4 Membuat buku ajar dan akan didaftarkan di HKI buku ajar



BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kandungan protein ikan Cakalang segar yaitu berkisar 19,35%, kadar air 74,22%, kadar abu 1,41%, kadar lemak 0,44% dan kadar serat kasar 0,19%. Kadar air tepung tulang ikan Cakalang lebih tinggi dibandingkan dengan nanokalsium tulang ikan Cakalang, namun kadar abu lebih tinggi pada nanokalsium tulang ikan Cakalang.

Hasil penelitian proksimat crackers ilabulo ikan Cakalang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan Cakalang diperoleh bahwa kadar air tertinggi ada pada formulasi A 5,585%, kadar abu pada formulasi C 5,735%, kadar lemak pada formulasi B 13,775%, kadar protein pada formulasi B 22,05%, kadar serat kasar pada formulasi B 22,05% dan kadar kalsium pada formulasi C 7154,293 ppm.

Kadar mineral kalsium (Ca), besi (Fe), kalium (K), Magnesium (Mg), Seng (Zn) lebih tinggi pada nanokalsium tulang ikan Cakalang namun lebih rendah kadar mineral mangan (Mn) dan fosfor (P) dengan tepung tulang ikan Cakalang.

Hasil pengukuran nanopartikel tepung tulang ikan Cakalang yaitu berkisar 53,78 – 71,68 nm pada pembesaran 5000x.

Hasil pengujian organoleptik hedonik diperoleh bahwa Formula A lebih tinggi nilai uji organoleptik yaitu pada parameter kenampakkan, warna, tekstur, aroma dan rasa dengan semua parameter kriteria agak suka. Berdasarkan pengujian organoleptik mutu hedonik Formula A lebih tinggi pada parameter kenampakkan dengan kriteria mutu utuh, permukaan rata, parameter tekstur kriteria mutu netral, parameter warna dengan kriteria mutu kuning kecoklatan dan parameter rasa dengan kriteria mutu agak terasa ikan, agak gurih, namun nilai organoleptik parameter aroma dengan kriteria mutu beraroma ikan ada pada Formula D. Hasil analisis *Kruskal wallis* diperoleh bahwa semua formulasi berpengaruh nyata. Hasil analisis uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa formula A berbeda nyata dengan Formula C dan D namun tidak berbeda nyata dengan Formula B.

Hasil analisis fisik (kerenyahan) crackers ilabulo ikan Cakalang dengan fortifikasi nanokalsium ikan Cakalang diperoleh bahwa pada Formula B lebih tinggi yaitu 17875,7 g/f dan yang terendah yaitu pada perlakuan kontrol (D) yaitu 4884 g/f.

6.2 Saran

Perlu pengujian lanjutan untuk pengujian ketengikan, masa simpan dengan kemasan yang berbeda, uji bioviabilitas secara *in vitro* dan *in vivo* untuk melihat serapan mineral kalsium pada tubuh sehingga berfungsi sebagai pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Adjie AR. 2016. Formulasi dan Karakteristik Kaki Naga Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) Dengan Menggunakan Tepung Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz).[Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Negeri Gorontalo.
- Afiati F. Dan Indrawati V. Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*) Dan Air Terhadap Sifat Organoleptik Crackers.e-journal boga, Volume 04, Nomor 1, edisi yudisium periode Maret tahun 2015 hal 46-55.
- Almatsier S. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [APHA] American Public Health Association. 2005. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21st ed. New York:American Public Health Association,Inc.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Budiyanto S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. PAU. IPB.Bogor.
- [AOAC] Association of Official Analitical Chemist.2005.*Official Methods of Analysis of the Assosiation of Official Analytical Chemist* 18th Edition. Gaithersburg, USA: AOAC International.
- Arsyad B. 2011. Mengenal Makanan Khas Gorontalo. Tribun Gorontalo.com. <http://gorontalo.tribunnews.com/2011/07/17/mengenal-makanan-khas-gorontalo> (Diakses tanggal 10 Feb 2012).
- Astawan M. 2005. Pangan fungsional untuk kesehatan yang optimal.<http://www.web.ipb.ac.id>[10 Januari 2011].
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*. (SNI 01-2346-2006). Jakarta: BSN.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Penentuan Kadar Air Pada Produk Perikanan*. (SNI 01-2354-2-2006). Jakarta: BSN.
- Chen L, Opara UL. 2013. Texture measuerement approaches in fresh and processed food. *Journal Food Research Intern*. No.51: 823 – 835
- Fausan. 2011. Pemetaan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Perairan Teluk Tomini Propinsi Gorontalo.[Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Hasanuddin.Makassar.
- Gao H, chen H, Chen W, Tao F, Zheng Y, Jiang Y, Ruan H. 2007. Effect of nanometer pearl power on calcium absorption and utilization in rats. *Journal of Food Chemistry* 109: 493-498.
- Greiner R. 2009. Current and projected of nanotechnology in the food sector. *Journal of Brazilian Society of Food and Nutrition* 34(1): 243-260

- Harmain, R., Yusuf N. 2012. Formulasi Produk Ilabulo Ikan Patin (*Pangasius* sp.). Laporan Penelitian PNB. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Jurusan Teknologi Perikanan. Fakultas Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Negeri Gorontalo.
- Harmain, R. 2014. Analisis Asam Lemak Tak Jenuh $\omega 3$ dan $\omega 6$ Pada Produk Ilabulo Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Sebagai Pangan Fungsional. Laporan Penelitian PNB. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Jurusan Teknologi Perikanan. Fakultas Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Negeri Gorontalo.
- Harmain, R., Dali, F., Nurjanah, Yacob A. 2016. Kajian Dan Pengembangan Makanan Tradisional Ilabulo Sebagai Pangan Fungsional Yang Di Fortifikasi Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* Dan Tepung Tulang Ikan Patin (*Pangasius* Sp.). [Laporan Hasil Penelitian]. Universitas Negeri Gorontalo.
- Houtkooper L, Farrell VA. 2011. Calcium Supplement Guidelines. College of Agriculture & Life Sciences, The University of Arizona.
- Kementerian Kesehatan (KEMENKES) RI. 2009. *Komposisi zat gizi makanan Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Gizi. Bogor.
- Lanier TC. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. Di dalam: Lanier TC, Lee CM, editor. *Surimi Technology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Lekahena V, Faridah DN, Syarief R, Peranginangin R. 2014. Karakterisasi fisikokimia nanokalsium hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan basa dan asam. *J. Teknol dan Industri Pangan*. Vol.25.No.1 Thn.2014. Versi online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtlp>
- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1993. *Metabolisme Zat Gizi Sumber, Fungsi dan Kebutuhan bagi Tubuh Manusia Jilid II*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- Muller RH, Keck CM. 2004. Challenges and solutions for the delivery of biotech drugs – a review of drug nanocrystal technology and lipid nanoparticles. *Journal of Biotechnology* 113: 151-170.
- Mohanraj VJ, Chen Y. 2006. Nanoparticles – a review. *Journal of Pharmaceutical Research* 5(1): 561-573.
- Murtuza K.Md, Azad.Md, Kalam, A, Kabir Md, Nur, Shaha, Bint-E, AA. 2016. Processing and quality evaluation of crackers from cassava flour. *Int. Res. J Biological Sci.* Vol.5(1), 22-25, January.
- Napu, A. 2010. Penerapan Ilmu Gizi Berbasis Makanan Khas Daerah Menyejahterakan dan Melestarikan Budaya Bangsa: Pembelajaran tentang Gizi, Kesehatan dan Kepemilikan Budaya. *J Ilmiah Agropolitan* Vol.3, No.2. Sept 2010. Hal 361-367. Bogor.
- Park, B. 2007. Current and Future Application of nanotechnology. Di dalam: Hester RE, Harisson RM, editor *Nanotechnology: Consequences for Human Health and Environment*. Vol. 24. Cambridge: Royal Society of Chemistry Publishing.

- Suptijah P. 2009. Sumber Nano Kalsium Hewan Perairan. Di dalam: 101 Inovasi Indonesia. Jakarta: Kementrian Negara, Riset dan Teknologi.
- Suptijah P, Jacob AM, Deviyanti N. 2012. Karakterisasi dan Bioavailabilitas Nanokalsium Cangkang Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika* Vol.III No 1/Maret 2012(63-73).
- Trilaksani,W., Salamah,E., Nabil,M. 2006. Pemanfaatan limbah tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.) sebagai sumber kalsium dengan metode hidrolisis protein. Buletin Teknologi Hasil Perikanan 34.Vol IX.No.2.
- Wildman REC dan Kelley M. 2007.Nutraceuticals and functional foods. Di Dalam: Wildman REC, editor. *Nutraceuticals and Functional Foods*.Ed ke-2. Boca Raton: CRC Press Ltd. hlm 1-21.
- Winarno FG, Kartawidjajaputra F. 2007. Pangan Fungsional dan Minuman Energi. Cetakan I. Bogor: M-BRIO PRESS. hlm 29-53.

