

**PENAMBAHAN NANOKALSIUM DARI JENIS TULANG IKAN YANG BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK BERAS ANALOG DARI TEPUNG UMBI GARUT (*Maranta
arundinacea*) DAN TEPUNG *Gracilaria verrucosa***

*Addition of Nanocalcium from Different Types of Fish Bones to the Characteristics of Analog Rice from
Arrowroot Tubers Flour (*Maranta arundinacea*) and *Gracilaria verrucosa* Flour*

Saela Rohmah^{1*}, Yudhomenggolo Sastro Darmanto¹, Laras Rianingsih¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: (024) 7474698

Email : saelarohmah@gmail.com

ABSTRAK

Tulang ikan merupakan limbah perikanan dengan jumlah yang mencapai 15% dari berat tubuh ikan. Tulang ikan mengandung unsur penyusun tulang berupa kalsium, dan fosfor. Kalsium hanya dapat terabsorpsi dengan baik apabila diubah dalam bentuk mikro. Tulang ikan sebagai sumber kalsium dapat diubah menjadi nanokalsium agar penyerapan pada tubuh menjadi maksimal. Penambahan nanokalsium dapat dilakukan pada beras analog sebagai salah satu pangan fungsional. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui penambahan nanokalsium dari jenis tulang ikan yang berbeda terhadap kandungan kalsium pada beras analog. Proses pembuatan beras analog dilakukan dengan penambahan nanokalsium dari tulang ikan swangi, bawal, mujair, kemudian ditambahkan tepung umbi garut dan tepung *Gracilaria verrucosa* yang dapat menambah kadar serat pada beras analog. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan bawal (5%) mempunyai kadar kalsium tertinggi sebesar $1,68 \pm 0,03$ %, kadar air terendah, $9,73 \pm 0,01$ %, kadar protein tertinggi $1,64 \pm 0,01$ %, kadar lemak terendah $0,26 \pm 0,03$ %, dan kandungan asam amino terbanyak pada asam glutamat dan asam aspartat. Uji hedonik yang diperoleh dengan selang kepercayaan 95% adalah $4,36 < \mu < 4,61$ sehingga dapat disimpulkan bahwa nasi analog yang dihasilkan disukai panelis dengan karakteristik warna nasi cokelat, bau spesifik, tekstur pulen, dan rasanya hambar.

Kata kunci: Beras Analog, *Gracilaria verucosa*, Nanokalsium, Tulang Ikan, *Maranta arundinacea*

ABSTRACT

*Fish bone is a fishery waste with an amount that reaches 15% of fish body weight. Fish bones contain bone constituents in the form of calcium, and phosphorus. Calcium can only be absorbed properly when converted in micro form. Fish bones as a source of calcium can be converted into nanocalcium so that absorption in the body becomes maximal. The addition of nanocalcium can be done on analog rice as a functional food. The purpose of this study is to determine the addition of nanocalcium from different types of fish bones to the calcium content in analog rice. The process of making analog rice is done by adding nanocalcium from swangi fish bone, bawal, mujair, then adding arrowroot tuber flour and *Gracilaria verrucosa* flour which can increase the fiber content in analog rice. The results showed that rice analog to the addition of pomfret bone nanocalcium (5%) had the highest calcium content of $1.68 \pm 0.03\%$, lowest water content, $9.73 \pm 0.01\%$, highest protein content $1.64 \pm 0.01\%$, lowest fat content was $0.26 \pm 0.03\%$, and the highest amino acid content in glutamic acid and aspartic acid. Hedonic test obtained with a confidence interval of 95% was $4.36 < \mu < 4.61$ so it can be concluded that the analog rice produced was favored by panelists with characteristics of brown rice color, specific odor, fluffy texture, and taste tasteless*

Keyword: Analog Rice, Fish Bone, *Gracilaria verucosa*, *Maranta arundinacea*, Nanocalcium

PENDAHULUAN

Volume sumberdaya perikanan di Indonesia terus mengalami peningkatan yang berdampak pada industri pengolahan ikan di Indonesia khususnya Provinsi Jawa Tengah. Menurut Pusat Data Statistik dan Informasi (2018), pada tahun 2017 produksi perikanan tangkap laut mencapai 256,614 ton, sedangkan produksi perairan daratan mencapai 21,407 ton. Produksi ikan mujair mencapai 30.020,22 ton pada tahun 2017. Produksi ikan

tambak mencapai 13.436,47 ton, dan produksi ikan swangi pada tahun 2017 mencapai 213,765 ton. Meningkatnya produksi perikanan juga diiringi dengan meningkatnya limbah buang yang dihasilkan seperti kepala, ekor, sirip, tulang, dan jeroan ikan sebesar 35% dan menghasilkan ikan yang telah disiangi rata-rata sebesar 65% (Astuti *et al.*, 2014). Selain tingginya produksi perikanan, permintaan terhadap daging ikan juga mengalami peningkatan baik permintaan terhadap daging *fillet* maupun dalam

bentuk produk olahan seperti kerupuk, sosis, abon, dan jenis olahan lainnya yang menghasilkan limbah pengolahan berupa tulang ikan.

Tulang ikan selama ini hanya dimanfaatkan menjadi pakan ternak, sehingga hanya meningkatkan sedikit nilai ekonomis. Tulang ikan merupakan limbah perikanan dengan jumlah yang mencapai 15% dari berat tubuh ikan. Tulang secara alami terdiri dari 70% mineral anorganik, 20% bahan organik, dan 10% air. Mineral anorganik tersebut dapat diaplikasikan sebagai sumber bahan baku pembuatan kalsium.

Kalsium merupakan salah satu nutrisi esensial yang sangat dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh. Angka kecukupan gizi kalsium berkisar antara 1000-1200 mg/hari, namun konsumsi kalsium orang Indonesia masih sangat rendah. Kekurangan kalsium dapat berdampak buruk terhadap kepadatan tulang manusia seperti dapat menyebabkan terjadinya osteoporosis, osteomalasia, dan gangguan pertumbuhan tulang (Suptijah *et al.*, 2012). Struktur kalsium umumnya dikonsumsi dalam bentuk kalsium mikro. Ukuran mikro dapat diserap oleh tubuh hanya 50% dari total kalsium yang dikonsumsi (Astriandari dan Safitri, 2013). Untuk itu perlu teknologi pembentukan ukuran kalsium yang lebih kecil agar mudah diserap oleh tubuh yaitu dengan diubah menjadi nanokalsium.

Nanokalsium merupakan kalsium dengan ukuran yang sangat kecil yang mudah terabsorpsi ke dalam tubuh dengan sempurna. Untuk mendapatkan nanokalsium ini, maka sumber yang digunakan adalah tulang ikan mas, ikan gabus, dan ikan bawal yang dapat diaplikasikan pada pembuatan beras analog.

Beras analog merupakan beras tiruan yang berbentuk seperti beras yang dapat dibuat dari berbagai tepung-tepungan yang berasal dari bahan baku non beras yang memiliki kandungan gizi hampir sama dengan beras padi (Noviasari *et al.*, 2013). Beras analog dapat dibuat dari bahan umbi-umbian salah satunya adalah umbi garut (*Maranta arundinacea*) yang kaya akan karbohidrat yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan berat analog dengan penambahan nanokalsium dan rumput laut *Gracilaria verrucosa*.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanokalsium tulang ikan swanggi, bawal, mujair, umbi garut, rumput laut *Gracilaria verrucosa*, gliserol monostearat, dan aquades.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga perlakuan yaitu ARK (tanpa penambahan nanokalsium), ARS

(penambahan nanokalsium tulang ikan swanggi), ARM (penambahan nanokalsium tulang ikan mujair), dan ARB (penambahan nanokalsium tulang ikan bawal). Perlakuan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan terhadap karakteristik beras analog.

Proses Pembuatan Nanokalsium

Proses pembuatan nanokalsium diawali dengan proses ekstraksi tepung tulang ikan swanggi, bawal, dan mujair dengan metode yang sebelumnya sudah dilakukan oleh Lekahena *et al.* (2014) dengan modifikasi. Tulang ikan diekstraksi dengan NaOH 1 N dengan suhu 100°C. Hasil ekstraksi selanjutnya dilakukan filtrasi dan netralisasi. Setelah hasil ekstraksi netral, selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan suhu 50°C hingga menjadi serbuk putih halus yang disebut nanokalsium.

Proses Pembuatan Beras Analog

Proses pembuatan beras analog diawali dengan proses penepungan bahan baku yang dikembangkan oleh Mishra *et al.* (2012) dengan modifikasi. Tepung umbi garut dan *Gracilaria verrucosa* dimasukkan ke dalam baskom dengan menambahkan nanokalsium sebanyak 5%. Proses selanjutnya menambahkan air sebanyak 30% dan GMS 2% lalu dilakukan proses pengadonan. Langkah terakhir yaitu proses ekstruksi dengan suhu 70°C untuk menghasilkan bulir beras yang sempurna.

Analisis Data

Analisis data parametrik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ). Analisis data non-parametrik digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan dari uji hedonik. Analisis data non-parametrik yang digunakan adalah *Kruskal-Wallis* dengan uji lanjut *Mann Whitney*.

Pengukuran Rendemen (Venkatesan dan Kim 2010)

Rendemen merupakan persentase dari perbandingan kadar bobot akhir hidroksiapatit terhadap bobot tulang tenggiri sebelum mengalami perlakuan. Rendemen dihitung dengan membandingkan berat akhir sampel dengan berat awal sampel kemudian dikalikan dengan 100%.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Ukuran Partikel (Boutinguiza, 2011)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dari suatu sampel. Pengamatan ukuran dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) Beckman Coulter untuk mengetahui ukuran partikel sampel dengan range antara 0,6 nanometer sampai 7 mikrometer.

Profil Asam Amino (Sari *et al.*, 2017)

Analisis asam amino dilakukan untuk

mengetahui karakteristik asam amino yang terdapat pada produk. Prinsip analisis asam amino menggunakan HPLC *Fluorescence Waters Alliance* yaitu dengan memanfaatkan *detector fluoresensi*. Larutan buffer kalium borat pH 10,4 ditambahkan kedalam sampel dengan perbandingan 1:1 sehingga diperoleh larutan sampel yang siap dianalisis. Larutan sampel sebanyak 10 µL dicampur dengan 25 µl pereaksi ortoformaldehida (OPA). Hal yang sama dilakukan pada larutan standar asam amino. Larutan yang telah tercampur (baik sampel maupun standar) didiamkan selama 1 menit agar derivatisasi berlangsung sempurna. Larutan standar diinjeksikan ke dalam kolom HPLC sebanyak 5 µL, lalu ditunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai.

Penentuan Kadar protein (AOAC, 2005)

Pengukuran kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode kjeldahl. Sampel kering sebanyak 0,25 gram dimasukkan kedalam labu kjeldahl 100 ml dan ditambahkan 0,25 gram selenium dan 3 ml H₂SO₄ pekat. Sampel kemudian didestruksi selama 1 jam sampai larutan menjadi jernih, dinginkan sampel. Tambahkan 50 ml aquades dan 20 ml NaOH 40% kemudian lakukan destilasi. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer yang sudah berisi campuran H₃BO₃ 2% dan 2 tetes indikator *Brom Cresol Green-Methyl Red* yang berwarna merah muda. Setelah volumenya menjadi 10 ml dan berwarna hijau kebiruan, destilasi dihentikan dan hasilnya dititrasi dengan HCl 0,0235 sampai berwarna merah muda. Perlakuan yang sama dilakukan pada blanko. Kadar nitrogen dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Protein \%} = \frac{V_A - V_B}{W} \times N \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%$$

Dengan: V_A : ml HCl untuk titrasi sampel
V_B : ml HCl untuk titrasi blanko
N : normalitas HCl
W : berat sampel (g)
14,007 : berat atom nitrogen
6,25 : faktor konversi protein untuk ikan
Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g sampel (%)

Penentuan Kadar lemak (AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan berdasarkan metode *soxhlet*. Pengujian diawali dengan menimbang labu alas bulat kosong (A). Sampel yang sudah dilumatkan ditimbang sebanyak 2 gram (B) dan dibungkus dalam selongsong lemak. Pelarut *Chloroform* sebanyak 150 ml dimasukkan dalam labu alas bulat, selongsong lemak dimasukkan ke dalam *extractor soxhlet*, dan rangkaian *soxhlet* dipasang dengan benar. Sampel diekstraksi pada suhu 60°C selama 8 jam. Campuran lemak dan *chloroform* dievaporasi dalam labu alas bulat sampai kering. Labu alas bulat yang berisi lemak dimasukkan ke

dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk menghilangkan sisa *chloroform* dan uap air. Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Labu alas bulat yang berisi lemak ditimbang sampai berat konstan (C). Kadar lemak dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dengan: A : berat labu alas bulat kosong (g)
B : berat sampel (g)
C : berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

Penentuan Kadar Air (AOAC, 2005)

Sampel sebanyak 5 gram ditimbang dan dimasukkan kedalam cawan kemudian dikeringkan dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C. cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang. Persentase kadar air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{kadar Air (\%)} = \frac{B_1 - B_2}{B} \times 100\%$$

Dengan: B : berat sampel (g)
B₁ : Berat sampel cawan sebelum dikeringkan (g)
B₂ : Berat sampel cawan setelah dikeringkan (g)

Penentuan Kadar Abu (AOAC, 2005)

Sampel yang telah diuapkan airnya kemudian dimasukkan kedalam tanur dengan suhu 600 °C. Sebelum dimasukkan kedalam tanur, cawan kering dan sampel ditimbang terlebih dahulu. Proses penguapan dilakukan sampai semua bahan berubah warna menjadi abu-abu kemudian sampel ditimbang. Kadar abu dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{B - A}{\text{Berat Contoh(g)}} \times 100\%$$

Dengan: A : berat cawan porselen kosong
B : berat cawan dengan abu

Penentuan Kadar Karbohidrat (AOAC, 2005)

Metode perhitungan kadar karbohidrat dilakukan dengan perhitungan (dalam %):
% karbohidrat (bb) = 100% - % bb (protein + lemak + abu + air)
% karbohidrat (bk) = 100% - % bb (protein + lemak + abu)

Penentuan Kadar Kalsium (Hanifa et al., 2013)

Sampel sebanyak 5 g diabukan dalam tanur bersuhu 550°C selama 4 jam hingga abu berwarna keputih-putihan. Indukan dibuat dengan ditambahkan

50 ml HNO₃ 3 N kemudian dididihkan selama 10 menit. Larutan kemudian disaring dengan kertas *Whatman* 41 di dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades. Larutan induk diambil 1 ml lalu dilakukan pengenceran dengan aquades dan ditambahkan 10 ml La₂O₃ 5%. Sampel yang sudah siap lalu dibaca menggunakan AAS Techcomp AA6000 dengan panjang gelombang 422,7 nm.

Berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan AAS, perhitungan kadar kalsium ditetapkan dengan rumus sebagai berikut:

$$Ca (\%) = \frac{A \times B \times C}{\text{Berat Sampel} \times 10000}$$

Dengan: A : konsentrasi larutan

B : volume indukan

C : pengenceran

Penentuan Serat Pangan (Hernawan dan Meylani, 2016)

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 ml larutan buffer Na-phospat 0,1 M pH 6 dan diaduk agar terbentuk suspensi. Kemudian ditambahkan 0,1 ml enzim termamyl ke dalam erlenmeyer berisi sampel. Erlenmeyer lalu ditutup dengan aluminium foil dan diinkubasi dalam penangas air dengan suhu 100°C selama 15 menit sambil diaduk sesekali. Sampel diangkat dan didinginkan, lalu ditambahkan 20 ml air destilat dan pH diatur menjadi 1,5 menggunakan HCl 4 N. Setelah itu, enzim pepsin sebanyak 100 mg ditambahkan ke dalam erlenmeyer berisi sampel, ditutup, dan diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 40°C selama 1 jam. Erlenmeyer kemudian diangkat, ditambahkan air destilat, dan pH diatur menjadi 6,8 menggunakan NaOH. Setelah pH 6,8 tercapai, kemudian tambahkan enzim pankreatin sebanyak 100 mg ke dalam erlenmeyer, erlenmeyer ditutup, dan diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 40°C selama 1 jam. Persiapan tahap akhir adalah pengaturan pH menjadi 4,5 menggunakan HCl. Larutan sampel dengan pH 4,5 lalu disaring melalui *crucible* kering yang telah ditimbang beratnya dan ditambahkan 0,5 gram celite kering (berat tepat diketahui). Pada penyaringan dilakukan 2 kali pencucian dengan 2 x 10 ml air destilat.

Penentuan Serat Kasar (Udding et al., 2014)

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram sampel lalu tambahkan 50 mL larutan H₂SO₄ 1,25 % kemudian dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Sebanyak 50 mL NaOH 3,25 % ditambahkan kemudian dididihkan lagi selama 30 menit. Dalam keadaan panas disaring dengan corong Bucher yang berisi kertas saring tak berbau *Whatman* 541 yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Endapan yang terdapat pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H₂SO₄ 1,25 % panas, aquades panas, dan etanol 96 %. Kertas saring diangkat dan dimasukkan pada kotak

timbang yang telah diketahui bobotnya kemudian dikeringkan pada suhu 105°C didinginkan dan ditimbang sampai bobot tetap. Bila ternyata bobot serat kasar lebih dari 1 % diabukan kertas saring beserta isinya, ditimbang sampai bobot tetap.

Penentuan Waktu Tanak (Yuwono dan Zulfiah, 2015)

Air sebanyak 500 ml dididihkan dalam *beaker glass* dengan *hot plate* kemudian masukan sampel sebanyak 10 gram lalu dimasak hingga tergelatinisasi sempurna. Lama pemasakan diamati sebagai waktu gelatinisasi dari beras analog.

Uji Hedonik (Handayani et al., 2017)

Analisis hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk. Analisis yang dilakukan meliputi penerimaan terhadap kualitas sampel. Parameter yang diuji meliputi warna, aroma, rasa dan tekstur dari beras analog. Penilaian uji hedonik menggunakan skala dari 1 sampai 5 (berdasarkan tingkat kesukaan) untuk mengidentifikasi rasa mulai dari sangat tidak suka sampai sangat suka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Nanokalsium

Nilai rendemen tertinggi terdapat pada nanokalsium tulang ikan swanggi dengan nilai 8,80 ± 0,04 %, kemudian tulang ikan mujair dengan nilai 7,63 ± 0,05 % dan rendemen terendah pada nanokalsium tulang ikan bawal dengan nilai 7,33 ± 0,04 %. Tingginya rendemen pada tepung tulang disebabkan karena komponen utama penyusun tulang yang terdiri dari beberapa jenis mineral. Rendemen tepung akan menurun apabila direndam menggunakan larutan asam atau basa. Hal ini disebabkan beberapa komponen penyusun tulang seperti mineral dan senyawa organik mudah terhidrolisis pada suasana asam atau basa (Yonata et al., 2017). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Litaay dan Santoso (2013), yang menyatakan bahwa pembuatan tepung ikan dengan pH > 7 akan menghasilkan rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan pH = 7, hal ini dikarenakan proses denaturasi dan demineralisasi terjadi lebih mudah dan cepat, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan air (konvensional).

Ukuran Partikel

Hasil pengujian partikel menggunakan PSA dari jenis tulang ikan yang berbeda menghasilkan partikel dengan ukuran sebesar 533,5 nm pada tulang ikan swanggi, 569,45 nm pada tulang ikan bawal dan 627,85 nm pada tulang ikan mujair. Ukuran partikel tersebut termasuk dalam golongan nanopartikel. Nanopartikel adalah suatu materi yang memiliki ukuran partikel dibawah 1000 nm atau kurang dari 1 μm (Hanura et al., 2017). Menurut Aminingsih et al. (2018), nanokalsium mempunyai ukuran yang sangat kecil 10 hingga 1000 nm yang menyebabkan reseptor

dengan cepat masuk kedalam tubuh dengan sempurna sehingga nanokalsium hampir bisa diserap oleh tubuh 100%.

Penggunaan pelarut basa pada proses ekstraksi dapat menghidrolisis senyawa organik yang terdapat dalam tulang ikan. Ukuran partikel dari tiga jenis tulang ikan mempunyai ukuran yang berbeda, hal ini menunjukkan bahwa pada proses penepungan atau penghalusan serbuk nanokalsium dengan mortar tidak dapat menghasilkan bubuk kalsium dengan ukuran yang lebih kecil. Didalam proses ekstraksi menggunakan NaOH terdapat pengendalian pH, suhu, dan pelarut yang mampu mengubah senyawa organik seperti protein dan lemak larut dalam proses ekstraksi sehingga membuat larutan tersebut menjadi jenuh dan menghasilkan endapan partikel yang berukuran nano (Prinaldi *et al.*, 2018).

Asam Amino

Hasil analisa asam amino menunjukkan adanya 13 jenis asam amino yang terdiri atas 7 asam amino essensial yaitu leusin, arginin, valin, fenilalanin, threonin, isoleusin, dan lisin serta 6 asam amino non essensial yang terdiri dari glisin, prolin, asam glutamat, asam aspartat, serin, dan alanin. Asam glutamat mempunyai nilai tertinggi dibandingkan dengan semua jenis asam amino yang lain yaitu kontrol sebesar 1.138,54 mg/kg, 1.459,04 pada ikan swanggi, 1.045,25 pada ikan bawal dan 1.467,13 pada ikan mujair. Tingginya asam glutamat pada beras analog dikarenakan adanya penambahan rumput laut, dimana rumput laut tersebut mengandung asam glutamat yang relatif tinggi. Menurut Ghufuran dan Kordi (2010), rumput laut mengandung asam amino yang lengkap dan berkualitas baik, serta sebagian besar rumput laut mengandung asam aspartat dan asam glutamat yang cukup banyak dalam komposisi total asam amino yaitu sekitar 22-44% dari total asam amino. Selain rumput laut yang mengandung asam amino, umbi garut juga mengandung asam amino seperti metionin dan leusin. Menurut Aini dan Wirawani (2013), kandungan metionin dan leusin pada umbi-umbian (garut dan ubi jalar kuning) lebih rendah dibandingkan dengan jenis sereal.

Kadar kalsium

Beras analog kontrol mempunyai nilai kalsium terendah sebesar $1,08 \pm 0,03$ %, dibandingkan dengan beras analog penambahan nanokalsium. Menurut Nugroho *et al.* (2018), tinggi rendahnya kandungan kalsium pada beras analog terjadi karena banyak sedikitnya penambahan tepung tulang ikan yang ditambahkan. Sampel beras analog yang mempunyai kadar kalsium rendah disebabkan adonan yang kurang homogen (kurang rata) pada saat pengulenan sebelum proses pengukusan sehingga beras analog yang dihasilkan mengandung kalsium yang rendah.

Kadar kalsium yang diperoleh pada beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan berkisar antara $1,22 \pm 0,01$ % - $1,68 \pm 0,03$ %, hasil tersebut lebih tinggi dari beras analog tanpa penambahan nanokalsium. Beras analog ikan bawal mempunyai kadar kalsium yang tinggi yaitu 1,68 %, hal ini dikarenakan tulang ikan bawal mengandung kalsium yang cukup tinggi. Menurut Edam (2016), meningkatnya mineral kalsium pada sampel menunjukkan bahwa tulang ikan mengandung mineral kalsium yang cukup tinggi sehingga dapat meningkatkan kadar kalsium beras analog yang dihasilkan. Tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium fosfat sebanyak 14 % dari total susunan tulang. Bentuk kompleks kalsium fosfat ini terdapat pada tulang dan dapat diserap oleh tubuh dengan baik sekitar 60-70 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Tiwow *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa unsur utama penyusun tulang ikan adalah kalsium, posfat dan karbohidrat, sedangkan yang terdapat dalam jumlah kecil adalah magnesium, sodium, sitrat, stronsium, flourida, hidroksida dan sulfat. Jumlah kandungan mineral pada ikan bergantung pada spesies, jenis kelamin, siklus biologis, dan bagian tubuh ikan yang dianalisis. Kandungan mineral ikan juga bergantung pada faktor ekologis seperti musim, tempat pengembangan, jumlah nutrisi yang tersedia, suhu dan salinitas air. Mineral pada ikan diperlukan untuk menjaga kesehatan tulang, gigi, bahkan sisik. Mineral utama yang diperlukan adalah kalsium dan fosfor.

Kadar Air

Hasil kadar air menunjukkan nilai tertinggi terdapat pada beras analog kontrol yang mempunyai nilai sebesar $10,82 \pm 0,09$ %. Kadar air pada penelitian ini lebih rendah dari standar kadar air yang telah ditentukan. Menurut Handayani *et al.* (2017), kadar air ini telah mendekati kadar air beras delungu (C4 super) yang mempunyai kadar air sebesar 11,8082%. Angka kadar air yang aman untuk penyimpanan beras yaitu <14%, sehingga mampu mencegah pertumbuhan kapang yang sering hidup pada sereal/biji-bijian.

Beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan mempunyai nilai kadar air yang rendah yaitu berkisar 9,73% - 10,47%. Nilai kadar air tersebut masih dalam kategori kadar air rendah untuk pertumbuhan kapang. Menurut Mamuja dan Lamaega (2015), kadar air yang rendah pada produk beras memang diinginkan karena dapat menjaga daya tahan produk beras. Jumlah kandungan air pada bahan dapat mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap aktivitas mikroba. Kadar air beras analog yang masih berada dibawah 12% masih jauh dibawah kadar air untuk pertumbuhan kapang.

Kadar air pada beras analog dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kandungan bahan yang digunakan dan proses pengolahan beras analog. Menurut Santoso *et al.* (2013), kadar air pada butiran beras juga dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan beras analog dan proses pengeringan. Pemberian atau

Tabel 1. Hasil Rendemen dan Ukuran Partikel nanokalsium

No	Bahan	Rendemen (%)	Ukuran Partikel (nm)
1	Swanggi	8,80 ± 0,04 ^c	533,50
2	Bawal	7,33 ± 0,04 ^a	569,45
3	Mujair	7,63 ± 0,05 ^b	627,85

Tabel 2. Kandungan Asam Amino Beras Analog (mg/kg)

Asam Amino	Beras Analog + Nanokalsium			
	ARK	ARS	ARB	ARM
Leusin	580,85	724,35	585,09	663,28
L-Arginin	732,38	770,49	762,69	980,85
L-Valin	518,58	628,63	551,62	675,34
L-Fenilalanin	562,90	563,88	600,43	645,61
L-Threonin	671,60	699,54	770,24	872,78
L-Isoleusin	384,03	477,88	407,89	451,36
L-Lisin	342,40	510,79	351,32	529,94
L-Histidin	-	-	-	-
Glisin	678,51	717,18	757,40	1.057,21
L-Prolin	422,58	471,41	465,60	556,46
L-Asam glutamat	1.138,54	1.459,04	1.045,25	1.467,13
L-Asam aspartat	836,58	1.239,38	846,50	1.458,31
L-Serin	673,07	767,23	951,69	1.513,37
L-Alanin	694,70	759,83	694,71	981,15
L-Tirosin	-	-	-	-
Jumlah	7098,18	7091,21	7745,18	6356,77

Tabel 3. Komposisi Kimia Beras analog

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)
ARK	10,82 ± 0,09 ^d	1,20 ± 0,04 ^a	0,56 ± 0,02 ^c	1,25 ± 0,03 ^a
ARS	10,13 ± 0,08 ^b	5,35 ± 0,01 ^d	0,33 ± 0,02 ^b	1,55 ± 0,02 ^c
ARB	9,73 ± 0,01 ^a	4,93 ± 0,02 ^b	0,26 ± 0,03 ^a	1,64 ± 0,01 ^d
ARM	10,47 ± 0,10 ^c	5,27 ± 0,05 ^c	0,35 ± 0,01 ^b	1,43 ± 0,02 ^b

Tabel 4. Hasil Uji Kalsium, Serat Pangan, Serta Kasar, dan Waktu Tanak Beras Analog

Perlakuan	Kalsium(%)	Serat Pangan (%)	Serat Kasar (%)	Waktu Tanak (menit)
ARK	1,08 ± 0,03 ^a	6,37 ± 0,04 ^a	1,15 ± 0,03 ^a	12,19 ± 0,10 ^a
ARS	1,22 ± 0,01 ^b	14,11 ± 0,04 ^c	2,26 ± 0,04 ^d	13,06 ± 0,06 ^b
ARB	1,68 ± 0,03 ^d	11,30 ± 0,14 ^b	1,84 ± 0,03 ^c	14,22 ± 0,10 ^d
ARM	1,39 ± 0,05 ^c	15,45 ± 0,17 ^d	1,56 ± 0,04 ^b	13,48 ± 0,03 ^c

Tabel 5. Hasil Uji Hedonik Beras Analog

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa	Parameter	
				Tekstur	Selang Kepercayaan
ARK	4,30 ± 0,65 ^a	4,00 ± 0,64 ^a	4,20 ± 0,76 ^a	4,20 ± 0,68 ^a	4,00 < μ < 4,30
ARS	4,30 ± 0,67 ^a	4,10 ± 0,61 ^a	4,20 ± 0,61 ^a	4,10 ± 0,70 ^a	4,03 < μ < 4,38
ARB	4,40 ± 0,56 ^a	4,30 ± 0,53 ^a	4,60 ± 0,56 ^a	4,60 ± 0,55 ^a	4,36 < μ < 4,61
ARM	4,40 ± 0,57 ^a	4,40 ± 0,57 ^a	4,40 ± 0,63 ^a	4,60 ± 0,56 ^a	4,24 < μ < 4,24

penggunaan air pada saat pembuatan beras analog sangat mempengaruhi kadar air beras analog yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin banyak pemberian air pada proses pembuatan beras analog maka kadar air pada butiran beras analog setelah proses pengeringan menjadi tinggi. Kadar air beras analog setelah pengeringan ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam proses penyimpanan beras analog. Apabila sudah mendekati beras biasa, maka beras analog sudah layak untuk disimpan.

Kadar Abu

Data hasil pengujian kadar abu pada beras analog menunjukkan beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan swanggi mempunyai kadar abu tertinggi dengan nilai sebesar 5,35 ± 0,01 %, dan kadar abu terendah terdapat pada beras analog kontrol dengan nilai sebesar 1,20 ± 0,04 %. Tinggi rendahnya kadar abu pada beras analog dapat menentukan tinggi rendahnya kandungan mineral pada sampel. Hal ini sesuai dengan penelitian

Wulandari et al. (2016), besarnya nilai kadar abu beras analog dipengaruhi oleh besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan. Semakin tinggi kadar abu suatu produk maka semakin tinggi mineral yang dikandung oleh makanan tersebut. Kadar abu pada produk pangan menunjukkan mineral yang tidak menguap pada saat proses pembakaran.

Kadar Protein

Hasil kadar protein pada beras analog mempunyai nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Adanya perbedaan kadar protein pada beras analog diduga berasal dari bahan yang ditambahkan dalam pembuatan beras analog. Menurut Wahjuningsih dan Kunarto (2013), kadar protein berkaitan dengan komponen amilosa dan amilopektin pada bahan. Tepung garut mempunyai kandungan amilosa yang tinggi. Kandungan amilosa yang tinggi pada pati akan sulit tergelatinisasi dibandingkan pati dengan kandungan amilopektin yang tinggi karena amilosa memiliki ikatan α 1,4 glikosida yang lurus dan kuat berbeda dengan amilopektin yang rantainya bercabang. Sehingga dalam proses gelatinisasi pati dengan amilopektin yang tinggi akan mudah tergelatinisasi. Hal ini berarti granula pati akan mengembang lebih cepat dan akan lebih banyak menyerap bahan lain seperti protein. Kandungan amilopektin yang tinggi pada bahan pangan maka interaksi dengan protein juga akan lebih tinggi karena gelatinisasi berjalan lebih sempurna sehingga menyebabkan granula pati mengembang lebih besar yang akan menimbulkan tekanan pada matrik protein tersebut. Sehingga semakin tinggi kandungan protein dari formulasi bahan akan meningkatkan kadar protein dari beras analog yang dihasilkan.

Kadar protein yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi kadar protein pada beras analog maka kadar airnya akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan protein mempunyai kemampuan untuk menyerap air pada suatu bahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Sede *et al.* (2015), total absorbansi air meningkat dengan kenaikan konsentrasi protein. Hal ini dikarenakan protein mempunyai kemampuan untuk menyerap dan menahan air, serta memegang peranan penting dalam penampakan tekstur pada bahan pangan.

Kadar Lemak

Hasil kadar lemak pada beras analog menunjukkan nilai kadar lemak berkisar antara 0,26 % - 0,56 %. Kadar lemak pada penelitian ini mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Agusman *et al.* (2014), yang mempunyai kadar lemak berkisar 0,01 - 0,18 % pada beras analog yang dihasilkan. Menurut Mamuaja dan Lamaega (2015), tingginya kadar lemak pada beras analog kemungkinan dapat disebabkan karena larutnya beberapa komponen yang larut dalam lemak akibat dari proses

pemanasan seperti karotenoid yang kurang tahan dengan panas yang tinggi sehingga ikut terhitung sebagai kadar lemak pada bahan.

Kadar Karbohidrat

Data kadar karbohidrat menunjukkan nilai karbohidrat tertinggi pada beras analog kontrol yaitu sebesar $83.51 \pm 0,08$ % sedangkan nilai kadar karbohidrat terendah pada beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan swaggi dengan nilai sebesar 81.06 ± 0.04 %. Kandungan karbohidrat pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat beras sosoh. Menurut Rasyid *et al.* (2016), beras analog mempunyai kadar karbohidrat yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan beras sosoh biasa yang mengandung karbohidrat sebesar 80,14 %. Tingginya kadar karbohidrat pada beras analog menunjukkan bahwa beras analog dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat dan kalori alternatif selain beras.

Serat Pangan

Serat pangan hasil pengujian terhadap beras analog berkisar antara 6,37 % - 15,45 %. Hasil serat pangan tersebut lebih tinggi dari beras biasa. Hal ini sesuai dengan penelitian Kurniawati *et al.* (2016), serat pangan pada beras analog cukup tinggi dibandingkan beras biasa yang hanya 0,80% dan beras Cerdas 5,50%. Menurut Wahjuningsih (2017), serat pangan memiliki karakteristik yang dibutuhkan dan dianggap penting dalam formulasi pangan fungsional. Serat pangan dalam bahan pangan akan mempengaruhi sifat bahan pangan tersebut. Semakin tinggi kadar serat, maka daya serap air juga akan semakin tinggi. Semakin tinggi kadar serat dalam bahan pangan, maka indeks glikemik bahan pangan akan cenderung semakin rendah.

Serat Kasar

Nilai kadar serat kasar pada beras analog yang diperoleh berkisar antara $1,15 \pm 0,03$ % - $2,26 \pm 0,04$ %, yang menunjukkan adanya pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan terhadap kandungan serat kasar pada beras analog. Tingginya kadar serat kasar pada suatu bahan disebabkan adanya kandungan pati yang tinggi pada bahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Handayani *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar pati dalam komposisi beras analog maka kadar serat kasar akan semakin tinggi. Hal ini karena adanya pati resisten yaitu jenis pati yang tidak tercerna (resisten) dalam saluran sistem pencernaan manusia.

Waktu Tanak

Data pengujian waktu tanak menunjukkan hasil waktu tanak yang diperoleh berkisar antara 12,19 - 14,22 menit. Nilai waktu tanak pada penelitian ini lebih cepat dibandingkan dengan penelitian Srihari *et al.* (2016), yang mempunyai waktu tanak setelah 15 menit (waktu rehidrasi). Waktu rehidrasi adalah waktu yang diperlukan suatu bahan untuk kembali menyerap

air sehingga diperoleh tekstur yang homogen. Penelitian Sihombing *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa proses pematangan beras analog menjadi nasi dilakukan dengan cara dikukus, sebelum beras dimasukan beras analog dibasahi terlebih dahulu atau rehidrasi untuk mempercepat proses gelatinisasi (pembengkakan granul beras analog) sehingga mempercepat pematangan beras analog tersebut. Kemudian beras analog dikukus selama 20 menit.

Uji Hedonik

Warna

Warna nasi analog yang dihasilkan berdasarkan uji hedonik yaitu berwarna kecoklatan. warna coklat yang dihasilkan setelah proses pemasakan diduga adanya reaksi pencoklatan selama proses pemasakan. Hal inilah yang menyebabkan perubahan warna beras analog yang dihasilkan dan mengakibatkan warna nasi analog yang terlihat kurang menarik. Menurut Agusman *et al.* (2014), persepsi konsumen terhadap warna nasi sangat penting agar beras tersebut dapat diterima oleh konsumen. Menurut Adelina *et al.* (2019), warna nasi pada umumnya yaitu berwarna putih. Warna coklat pada nasi analog dapat disebabkan karena reaksi pencoklatan enzimatis maupun non enzimatis pada proses *precooking* maupun proses pemasakan, warna nasi analog akan semakin coklat setelah proses perebusan atau pengukusan karena pati dalam umbi akan mengalami gelatinisasi.

Aroma

Nasi analog yang dihasilkan mempunyai aroma yang spesifik. Hal ini dikarenakan bahan dasar dari beras analog mempunyai aroma yang spesifik. Menurut Angraen *et al.* (2016), aroma bahan pangan merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas bahan pangan untuk menentukan kelezatan bahan pangan tersebut. Pada umumnya, konsumen lebih menyukai bahan pangan yang mempunyai aroma khas dan tidak menyimpang dari aroma normal. Aroma juga dapat menentukan enak atau tidaknya suatu bahan pangan, serta dapat dengan cepat memberikan hasil penilaian apakah produk disukai atau tidak.

Rasa

Berdasarkan hasil uji hedonik pada parameter rasa didapatkan nasi analog dengan rasa hambar. Hal ini disebabkan konsentrasi bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan antar perlakuan pada proses pembuatan beras analog sama sehingga rasa nasi analog yang dihasilkan juga mempunyai rasa yang sama. Menurut Korompis *et al.* (2016), suatu bahan pangan apabila mendapat perlakuan maka dapat mempengaruhi paduan rasa, aroma, tekstur dan warna yang lebih kompleks. Kesukaan terhadap rasa terutama ditentukan oleh tingkat kepulenan, kemekaran, tekstur, warna, rasa dan aroma dari nasi.

Rasa yang dihasilkan berdasarkan uji hedonik pada beras analog yaitu hambar. Perubahan rasa pada nasi analog tersebut disebabkan adanya perubahan formulasi pada bahan. Menurut Hidayat *et al.* (2013), rasa merupakan parameter penting pada uji penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Rasa beras analog yang dihasilkan adalah rasa hambar. Beras analog dapat ditambahkan dengan *flavor* lainnya sehingga dapat menambah cita rasa beras analog menjadi lebih enak dan gurih.

Tekstur

Berdasarkan hasil uji hedonik pada parameter tekstur didapatkan nasi analog dengan tekstur pulen. Tekstur merupakan salah satu parameter penting dalam penerimaan nasi analog meliputi kepulenan dan kelengketan nasi (Noviasari *et al.*, 2013). Menurut Herawati *et al.* (2014), karakteristik beras tiruan atau analog sangat dipengaruhi oleh waktu hidrasi. Waktu hidrasi yang semakin meningkat dapat menurunkan tingkat kekerasan (*hardness*), kelengketan (*adhesive*), dan *chewing* tekstur beras tiruan yang dihasilkan.

Tekstur yang diperoleh pada uji hedonik beras analog didapatkan tekstur nasi yang pulen. Tekstur nasi analog yang dapat diterima oleh konsumen adalah tekstur nasi yang tidak pera dan mempunyai butiran nasi yang bagus menyerupai nasi pada umumnya. Tekstur suatu bahan pangan dapat dipengaruhi oleh kadar air, kandungan lemak, amilosa, amilopektin, jumlah dan jenis karbohidrat serta protein yang terkandung didalam bahan pangan. Kandungan yang dimiliki bahan pangan tersebut dapat menentukan tingkat keras, lembut, kenyal, kasarnya suatu tekstur yang dihasilkan. Menurut Nurdjanah *et al.* (2014), tekstur agak pulen hingga pulen yang dihasilkan dipengaruhi oleh kandungan amilosa yang rendah. Suatu produk atau bahan akan menghasilkan tekstur pulen apabila terdapat kadar amilosa pada bahan. Beras yang mengandung kadar amilosa rendah (10-15%) memiliki karakteristik nasi yang pulen dan sedikit lengket. Beras yang mengandung kadar amilosa sedang (16-24%) memiliki karakteristik nasi yang tidak pera, namun tidak pulen dan sedikit lengket. Bahan yang disebut pulen apabila mempunyai daya lekat serta lunak sedangkan disebut pera apabila bahan tersebut keras dan terpecah-pecah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan nanokalsium dari jenis tulang ikan yang berbeda memberikan pengaruh terhadap beras analog. Kadar kalsium paling tinggi terdapat pada ikan bawal yaitu $1,68 \pm 0,03\%$, disusul ikan mujair dengan nilai sebesar $1,39 \pm 0,05\%$, ikan swangi $1,22 \pm 0,01\%$, dan nilai kadar kalsium terendah pada kontrol dengan nilai sebesar $1,08 \pm 0,03\%$; dan
2. Hasil pengujian hedonik terhadap beras analog dengan perlakuan penambahan nanokalsium dari jenis tulang ikan yang berbeda

menunjukkan beras analog disukai oleh panelis dengan karakteristik beras analog berwarna kecoklatan, aroma spesifik, rasa hambar, dan teksturnya pulen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, F., T. Estiasih, T. D. Widyaningsih, dan Harijono. 2019. Beras Tiruan Berbasis Ubi Kayu. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(1) : 11-24.
- Agusman, S. N. K. Apriani, dan Murdinah. 2014. Penggunaan Tepung Rumpun Laut *Eucheuma cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung *Modified cassava Flour (Mocaf)*. *JPB Perikanan*, 9(1) : 1-10.
- Aini, N. Q., dan Y. Wirawani. 2013. Kontribusi MP-ASI Biskuit Substitusi Tepung Garut, Kedelai, dan Ubi Jalar Kuning terhadap Kecukupan Protein, Vitamin A, Kalsium, dan Zink pada Bayi. *Journal of Nutrition Collage*, 2(4) : 458-466.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington, Virginia, USA: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Aminingsih, T., S. Y. S. Rahayu, dan Y. Yulianita. 2018. Formulation of Instant Granule Containing Nano Calcium from the Shell of Freshwater Mussels (*Anodonta woodiana*) for Autism Children. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1): 49-56.
- Anggraen, N., Y. S. Darmanto, dan P. H. Riyadi. 2016. Pemanfaatan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Beras Analog dari Berbagai Macam Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4) : 114-122.
- Astriandari, A., dan A. U. Safitri. 2013. Mouthwash Based of Nanocalcium and Nanochitosan for Dental Health Care in a Way that is Practical and Efficient. *Journal of MacroTrends in Health and Medicine*, 1(1) : 96-101.
- Astuti, P., S. Anita, dan T. A. Hanifah. 2014. Potensi Abu dari Tulang Ikan Tongkol sebagai Adsorben Ion Mangan dalam Larutan. *Jom FMIPA, Binawidya Pekanbaru*, 1(2) : 1-9.
- Boutinguiza, M., J. Pou, F. Lusquinos, R. Comesana, dan A. Riveiro. 2011. Production of Calcium Phosphate Nanoparticles by Laser Ablation in Liquid. *Physics Procedia*, 12 : 54-59.
- Edam, M. 2016. Fortifikasi Tepung Tulang Ikan terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Bakso Ikan. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(2) : 83-90.
- Ghufron, M., dan K. Kordi. 2010. A to Z Budi Daya Biota Akuatik. Lily Publisher: Yogyakarta.
- Handayani, N. A., H. Cahyono, W. Arum, I. sumantri, Purwanto, dan D. Soetrisnanto. 2017. Kajian Karakteristik Beras Analog Berbahan Dasar Tepung dan Pati Ubi Ungu (*Ipomea batatas*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1) : 23-30.
- Hanifa, R., Hintono, dan Y. B. Pramono. 2013. Kadar Protein, Kadar Kalsium, dan Kesukaan terhadap Cita Rasa Chicken Nugget Hasil Substitusi Terigu dengan Mocaf dan Penambahan tepung Tulang Rawan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(8) : 530-560.
- Hanifah, N. I. D., dan F. F. Dieny. 2016. Hubungan Total Asupan Serat, Serat Larut Air (*Soluble*), dan Serat Tidak Larut Air (*Insoluble*) dengan Kejadian Sindrom Metabolik pada Remaja Obesitas. *Journal of Nutrition College*, 5(3) : 148-155.
- Hanura, A. B., W. Trilaksana, dan P. Suptijah. 2017. Karakterisasi Nanohidroksiapatit Tulang Tuna *Thunnus* Sp sebagai Sediaan Biomaterial. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2) : 619-629.
- Herawati, H., F. Kusnandar, D. R. Adawiyah, dan S. Budijanto. 2013. Teknologi Proses Produksi Beras Tiruan Mendukung Diversifikasi Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian Bogor*. 33(3) : 87-94.
- Hernawan, E., dan V. Meylani. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah, dan Beras Hitam (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara*, dan *Oryza sativa* L. *indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 15(1) : 79-91.
- Hidayat. T., P. Suptijah, dan Nurjanah. 2013. Karakterisasi Tepung Buah Lindur (*Brugeira gymnorhiza*) sebagai Beras Analog dengan Penambahan Sagu dan Kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 16(3) : 268-277.
- Korompis, O. S., C. F. Mamujaja, dan L. C. Mandey. 2016. Karakteristik Beras Analog dari Tepung Kentang (*Solanum tuberosom* L.) Tepung Jagung (*Zea mays* L.) dan Pati Sagu Baruk (*Arenga microcarpa* Beccari). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 4(2) : 8-18.
- Kurniawati, M., S. Budijanto, dan N. D. Yuliana. 2016. Karakterisasi dan Indeks Glikemik Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Jagung. *Jurnal Gizi Pangan*, 11(3) : 169-174.
- Lekahena, V., D. N. Faridah, R. Syarief, dan R. Peranginangin. 2014. Karakterisasi Fisikokimia Nanokalsium Hasil Ekstrak Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Basa dan asam. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25(1) : 57-64.
- Litaay, D., dan J. Santoso. 2013. Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman Dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*). *Jurnal*

- Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1) : 85- 92.
- Mamuaja, C. F., dan J. C. E. Lamaega. 2015. Pembuatan Beras Analog dari Ubi Kayu, Pisang Goroho dan Sagu. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 3(2) : 8-14.
- Mishra, A., H. N. Mishra, dan P. S. Rao. 2012. Preparation of Rice Analogues using Extrusion Technology. *International Journal of Food Science and Technology*, 47 : 1789–1797.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, dan S. Budijanto. 2013. Pengembangan Beras analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24(2) : 194-200.
- Nugroho, W. P., T. Bektiyadi, Z. N. Zaeni, dan A. Mustofa. 2018. Studi Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) pada Tepung Komposit Ampas Tahu dan Ubi Kayu sebagai Beras Analog dengan Fortifikasi Kalsium. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman*, 13(2) : 65-69.
- Nurdjanah, S., F. Nurainy, dan R. D. Revialdy. 2014. Sifat Sensory dan Fungsional Beras Analog dari Campuran Onggok Terfermentasi dan Ketan Hitam. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 19(1) : 28-41.
- Prinaldi, W. V., P. Suptijah, dan Uju. 2018. Karakteristik Sifat Fisikokimia Nano-Kalsium Ekstrak Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3) : 385-395.
- Pusat Data Statistik dan Informasi. 2013. Profil Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa tengah untuk Mendukung Industrialisasi KP. Kementerian Kelautan dan Perikanan: Jakarta.
- Rasyid, M. I., N. D. Yuliana, dan S. Budijanto. 2016. Karakteristik Sensori dan Fisiko-Kimia Beras Analog Sorghum dengan Penambahan Rempah Campuran. *Agritech*, 36(4) : 394-403.
- Sari, E. M., M. Nurilmala, dan A. Abdullah. 2017. Profil Asam Amino dan Senyawa Bioaktif Kuda Laut *Hippocampus comes*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2) : 605-617.
- Santoso, A. D., Warji, D. D. Novita, dan Tamrin. 2013. Pembuatan dan Uji Karakteristik Beras Sintetis Berbahan Dasar Tepung Jagung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 2(1) : 27-34.
- Sede, V. J., C. F. Mamuaja, dan D. S. S. Djarkasi. 2015. Kajian Sifat Fisik Kimia Beras Analog Pati Sagu Baruk Modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) dengan Penambahan Tepung Komposit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(2) : 24-35.
- Sihombing, I. K., A. Siagian, dan P. Sibuea. 2016. Kajian Proses Pembuatan Beras Analog dari Tepung Komposit dan Tepung Tulang Sapi Penambahan Carboxymethylcellulose serta Uji Hedonik. *Jurnal Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi*, 1(2) : 1-9.
- Srihari, E., F. S. Lingganingrum, I. Alvina, dan S. Anastasia. 2016. Rekayasa Beras Analog Berbahan Dasar Campuran Tepung Talas, Tepung Maizena dan Ubi Jalar. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(1) : 15-19.
- Suptijah, P., A. M. Jacob, dan N. Devianti. 2012. Karakterisasi dan Bioavailabilitas Nanokalsium Cangkang Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*). *Jurnal Akuatika*, 3(1) : 63-73.
- Tiwow, V. M. A., I. W. Hafid, dan Supriadi. 2016. Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosforus (P) pada Limbah Sisik dan Sirip Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) dari Danau Lindu Sulawesi Tengah. *Jurnal Akademika Kim*, 5(4) : 159-165.
- Udding, R., B. Nohong, dan Munir. 2014. Analisis Kandungan Protein Kasar (PK) dan Serat Kasar Kombinasi Rumput Gajah (*Pannisetum purpureum*) dan Tumpi Jagung yang Terfermentasi. *Jurnal Galung Tropika*, 3(3) : 201-207.
- Yonata, D., S. Aminah, dan W. Hersoelistyorini. 2017. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2) : 82-93.
- Yuwono, S. S., dan A. A. Zulfiah. 2015. Formulasi Beras Analog Berbasis Tepung Mocaf dan Maizena dengan Penambahan Cmc dan Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4) : 1465-1472.
- Venkatesan, J., dan S. K. Kim. 2010. Effect of Temperature on Isolation and Characterization of Hydroxyapatite from Tuna (*Thunnus obesus*) Bone. *Journal Materials*, 3 : 4761-4772.
- Wahjuningsih, S. B., dan B. Kunarto. 2013. Pembuatan Tepung Mokaf dengan Penambahan Biang Fermentasi Alami untuk Beras Analog. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 11(2) : 221-230.
- Wahjuningsih, S. B. 2017. Kajian Indeks Glikemik Beras Analog Berbasis Tepung Mokaf, Tepung Garut dan Tepung Kacang Merah. *Jurnal Jitipari*, 3 : 154-160.
- Wulandari, F. K., B. E. Stiani, dan S. Susanti. 2016. Analisis Kandungan Gizi, Nilai Energi, dan Uji Organoleptik Cookies Tepung Beras dengan Substitusi Tepung Sukun. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4) : 107-156.

