

**KARAKTERISTIK NORI TIRUAN BERBAHAN BAKU *Gelidium sp.* DAN *Ulva lactuca* DENGAN PENAMBAHAN KONSENTRASI MIKROKAPSUL ASAP CAIR YANG BERBEDA**

*Characterization of nori like made from *Gelidium sp.* and *Ulva lactuca* added with different concentration microcapsules of liquid smokes*

**Abiza Winner Natanael, Fronthea Swastawati, Apri Dwi Anggo\***

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: (024) 7474698  
Email : aprianggo78@gmail.com

**ABSTRAK**

*Gelidium sp.* merupakan rumput laut dengan karakteristik fisiologi jaringan keras dan padat, sedangkan *Ulva lactuca* merupakan sumber makanan berserat yang dapat membantu proses pencernaan dalam tubuh. Kedua rumput laut tersebut, dimungkinkan untuk dibuat menjadi produk pangan mirip nori. Pemanfaatan mikrokapsul asap cair dalam pembuatan nori tiruan, diharapkan membuat karakteristik nori tiruan menjadi lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik nori tiruan berbahan baku *Gelidium sp.* dan *Ulva lactuca* yang ditambah mikrokapsul asap cair dengan konsentrasi berbeda serta mengetahui konsentrasi yang menghasilkan karakteristik nori tiruan terbaik. Bahan utama yang digunakan adalah rumput laut jenis *Gelidium sp.* dan *Ulva lactuca*, maltodekstrin, serta asap cair tempurung kelapa. Alat yang digunakan *spray dryer*, sentrifus, oven, spektrofotometer dan beberapa peralatan laboratorium lainnya. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan BNJ (Beda Nyata Jujur). Nori tiruan dibuat dari perbandingan 3: 1 antara bubur *Gelidium sp.* dan bubur *Ulva lactuca* dengan penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 0%, 2%, 4% dan 6% sebagai perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi mikrokapsul asap cair yang berbeda terhadap nori tiruan berbahan baku *Gelidium sp.* dan *Ulva lactuca* memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada kandungan asam glutamat, nilai fenol, kandungan logam berat kadmium, kadar air serta aktifitas air tetapi tidak berpengaruh nyata pada kerenyahan produk dan hedonik nori tiruan tersebut. Berdasarkan karakteristik kimiawinya, penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 6% memberikan efek yang paling banyak terhadap nori tiruan yang dihasilkan.

**Kata kunci:** asam glutamate, *Gelidium sp.*, mikrokapsul asap cair, nori, *Ulva lactuca*

**ABSTRACT**

*Gelidium sp.* has physical characteristics of hard and solid tissue, while *Ulva lactuca* is a healthy food source since it has fiber that can help the digestive process in the body. Both seaweeds, it is possible to be made into food products similar to nori or called as imitation nori. The utilization of liquid smoke microcapsules in making imitation nori, is expected to make the characteristics of imitation nori better. The purpose of this study is to find out the characteristics of artificial nori made from *Gelidium sp.* and *Ulva lactuca* which adds microcapsules of liquid smoke with different concentrations and also to know the concentration that produces the best imitation nori characteristics. The main ingredient used is *Gelidium sp.* and *Ulva lactuca*, maltodextrin, and coconut shell liquid smoke. The equipment used *spray dryer*, centrifus, oven, spectrophotometer and some other laboratory equipment. The study used a Complete Randomized Design (CRD) with three replays. The data has been analyzed with ANOVA and if there is significantly different followed by RHD (Real Honest Difference). Imitation nori made from a ratio of 3:1 *Gelidium sp.* slurry and *Ulva lactuca* slurry with the addition of liquid smoke microcapsules concentrations of 0%, 2%, 4% and 6% as treatment. The results showed that the addition of different concentrations of liquid smoke microcapsules to imitation nori had a significant different ( $P < 0.05$ ) on glutamic acid content, phenol value, cadmium content, moisture content and water activity but had no significant different effect on the product's crispiness and hedonics. Based on its chemical characteristics, the addition of liquid smoke microcapsules concentration of 6% gives the most effect to the resulting imitation nori.

**Keywords:** *Gelidium sp.*, glutamic acid, liquid smoke microcapsules, nori, *Ulva lactuca*

## **PENDAHULUAN**

Rumput laut atau lebih dikenal dengan sebutan *seaweed* merupakan sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2014), Indonesia merupakan negara produsen rumput laut terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok. Menurut Theagrnews.com (2021), data dari laporan FAO tahun 2015 yang diterbitkan tahun 2018, urutan pertama ditempati China dengan total produksi 13.924.535 ton, kemudian Indonesia menghasilkan rumput laut sebesar 11.269.341 ton.

Tingginya hasil rumput laut dari perairan Indonesia, membutuhkan pemanfaatan untuk mendapatkan nilai lebih dari rumput laut tersebut diantaranya adalah dengan membuat produk yang mirip dengan nori dari Jepang. Nori atau rumput laut merupakan bahan makanan khas Jepang yang sering digunakan untuk membuat *onigiri* dan *sushi*. Nori merupakan produk pangan fungsional berupa lembaran tipis yang dikeringkan dan disajikan sebagai hiasan pangan, penyedap makanan, lauk/pauk dan makanan ringan. Di Jepang, nori adalah produk dari rumput laut jenis *Pyropia yezoensis* dan *Pyropia tenera* (Rahmalia, 2019). Rasa yang lezat dan gurih juga memiliki segudang manfaat baik untuk kesehatan, membuat nori banyak diminati oleh konsumen termasuk di Indonesia.

Rumput laut dari perairan Indonesia yang mempunyai peluang untuk dibuat menjadi nori tiruan dari Jepang adalah *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca*. *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* merupakan jenis rumput laut lokal yang tumbuh secara alami dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Erniati *et al.*, (2018) penggunaan dua jenis rumput laut yang berbeda pada pembuatan produk *geluring* bertujuan untuk mendapatkan bentuk lembaran kering dengan tekstur yang dapat diterima. *Gelidium* sp. merupakan jenis rumput laut merah yang mengandung agar, dapat berfungsi sebagai pembentuk gel sehingga memudahkan membentuk lembaran, sedangkan penambahan *Ulva lactuca* dapat memberikan tekstur renyah, meningkatkan warna dan menambah kandungan serat. Selain itu proses pengolahan produk *geluring* dari rumput laut dapat menurunkan residu logam berat.

Pemanfaatan *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* menjadi produk pangan fungsional berupa nori tiruan memerlukan tambahan bahan alami sebagai *flavouring agent*. Salah satu bahan tambahan alami yang dapat digunakan adalah asap cair (*liquid smoke*). Komponen senyawa fenol dan karbonil dalam asap cair diduga dapat memberikan sensasi *flavour* khas pada produk nori tiruan. Menurut Ayudiarti dan Sari (2010) asap cair memiliki komponen utama yaitu asam, derivat fenol dan karbonil yang berperan sebagai pemberi rasa serta aroma asap (*flavour smoky*), pembentuk warna, antibakteri dan antioksidan. Keunggulan lain

penggunaan asap cair menurut Siagian *et al.*, (2014) antara lain biaya lebih terjangkau, *flavour* produk lebih seragam, *flavour* lebih intensif serta konsentrasinya dapat diatur.

Asap cair mudah mengalami penurunan kualitas karena oksidasi, hal ini mengakibatkan degradasi fenol secara kualitas dan kuantitas (Novianty, 2013), sehingga diperlukan untuk mempertahankan senyawa kimia asap cair dari kerusakan selama penyimpanan dengan membuat menjadi tepung asap dengan metode nanoenkapsulasi (Ali *et al.*, 2014).

Enkapsulasi adalah suatu teknik untuk melapisi atau menyalut suatu bahan aktif dengan lapisan dinding polimer sehingga menghasilkan partikel kecil berukuran mikro ataupun nano. Enkapsulasi dengan proses *spray dryer* paling umum dilakukan karena biaya proses murah, proses pengeringan yang cepat, menghasilkan partikel kering yang berkualitas baik, dan mudah untuk *scale-up* (Yunilawati *et al.*, 2018). Metode *spray drying* dapat mengeringkan bahan berbentuk cairan kental atau pasta dengan menggunakan udara panas. Suhu pengeringan dan kecepatan udara dapat diatur sehingga dapat dioperasikan secara kontinyu untuk mencapai kapasitas tertentu. Pengeringan semprot (*spray drying*) cocok digunakan untuk pengeringan bahan cair, cairan kental atau pasta, akan dikeringkan melalui *nozzle* dan udara panas ruang pengering sehingga dalam hitungan detik meninggalkan bagian padatan produk dalam bentuk tepung (Maulina *et al.*, 2013).

Mikrokapsul asap cair dapat diterapkan pada produk pangan sebagai *flavouring agent* seperti pada produk *sponge cake* (Maryam, 2015), begitu juga dengan Fouk *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa mikroenkapsulasi asap cair cukup efektifitas digunakan sebagai *flavouring agent* pada bakso. Pada penelitian ini, pemanfaatan enkapsulasi asap cair akan diterapkan pada produk nori tiruan untuk memberikan cita rasa khas serta menghilangkan aroma lain yang tidak dikehendaki. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik nori tiruan yang dihasilkan dari rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* dengan penambahan mikrokapsul asap cair pada konsentrasi yang berbeda serta mengetahui konsentrasi yang menghasilkan karakteristik nori tiruan terbaik.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* dari Yogyakarta, Indonesia, asap cair dari PT Asap Cair Multiguna, Indonesia, maltodekstrin dari PT Multi Kimia raya, Indonesia. Beberapa alat yang digunakan diantaranya *spray dryer* model Labplant, UK, sentrifius, spektrofotometer dari Shimadzu, Japan, timbangan analitik Ohaus, China, *vortex* dari Maxi Mix II, Canada dan oven Binder, Germany.

### **Pembuatan Mikrokapsul Asap Cair**

Pembuatan mikrokapsul asap cair menggunakan

metode dari A-sun *et al.*, (2016). Sebanyak 3000 ml asap cair redestilasi tempurung kelapa ditambahkan 20% maltodekstrin kemudian diaduk hingga homogen. Maltodekstrin berfungsi untuk melindungi senyawa yang diekapsulasi dari oksidasi. Tahap akhir enkapsulasi dilakukan *spray drying* dengan suhu 60-70°C untuk mendapatkan mikrokapsul asap cair.

#### **Pengolahan Nori Tiruan**

Proses pengolahan mengacu pada penelitian Erniati *et al.*, (2016) dengan modifikasi pada pemanfaatan enkapsulan asap cair. *Ulva lactuca* direndam dengan air perbandingan 1:2 selama 6 jam. Dengan perbandingan air yang sama, *Gelidium* sp. direndam selama 24 jam. Rumput laut ditiriskan dan direndam dengan larutan cuka 2% selama 30 menit lalu ditiris kembali. *Gelidium* sp. direbus dalam air dengan perbandingan 1:9 selama 60 menit pada suhu 90-100°C, kemudian *diblender* sampai hancur. *Ulva lactuca* dipotong kecil dan *diblender* dengan air perbandingan 1:1, sehingga diperoleh hancuran rumput laut. Hancuran *Ulva lactuca* ditambahkan air (perbandingan 1:1) dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 90-100°C menggunakan *waterbath*. *Gelidium* sp. tidak ditambah air juga dipanaskan pada suhu 90-100°C selama 1 jam sehingga diperoleh dua jenis bubur rumput laut.

Bubur *Gelidium* sp dan bubur *Ulva lactuca* dicampur dengan perbandingan 3:1 dan didinginkan sampai suhu  $\pm 40^\circ\text{C}$ . Bubur rumput laut kemudian ditambahkan mikrokapsul asap cair tempurung kelapa sebagai perlakuan dalam penelitian ini. Mikrokapsul yang ditambahkan sebanyak 2%, 4% dan 6% dari berat total bubur serta 0% sebagai kontrol. Tahap akhir, bubur dicetak tipis pada loyang teflon dengan menuangkan campuran bubur sebanyak 0,3 g/cm<sup>2</sup> luas area cetakan kemudian dikeringkan pada suhu 70 °C selama 12 jam.

#### **Pengujian Asam Glutamat (Apriyantono *et al.*, 1989)**

Sampel sebanyak 5 g dilarutkan ke dalam aquades sampai dengan 250 ml kemudian disaring/disentrifus. Hasil sentrifus diambil sebanyak 1 ml sampel dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel ditambahkan dengan 2 ml larutan ninhidrin dalam etil solusol dan dipanaskan dengan *waterbath* selama 20 menit. Ninhidrin akan bereaksi dengan asam glutamat dan membentuk warna ungu. Sampel diencerkan lagi dengan etanol 50% hingga 10 ml dan digunakan sebanyak 7 ml kemudian divortex. Cairan sampel diukur menggunakan *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 520 nm.

#### **Pengujian Fenol (Ali *et al.*, 2014)**

Sebanyak 1 ml atau 1 g sampel ditimbang dan diencerkan menjadi 25 ml, diambil 1 ml dan diencerkan kembali menjadi 10 ml (faktor pengencer = 250x), diambil 2,5 ml diencerkan kembali menjadi 10 ml (faktor pengencer = 1000x). 1 ml hasil

pengenceran terakhir dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 1 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pekat dan dibiarkan selama 10 menit pada suhu ruang. Selanjutnya ditambahkan 0,5 ml reagen folin-ciocalteu dan 7,5 ml aquades, dihomogenkan dengan *vortex* kemudian dibiarkan selama 30 menit pada suhu ruang. Sampel tersebut diukur pada panjang gelombang 770 nm.

#### **Logam Berat Kadmium (Warni *et al.*, 2017)**

Pengujian logam berat dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam beaker teflon secara merata agar mengalami proses pengeringan sempurna didalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Sampel yang telah kering ditumbuk sampai halus dan diayak dengan ayakan 150 µm, lalu ditimbang sebanyak 0,4 g, kemudian dimasukkan kedalam vesser di tambahkan HNO<sub>3</sub> 9 ml dan HF 3 ml. Sampel dipanaskan dalam *microwave sample* pada suhu 180°C dengan tekanan 30 bar selama 25 menit sampai semua sedimen larut. Sampel didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas *whatman* ke dalam labu ukur 50 ml, di tambahkan asam borak jenuh 3 ml dan aquabides hingga tanda batas 50 ml. kemudian diukur dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) menggunakan nyala udara asitilen. Secara berturut-turut larutan baku dianalisis menggunakan AAS, hasil pengukuran serapan atom akan dicatat kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan contoh.

#### **Kadar Air (AOAC, 2005)**

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

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

#### **Aktivitas Air (Lindriati dan Maryanto, 2016)**

Sebanyak 1 g sample (*flake* yang telah dipotong dengan ukuran  $\pm 9 \text{ mm}^2$ ) dimasukkan dalam 4 cawan *conway* yang telah diisi dengan larutan garam jenuh NaOH(H<sub>2</sub>O), MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, NaBr.2H<sub>2</sub>O dan KCl. Pengamatan dilakukan dengan menimbang sampel yang disimpan pada 4 cawan *conway* selama 2, 4 dan 6 jam. Nilai aktivitas air sampel dapat diketahui dengan membuat grafik interpolasi antara perubahan berat sampel dengan nilai *a<sub>w</sub>* masing-masing garam jenuh. Perpotongan antara grafik dari tiga variasi waktu yaitu 2, 4 dan 6 jam merupakan nilai aktivitas air dari sampel.

### Nilai Kerenyahan (Rosenthal, 2010)

Pengukuran kerenyahan menggunakan peralatan TA-TX Texture analyzer. Pengukuran dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada bahan sehingga menghasilkan suatu kurva yang menunjukkan profil tekstur bahan. Kerenyahan dinyatakan dari maksimum gaya (nilai puncak) pada tekanan atau kompresi pertama dengan satuan *g force* (gf). Nilai gaya yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar nilainya, maka semakin kecil tingkat kerenyahan tekstur.

### Pengujian Hedonik

Pengujian hedonik diberikan kepada 30 orang panelis tidak terlatih untuk dinilai. Hasil penilaian dinyatakan dalam skala hedonik yang dimulai dari nilai 1 (tidak suka), 2 (agak tidak suka), 3 (biasa atau agak suka), 4 (suka) dan 5 (sangat suka). Setiap panelis diberi lembar daftar penilaian yang diisi sesuai dengan hasil penilaian (Salampessy dan Siregar, 2012).

### Analisis Data

Penelitian dengan skala *experimental laboratoris* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor perlakuan yaitu perbedaan kadar mikrokapsul asap cair dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Data parametrik dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan jika terjadi beda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Untuk data non-parametrik dari hasil uji hedonik dianalisa menggunakan dengan uji *Kruskal-Wallis* dan uji lanjut *Mann Whitney*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Asam Glutamat

Hasil pengujian asam glutamat pada nori tiruan yang dihasilkan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji asam glutamat pada nori tiruan

Perlakuan	Asam Glutamat (%)
0%	0,42 ± 0,00 <sup>a</sup>
2%	0,54 ± 0,00 <sup>b</sup>
4%	0,62 ± 0,02 <sup>c</sup>
6%	0,64 ± 0,01 <sup>c</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Data dari tabel 1 menunjukkan bahwa dibandingkan dengan kontrol, nori tiruan yang diberikan asap cair mengalami peningkatan kandungan asam glutamatnya. Nilai asam glutamat berkisar dari 0,42-0,64% dengan hasil statistik yang menunjukkan beda nyata antara kontrol dan perlakuan. Pada perlakuan pemberian asap cair 4%

dengan 6%, terlihat hasilnya tidak menunjukkan beda nyata. Nilai asam glutamat mengalami peningkatan seiring dengan penambahan mikrokapsul asap cair yang diberikan. Hal ini disebabkan karena mikrokapsul asap cair yang mengandung asam menghidrolisa protein yang terdapat di bahan baku sehingga terjadinya pembentukan asam glutamat (Swastawati *et al.*, 2019). Selain dari bahan utama rumput laut, penambahan asap cair memberi peran untuk peningkatan kandungan asam glutamat (Ramadayanti *et al.*, 2019).

Pembentukan asam glutamat pada nori tiruan diantaranya disebabkan seperti yang disampaikan oleh Meiyani *et al.*, (2014) bahwa protein terhidrolisis dengan asam sehingga glutamin terjadi deaminasi dan membentuk glutamat. Asam yang dimaksud, diperoleh dari asap (Swastawati *et al.*, 2019). Asam glutamat terdiri dari 2 gugus karboksil, 1 gugus amino, gugus hidroksi, dan rantai cabang. Menurut Swastawati *et al.* (2016) asam glutamat memberikan rasa *umami* pada makanan. Rasa *umami* yang terdapat pada makanan termasuk *seafood* dikarenakan adanya kombinasi glisin, alanin, arginin, MSG (*Monosodium Glutamat*), dan garam.

### Kadar Fenol

Hasil pengujian kandungan fenol nori tiruan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa kadar fenol nori tiruan

Perlakuan	Fenol (%)
0%	0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>
2%	0,08 ± 0,01 <sup>b</sup>
4%	0,09 ± 0,01 <sup>c</sup>
6%	0,10 ± 0,02 <sup>d</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata ± standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai fenol berkisar antara 0,06 – 0,10%. Hasil uji statistik membuktikan bahwa terjadi perbedaan nyata antara kontrol dengan masing-masing perlakuan. Penambahan mikrokapsul asap cair ke dalam produk nori membuat kadar fenol mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan Riyadi dan Utami (2009) dalam penelitiannya mengenai potensi asap cair tempurung kelapa yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair yang ditambahkan, kadar fenol dalam bahan juga semakin tinggi.

Pemberian asap cair dalam bentuk mikrokapsul, kemungkinan juga memberikan efek terhadap efektifitas penyerapan fenol kedalam bahan. Seperti yang disampaikan oleh Ali *et al.*, (2014) yang menjelaskan bahwa teknik enkapsulasi dikembangkan untuk dapat mengatasi masalah daya serap dan kestabilan komponen senyawa kimia. Dari pernyataan tersebut, ada kemungkinan bahwa pemberian mikrokapsul akan lebih efektif terhadap kandungan

fenol apabila ditambahkan dalam bahan, dibandingkan dengan asap cair biasa.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa dalam nori tiruan dari rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca*, mengandung fenol alami dalam bahan karena tidak ditambahkan asap cair. Komponen fenol pada rumput laut dapat bermanfaat sebagai antioksidan alami (Marjoni *et al.*, 2015; Lestari *et al.*, 2018). Wicaksono *et al.*, (2014) menyatakan bahwa kandungan fenol yang terdapat pada produk asap dapat mempengaruhi kenampakan, bau, rasa, dan daya awet. Intensitas senyawa fenol yang masuk kedalam produk mempengaruhi aroma dan rasa yang dihasilkan.

#### Kandungan Logam Berat Kadmium

Hasil pengujian logam berat kadmium (Cd) nori tiruan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa logam berat Kadmium nori tiruan

Perlakuan	Kadmium (ppm)
0%	1,04 ± 0,01 <sup>d</sup>
2%	0,67 ± 0,01 <sup>c</sup>
4%	0,61 ± 0,01 <sup>b</sup>
6%	0,32 ± 0,02 <sup>a</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata ± standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Dari tabel diatas terlihat bahwa kandungan logam berat yang terdapat di produk nori tiruan berkisar antara 0,32 – 1,04 ppm. Data menunjukkan bahwa kandungan logam berat terendah terdapat pada penambahan mikrokapsul asap cair 6% dan tertinggi pada kontrol yang tidak diberikan asap cair. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan berbeda nyata antara perlakuan dengan kontrol. Asap cair mempengaruhi daya kelasi terhadap logam berat yang ada dalam produk, seperti yang disampaikan oleh A'yuni *et al.*, (2017). Menurut Hartati *et al.*, (2015), kelasi adalah reaksi keseimbangan antara ion logam dengan agen pengikat (pengkhelat) yang dicirikan dengan terbentuknya lebih dari satu ikatan antara logam tersebut dengan molekul agen pengkhelat dan menyebabkan terbentuknya struktur cincin yang mengelilingi logam tersebut.

Berdasarkan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia nomor 23 tahun 2017 tentang cemaran logam berat, batas maksimum cemaran logam berat Cd dalam olahan produk perikanan adalah 0,1 ppm. Nori tiruan dari rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca*, dengan penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 6% merupakan nori dengan kandungan Kadmium terbaik, yaitu 0,32 ppm. Namun nilai tersebut masih melebihi ambang batas yang ditetapkan. Tingginya

kadar Kadmium dalam produk nori tiruan, kemungkinan disebabkan dari faktor lingkungan perairan tempat rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* dibudidayakan. Hal ini terlihat dari kadar Kadmium kontrol bahwa nilainya mencapai 1,04 ppm tanpa diberikan bahan *chelating agent* seperti asap cair.

#### Kadar Air

Hasil pengujian kadar air nori tiruan dalam penelitian ini, tersaji seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisa kadar air pada nori tiruan

Perlakuan	Kadar Air (%)
0%	13,40 ± 0,26 <sup>d</sup>
2%	11,55 ± 0,17 <sup>c</sup>
4%	11,14 ± 0,12 <sup>b</sup>
6%	10,46 ± 0,06 <sup>a</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata ± standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Data pada tabel 4 menunjukkan bahwa kisaran kadar air yang dihasilkan dari nori tiruan berkisar 10,46- 13,40%. Hasil statistik menunjukkan bahwa terjadi perbedaan antara kontrol dengan masing-masing perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan mikrokapsul asap cair memberikan peran yang besar terhadap kadar air bahan. Tabel menunjukkan bahwa penurunan nilai kadar air disebabkan oleh prosentase mikrokapsul asap cair yang menyerap ke dalam adonan bubur rumput laut. Bahtiar *et al.*, (2014) menyampaikan pemberian asap cair dengan konsentrasi yang berbeda menyebabkan daya ikat air menjadi menurun sehingga semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka semakin rendah kadar air bahan.

Kadar air nori tiruan ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kadar air nori komersial hasil penelitian dari Lalopua (2018). Lalopua (2018) menyampaikan bahwa nori komersial yang beredar dipasaran berasal dari rumput laut *Porphyra* sp dan mempunyai kadar air sebesar 16,09%. Selain faktor penambahan asap cair, proses pengeringan juga bisa memberikan perbedaan terhadap kadar air bahan.

Kadar air merupakan faktor penting dalam penyimpanan produk pangan, terutama produk olahan karena dapat menentukan daya awet bahan pangan. Hal ini berkaitan dengan sifat air yang dapat mempengaruhi sifat fisik, perubahan kimia, perubahan mikrobiologi dan perubahan enzimatis (Hariyani, 2018). Selain kadar air, kandungan asam pada asap cair juga sangat efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan selama penyimpanan, yaitu dengan cara senyawa asam ini menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme menjadi lisis kemudian mati.

### Aktivitas Air

Hasil pengujian aktivitas air nori tiruan dari rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca*, seperti tersaji pada Tabel 5. Data dalam tabel menunjukkan bahwa nilai aktivitas air antara kontrol dengan perlakuan berbeda nyata hanya pada perlakuan penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 6%. Aktivitas air nori tiruan masih berkisar antara 0,61 – 0,64. Pada nilai  $a_w$  seperti itu, beberapa jenis mikroorganisme masih bisa tumbuh terutama kapang walaupun dalam kondisi minim. Belitz *et al.*, (2009), menyampaikan bahwa mikroorganisme mempunyai  $a_w$  minimum agar dapat tumbuh dengan baik, seperti bakteri pada  $a_w$  0,90 ; khamir pada  $a_w$  0,8 – 0,9 ; kapang pada  $a_w$  0,6 – 0,7. Menurut Sinurat dan Murniyati (2014), aktivitas air minimum untuk pertumbuhan bakteri dan kapang adalah 0,7 sehingga untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, sebagian air dalam bahan harus dihilangkan dengan beberapa cara seperti pengeringan atau bisa ditambahkan bahan *additive* lain.

Tabel 5. Hasil analisa aktivitas air pada nori tiruan

Perlakuan	Aktivitas Air ( $a_w$ )
0%	0,64 ± 0,00 <sup>b</sup>
2%	0,63 ± 0,01 <sup>b</sup>
4%	0,63 ± 0,01 <sup>b</sup>
6%	0,61 ± 0,01 <sup>a</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata ± standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Aktivitas air ( $a_w$ ) merupakan parameter yang menunjukkan besarnya air bebas dalam suatu produk, yang memungkinkan bagi mikroorganisme untuk hidup. Secara umum variasi suhu dan lama pengeringan menunjukkan pengaruh nyata terhadap aktivitas air (Leviana dan Paramita, 2017). Data dari tabel 5 menunjukkan bahwa aktivitas air dapat dikurangi dengan memperpanjang waktu pengeringan atau dengan meningkatkan kandungan asap cairnya, sehingga nori tiruan bisa mempunyai daya awet yang lebih lama.

### Nilai Kerenyahan

Hasil pengujian kerenyahan terhadap nori tiruan hasil penelitian seperti tersaji pada Tabel 6. Data dalam tabel menunjukkan bahwa nilai kerenyahan pada penelitian ini berkisar antara 359,15 – 572,29 gf dan secara statistik terlihat bahwa dari kesemua perlakuan tidak terjadi perbedaan nyata dengan kontrol.

Kerenyahan pada nori dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: komposisi bahan, metode penyimpanan, umur simpan, dan faktor-faktor lainnya. Selain pengaruh kadar air, hal yang dapat mempengaruhi tingkat kerenyahan adalah aktivitas air. Menurut Harahap *et al.*, (2018)

kerenyahan dipengaruhi oleh perbedaan kandungan dan ukuran bahan. Selain itu usia panen nori turut mempengaruhi kerenyahan. Semakin lama umur panen maka kerenyahan semakin meningkat. Penurunan nilai kerenyahan berhubungan dengan kadar airnya.

Tabel 6. Hasil analisa kerenyahan nori tiruan.

Perlakuan	Kerenyahan (gf)
0%	517,86 ± 178,77 <sup>a</sup>
2%	572,29 ± 144,08 <sup>a</sup>
4%	423,62 ± 89,44 <sup>a</sup>
6%	359,15 ± 37,26 <sup>a</sup>

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata ± standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Menurut *Ministry of Education, Culture, sports, Science and Technology Japan* (2015) nori komersial memiliki tingkat kerenyahan 408 gf (g force). Nori tiruan berbahan baku *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca* dengan penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 4% memiliki nilai kerenyahan paling mirip dengan nori komersial, yaitu sebesar 423,62 gf. Walaupun demikian, nilai yang dihasilkan dari semua perlakuan penelitian ini tidak berbeda nyata, sehingga bisa diartikan bahwa produk nori yang dihasilkan mempunyai nilai yang sama dengan nori komersial.

### Uji Hedonik

Hasil uji subyektif panelis terhadap nori tiruan yang dihasilkan dari penelitian ini tersaji seperti dalam tabel 7. Secara rerata, nilai kesukaan yang dihasilkan berada pada kisaran nilai 3,61- 4,18 dari skala 1 sampai 5, yang berarti para panelis menilai dari biasa atau agak suka (3) sampai ke suka (4). Hasil uji statistik, dari semua perlakuan tidak terjadi perbedaan nyata yang dihasilkan baik dari parameter kenampakan, aroma, rasa dan tekstur. Hal ini menunjukkan bahwa nori tiruan yang dihasilkan mempunyai sifat hedonik yang mirip.

### Kenampakan

Kenampakan lembaran nori tiruan secara visual memiliki berwarna hijau mengkilap di satu sisi dan berwarna hijau gelap pada sisi lainnya. Warna nori tiruan ini mirip dengan warna nori komersial, seperti yang dilaporkan oleh Lalopua (2018) bahwa nori komersial yang beredar dipasaran berwarna hijau kehitaman dengan kadar air sebesar 16,09%. Lalopua (2017) menjelaskan bahwa nori yang berkualitas tinggi biasanya berwarna hitam kehijauan, sedangkan nori berkualitas rendah berwarna hijau hingga hijau muda. Nori sediaannya berupa lembaran rumput laut yang dikeringkan. Bahan baku *Ulva lactuca* berwarna hijau pekat, sedangkan *Gelidium* sp. berwarna cokelat. Hal tersebut yang diduga menyebabkan kenampakan nori menjadi hijau gelap.

Tabel 7. Hasil uji hedonik nori tiruan dari rumput laut *Gelidium sp.* dan *Ulva lactuca*.

Perlakuan	Parameter				
	Kenampakan	Aroma	Tekstur	Rasa	Selang Kepercayaan
0%	4,17±0,64 <sup>a</sup>	3,23±0,72 <sup>a</sup>	4,33±0,71 <sup>a</sup>	2,97±0,66 <sup>a</sup>	3,61 < $\mu$ < 3,75
2%	4,13±0,68 <sup>a</sup>	3,67±0,54 <sup>a</sup>	4,43±0,62 <sup>a</sup>	2,97±0,61 <sup>a</sup>	3,79 < $\mu$ < 3,81
4%	4,33±0,71 <sup>a</sup>	3,50±0,57 <sup>a</sup>	4,43±0,67 <sup>a</sup>	3,23±0,62 <sup>a</sup>	3,69 < $\mu$ < 4,10
6%	4,00±0,78 <sup>a</sup>	4,03±0,71 <sup>a</sup>	4,06±0,69 <sup>a</sup>	3,00±0,74 <sup>a</sup>	3,63 < $\mu$ < 4,18

Keterangan:

- Data merupakan hasil dari rata-rata  $\pm$  standar deviasi dengan tiga kali ulangan
- Data yang diikuti dengan notasi huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Menurut Agusman *et al.*, (2014), parameter warna merupakan salah satu atribut penting hal tersebut karena warna menentukan faktor penerimaan pangan oleh konsumen. Secara statistik, data pada tabel 6 menunjukkan bahwa warna yang dihasilkan dari nori tiruan tidak berbeda nyata antar perlakuan yang diberikan.

#### **Aroma**

Pemberian mikrokapsul asap cair pada produk nori tiruan, memberikan aroma khas asap. Tetapi dengan konsentrasi yang diberikan antara 2%-6%, ternyata belum bisa membuat panelis memberikan nilai berbeda nyata. Data dalam tabel 6 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada aroma yang dihasilkan oleh nori tiruan yang tidak diberikan mikrokapsul asap cair dengan yang diberikan mikrokapsul asap cair. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan fenol yang terhitung kecil yang terdapat pada produk nori tiruan seperti pada Tabel 2 sehingga tidak menjalankan peranannya sebagai agen *flavor* asap. Ada kemungkinan juga disebabkan oleh oven yang sama yang digunakan untuk pengeringan semua perlakuan, sehingga membuat rancu nilai aroma yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan.

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Fachrariah *et al.*, (2009) menjelaskan bahwa fenol dalam hubungannya dengan sifat sensoris mempunyai bau tajam menyengat. Meskipun senyawa fenol memegang peranan penting dalam *flavor* asap, namun diperlukan senyawa lain seperti karbonil dan laktone agar *flavor* karakteristik asap dapat muncul.

#### **Tekstur**

Tekstur nori tiruan yang diperoleh yaitu padat dan kering. Dari score 1 sampai 5, nilai tekstur ada pada kisaran 4,06-4,33. Dari Tabel 7 terlihat bahwa dari semua perlakuan terlihat tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan, juga dengan kontrol. Hal tersebut diduga dipengaruhi pengeringan pada suhu 70°C selama 12 jam yang menyebabkan penurunan kadar air dan aktivitas air. Menurut Midayanto dan Yuwono (2014), tekstur merupakan ciri dari bahan karena perpaduan berbagai sifat fisik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah, dan unsur-unsur pembentuk suatu bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa.

Nori tiruan hasil penelitian ini memiliki tekstur yang rapat tanpa ada keretakan, mirip seperti nori komersial. Perbandingan nori tiruan hasil penelitian ini dengan nori komersial yaitu karakteristik sama-sama hijau kegelapan dan berkilau. Tekstur nori komersial adalah kasar, elastis serta menyerupai kertas.

#### **Rasa**

Rasa yang dihasilkan dari nori tiruan yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak berbeda nyata antar masing-masing perlakuan. Berdasarkan hasil uji hedonik pada parameter rasa diperoleh hasil rasa nori yang sama yaitu hambar (*plain*). Hal tersebut karena tidak ada penambahan penyedap rasa pada adonan. Rasa yang dihasilkan lebih dominan rasa khas rumput laut sebagai bahan utama pembuatan nori. Rendahnya kadar asam glutamat pada nori turut berperan dalam rasa hambar yang terdapat pada nori Menurut Tanaka *et al.*, (2016) hasil penelitian yang menguji kandungan asam-asam amino pada Nori grade A produk Jepang, didapatkan kandungan asam amino glutamat yang terkandung sebesar 2,18%. Hal ini yang menyebabkan nori kaya akan rasa *umami* dibanding grade yang lain. Dalam penelitian ini, kandungan asam glutamat yang dihasilkan masih rendah yaitu 0,42-0,64 % (Tabel 1), sehingga nori tiruan yang dihasilkan masih kurang *tasty* apabila dibandingkan dengan nori komersial.

### **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah penambahan konsentrasi mikrokapsul asap cair yang berbeda terhadap nori tiruan berbahan baku *Gelidium sp.* dan *Ulva lactuca* memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada kandungan asam glutamat, nilai fenol, kandungan logam berat kadmium, kadar air serta aktifitas air. Penambahan mikrokapsul asap cair dalam nori tiruan tidak berpengaruh nyata pada tingkat kerenyahan dan hedonik nori tiruan tersebut. Berdasarkan karakteristik kimiawinya, maka penambahan mikrokapsul asap cair konsentrasi 6% memberikan efek yang paling banyak terhadap nori tiruan yang dihasilkan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agusman, Apriani, S. N. K dan Murdinah. 2014. Penggunaan tepung rumput laut *Euचेuma cottonii* pada pembuatan beras analog dari

- tepung modified cassava flour (MOCAF). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 9 (1): 1-10.
- Ali, D. Y., Darmadji, P dan Y. Pranoto. 2014. Optimasi nanoenkapsulasi asap cair tempurung kelapa dengan *Response Methodology* dan karakteristik nanokapsul. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25(1).
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., Serdawati dan Budiyo, S. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- A-sun, K., Thumthanaruk, B., Lekhavata, S dan Jumnonpon, R. 2016. Effect of spray drying conditions on physical characteristics of coconut sugar powder. *International Food Research Journal*, 23(3): 1315-1319.
- Ayudarti, D. L dan Sari, R. N. 2010. Asap cair dan aplikasinya pada produk perikanan. *Squalen*, 5(3): 101-108.
- A'yuni, N. R. L, Darmadji, P dan Pranoto, Y. 2017. Asap cair kayu sengon sebagai chelating agents logam timbal (Pb) pada model menggunakan biji kedelai (*Glycine max*). *Planta Tropika: Jurnal Agrosains*, 5(1): 42-51.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia. 2017. Jakarta
- Bahtiar., Abustam, E dan Kiramang, K. 2014. Pengaruh konsentrasi asap cair dan lama penyimpanan terhadap daya ikat air dan daya putus daging. *Jurnal Ilmu-Imu Peternakan*, 1(3): 191-200.
- Belitz, H.D., Grosch, W dan Schieberle, P. 2009. Food Chemistry. 4th revised and extended edition. *Annual Review Biochemistry*, 79:655-681.
- Erniati., Zakaria, F. R., Prangdimurti, E dan Adawiyah, D. R. 2016. Penurunan logam berat dan pigmen pada pengolahan *geluring* rumput laut *Gelidium* sp. dan *Ulva lactuca*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2): 266-275.
- Fachraniah., Fona, Z dan Rahmi, Z. 2009. Peningkatan kualitas asap cair dengan distilasi. *Jurnal Reaksi*, 7(14): 1-11.
- Fouk, P., Anggraini, S. P. A dan Yuniningsih, S. 2020. Efektifitas aplikasi tepung asap pada bakso dengan sistem pengawetan mikroenkapsulasi asap cair. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur*.
- Harahap, S. E., Purwanto, Y. A., Budijanto, S dan Maharijaya, A. 2018. Karakterisasi kerenyahan dan kekerasan beberapa genotipe kentang (*Solanum tuberosum L.*) hasil pemuliaan. *Jurnal Pangan*, 26(3).
- Hartati, S., Darmadji, P dan Pranoto, Y. 2015. Penggunaan asap cair tempurung kelapa untuk menurunkan kadar timbal (Pb) pada biji kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Agritech*, 35(3): 331-339.
- Hariyani N. 2018. *Kerupuk Lemi Bebas Boraks. Kajian dari Dosis Natrium Tripolyphosphat Yang Berbeda*. Laporan Hasil Penelitian Mandiri. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya. 55 pp.
- <https://theagrinenews.com/4-negara-terbesar-dunia-penghasil-rumput-laut>. Diakses 22 mei 2021
- Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. 2014. Statistik Ekspor Hasil Perikanan Menurut Komoditi, Provinsi dan Pelabuhan Asal Ekspor. Jakarta.
- Lalopua, V. M. 2018. Karakteristik fisik kimia nori rumput laut merah *Hypnea saidana* menggunakan metode pembuatan berbeda dengan penjemuran matahari. *Jurnal Biam*, 14(1): 28-36.
- Lalopua, V. M. N. 2017. Pemanfaatan dan karakteristik nori tiruan menggunakan bahan baku alga *Hypnea saidana* dan *Ulva conglubata* dari Perairan Maluku. *Jurnal Biam*, 13(2): 33-40.
- Lestari, D. M., Mahmudati, N., Sukarsono., Nurwidodo dan Husamah. 2018. Aktivitas antioksidan ekstrak fenol daun gayam (*Inocarpus fagiferus* Fosb). *Biosfera*, 35(1): 37-43.
- Leviana, W dan Paramita, V. 2017. Pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air dalam bahan pada kunyit (*Curcuma Longa*) dengan alat pengering *electrical oven*. *METANA*, 13(2): 37-44.
- Lindriati, T dan Maryanto. 2016. Aktivitas air, kurva sorpsi *isothermis* serta perkiraan umur simpan *flake* ubi kayu dengan variasi penambahan koro pedang. *Jurnal Agroteknologi*, 10(2): 129-136.
- Maryam. 2015. Applications of liquid smoke powder as flavor and food preservative (case study : sponge cake). *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 5(2):135-138.
- Marjoni, M. R., Afrinaldi dan Novita, A. D. 2015. Kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak air daun kersen (*Muntingia calabura L.*). *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 23(3): 187-196.
- Maulina, T. M., Swastawati, F dan Romadhon. 2014. Pengaruh pengasapan dengan variasi konsentrasi *liquid smoke* tempurung kelapa yang berbeda terhadap kualitas ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk) asap. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4): 127-132.
- Meiyani, D. N. A. T., Riyadi, P. H dan Anggo, A. D. 2014. Pemanfaatan air rebusan kepala udang putih (*Penaeus Merquiensis*) sebagai *Flavor* dalam bentuk bubuk dengan penambahan

- maltodekstrin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(2): 67-74.
- Midayanto, D. dan Yuwono, S. S. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam standar nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4): 259-267.
- Ministry of Education, Culture, sports, Science and Technology. (MEXT). 2015. *Standard tables of food composition in Japan*. Seventh Revised Edition. Tokyo (JPN).
- Negara, J. K., Sio, A. K., Rifhkan., Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Wihansah, R. R. S dan Yusuf, M. 2016. Aspek mikrobiologi serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4 (2): 286-290.
- Novianty H, 2013. Karakterisasi mikrokapsul asap cair tempurung kelapa menggunakan maltodekstrin, kitosan, alginat dengan spray dryer. Tesis S2. Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahmalia, I. 2019. *Suka Makan Nori? Ada 6 Jenis Rumput Lainnya Selain Nori, lo!*. <https://bobogrid.id/read/081736498/suka-makan-nori-ada-6-jenis-rumput-lainnya-selain-nori-lo?page=all>. Diakses 22 Mei 2021.
- Ramadayanti, R. A., Swastawati, F dan Suharto, S. 2019. Profil asam amino dendeng giling ikan lele dumbo (*Clarias Gariepinus*) dengan penambahan konsentrasi asap cair yang berbeda. *Saintek Perikanan*, 14(2): 136-140.
- Riyadi, N, H dan Utami, R. 2009. Potensi asap cair tempurung kelapa sebagai alternatif pengganti hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) dalam pengawetan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 2(2): 94-102.
- Rosenthal, A. J. 2010. Texture profile analysis – how important are the parameters. *International Journal of Texture Studies*, 41: 672-684.
- Salampessy, R. B. S dan Siregar, R. R. 2012. Pembuatan konsentrat protein ikan (kpi) lele dan apikasinya pada kerupuk pangsit. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11(2): 97-104.
- Setyaji, H., Suwita, V dan Rahimsyah, A. 2012. Sifat kimia dan fisika kerupuk opak dengan penambahan daging ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 14(1): 17-22.
- Siagian, W. D. L., Swastawati, F dan Wijayanto, D. 2014. Pemanfaatan asap cair dan peluang bisnis usaha pengasapan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk) tanpa duri (studi kasus di CV Dinasti, Krobokan, Semarang). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(1): 21-39.
- Sinurat, E dan Murniyati. 2014. Pengaruh waktu dan suhu pengeringan terhadap kualitas permen jeli. *JPB Perikanan*, 3(2): 133-142.
- Swastawati, F., Boesono, H., Susanto, E dan Setyastuti, A. I. 2016. Changes of amino acids and quality in smoked milkfish (*Chanos chanos* forskal) processed by different redistillation methods of corncob liquid smoke. *Aquatic Procedia*, 7: 100-105.
- Swastawati, F., Wijayanti, I., Suminto, Prasetyo, D. Y. B. 2019. Profil nutrisi dan kualitas galantin bandeng dengan penambahan jenis dan konsentrasi asap cair yang berbeda. *JPHPI*, 21(3): 433-442.
- Tanaka, R., Ishimaru, M., Hatate, H., Sugiura, Y dan Matsushita, T. 2016. Relationship between 4-hydroxy-2-hexenal contents and commercialgrade by organoleptic judgement in japanese dried laver *Porphyra* spp. *Food Chemistry*, 212:104–109.
- Warni, D., Karina, S dan Nurfadillah, N. 2017. Analisis logam Pb, Mn, Cu dan Cd pada sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(2): 246-253.
- Wicaksono, A. T. S., Swastawati, F dan Anggo, A. D. 2014. Kualitas ikan pari (*Dasyatis* sp.) asap yang diolah dengan ketinggian tungku dan suhu yang berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1): 147-156.
- Yunilawati, R., Yemirta., Arianita, A., Ardhanie, S., Hidayati, N dan Rahmi, D. 2018. Optimasi proses *spray drying* pada enkapsulasi antosianin ubi ungu. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 40(1): 17-24.