

Pemanfaatan Tepung Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Tempe(Ni Nyoman Trisa Monikasari et al.)

PEMANFAATAN TEPUNG RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. PADA TEMPE SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN SUMBER YODIUM

Gracilaria sp. Seaweed Flour Utilization in Tempeh as an Alternative Food Source of Iodine Content

Ni Nyoman Trisa Monikasari^{1,2*}, Ida Bagus Wayan Gunam², Ni Wayan Wisaniyasa²

¹UPTD. PPMHP, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali,

Jalan Tantular Nomor 10 Renon, Denpasar, 80226, Bali, Indonesia

²Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,

Jalan Panglima Besar Sudirman, Denpasar, 80114, Bali, Indonesia

*Korespondensi Penulis: trisa_monik@yahoo.com

Diterima: 14 Juli 2020; Direvisi: 13 Agustus 2020; Disetujui: 6 Januari 2021

ABSTRAK

Tempe merupakan produk pangan bergizi tinggi yang digemari dan diterima oleh masyarakat luas, tetapi umumnya memiliki kadar yodium yang rendah. Rumput laut yang kandungan yodiumnya cukup tinggi dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi yodium pada makanan. Penambahan rumput laut pada tempe diharapkan dapat menjadi alternatif pangan sumber yodium untuk menanggulangi masalah GAKY (Gangguan Akibat Kekurangan Yodium). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung rumput laut *Gracilaria* sp. terhadap kadar yodium pada tempe serta mengetahui karakteristik yang dihasilkan. Perlakuan yang dilakukan adalah perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 100:0; 97,5:2,5; 95:5; 92,5:7,5; dan 90:10. Perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 92,5:7,5 merupakan komposisi terbaik yang menghasilkan tempe dengan kadar yodium 0,26 µg/g; nilai sensoris hedonik rata-rata 5 (agak suka), serta 100 gram tempe tersebut memenuhi 17,47% angka kecukupan gizi (AKG) yodium orang dewasa per hari. Studi ini menunjukkan bahwa tempe tersebut dapat digolongkan sebagai pangan sumber yodium karena telah memenuhi 15% AKG orang dewasa.

KATA KUNCI : tempe, yodium, rumput laut, *Gracilaria* sp., kekurangan yodium

ABSTRACT

*Tempeh is a highly nutritious food that is popular and accepted by diverse community groups, but has low iodine levels. Seaweed, with a high iodine content can be used as a fortification ingredient to increase the iodine levels of the foods. The addition of seaweed in tempeh is expected to be used as an alternative food source of iodine contents to overcome the IDD (Iodine Deficiency Disorders) problem. This study aimed to determine the effect of the addition of *Gracilaria* sp. seaweed flour to iodine levels in tempeh and to determine the characteristic of the product. The treatments were 5 (five) compositions of soybean and seaweed flour at ratio of (100:0), (97.5:2.5), (95:5), (92.5:7.5), and (90:10). The composition of soybean and seaweed flour at ratio of 92.5:7.5 was the best composition that produces tempeh with an iodine content of 0.26 µg/g; hedonic sensory test results on average 5 (somewhat like) and 100 g of tempeh met 17.47% of the daily iodine requirements for the adults. This study showed that tempeh can be considered as an alternative food source of iodine content as it contributed to 15% of adult's daily nutritional adequacy.*

KEYWORDS: Tempeh, iodine, seaweed, *Gracilaria* sp., iodine deficiency

PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk pangan yang sudah biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Konsumsi tempe rata-rata per orang per tahun di Indonesia mencapai sekitar 6,45 kg (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Berdasarkan hasil

Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas), rata-rata konsumsi per kapita seminggu produk tempe pada tahun 2018 sebesar 0,15kg (BPS, 2018). Tempe mengandung zat gizi yang dibutuhkan tubuh seperti protein, asam lemak, vitamin, mineral, dan antioksidan. Kedelai sebagai bahan baku tempe merupakan sumber protein yang mengandung vitamin dan mineral

serta asam lemak tidak jenuh yang terdiri atas asam linoleat dan asam linolenat yang berguna untuk menjaga kesehatan jantung (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Tempe memiliki nilai cerna lebih baik dibandingkan kedelai karena aktivitas enzim kapang pada ragi tempe dapat menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang lebih mudah diserap oleh tubuh (Widianarko, 2002). Manfaat mengkonsumsi tempe antara lain dapat meningkatkan komposisi mikrobiota baik dalam usus. Pada penelitian Stephanie, Kartawidjajaputra, Silo, Yogiara, dan Suwanto (2018) diketahui bahwa mengkonsumsi tempe dan susu kedelai dapat meningkatkan populasi *Bifidobacterium* dan *Akkermansia muciniphila* (bakteri probiotik) pada usus. Selain itu, fermentasi kedelai dapat meningkatkan antioksidan isoflavon yang dapat menghambat pembentukan radikal bebas (Nout & Kiers, 2005).

Tempe merupakan pangan yang mempunyai nilai gizi tinggi tetapi memiliki kadar yodium yang rendah. Pada penelitian Gunanti, Suhardjo, Clara, Rimbawan, dan Bambang (1999) diketahui bahwa kadar yodium pada tempe kedelai di daerah pantai endemik GAKY (Kabupaten Lamongan) sebesar 0,0259 µg/g bahan, sedangkan pada pantai non-endemik GAKY sebesar 0,0264 µg/g bahan. Selain itu, pada penelitian Kapil dan Preeti (2003), kandungan yodium pada kedelai di daerah endemik (Jabalpur, India) sebesar 0,044 µg/g berat kering. Yodium merupakan salah satu zat gizi mikro yang dibutuhkan tubuh untuk menghasilkan hormon tiroid yang berperan penting untuk pertumbuhan otak, sistem syaraf, dan fungsi fisiologis organ tubuh. Kekurangan yodium dapat menyebabkan kelainan GAKY, akibatnya seperti gangguan pertumbuhan fisik dan perkembangan intelektual pada anak, disfungsi kelenjar tiroid seperti hipertiroidisme, dan hipotiroidisme. Salah satu daerah yang mengalami masalah GAKY yaitu Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, dimana prevalensi GAKY mencapai 21,1% dan termasuk daerah endemis sedang (Hidayat, 2019).

Pada penelitian Dardjito dan Setiyowati (2010) diketahui bahwa konsumsi yodium berpengaruh paling dominan terhadap kejadian GAKY pada wanita usia subur di Kecamatan Baturaden Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 28 Tahun 2019 (Kemenkes, 2019) tentang angka kecukupan gizi (AKG) yang dianjurkan, kebutuhan yodium untuk orang dewasa umur 13 hingga lebih dari 80 tahun adalah 150 µg per hari. Pada peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM, 2016) tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan, klaim kandungan zat gizi vitamin dan mineral sebagai "sumber" harus memenuhi persyaratan tidak kurang dari 15% ALG (Acuan Label Gizi) atau Angka Kecukupan Gizi (AKG)

per 100 gram (dalam bentuk padat), sedangkan untuk klaim "kaya/ tinggi" harus memenuhi 2 (dua) kali jumlah untuk "sumber" atau sebesar 30% dari ALG (AKG).

Rumput laut yang kandungan yodiumnya cukup tinggi dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi pada makanan dan terbukti dapat meningkatkan kadar yodiumnya. Pada penelitian Prinkestasari dan Amalia (2015) ditemukan bahwa penambahan rumput laut *Gracilaria* sp. dalam pembuatan bakso daging sapi dapat meningkatkan kadar yodium dan kadar seratnya. Kandungan yodium pada rumput laut dipengaruhi oleh spesies dan lokasi panen atau budidaya karena rumput laut dapat mengakumulasi yodium dari air laut (Zava & Zava, 2011) sebagai bentuk perlindungan dari stres oksidatif. Iodida dalam rumput laut berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi *apoplast* (ruang dinding sel) pada lapisan sel korteks (Küpper, 2015). Rumput laut yang banyak mengandung yodium adalah rumput laut coklat dan rumput laut merah, diantaranya *Gracilaria* sp. (Zava & Zava, 2011). Berdasarkan hasil penelitian Prinkestasari dan Amalia (2015), kandungan yodium *Gracilaria* sp. sebesar 54,27 µg/g dan pada penelitian Ito dan Hori (1989) sebesar 9,4-72,2 µg/g. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kadar yodium pada tempe dengan penambahan tepung rumput laut. Produk tempe ini diharapkan menjadi salah satu alternatif pangan sumber yodium yang murah dan mudah ditemukan di pasar tradisional guna meningkatkan asupan yodium bagi masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria* sp. segar yang berasal dari petani rumput laut di Pantai Serangan, Denpasar, Bali dan disimpan dalam *coolbox* sebelum diberi perlakuan. Kedelai dan ragi tempe merk Raprima diperoleh dari Pasar Badung, Denpasar, Bali. Bahan kimia terdiri atas CaO (Sinka), NaOCl (Hyposol), air destilata, asam sulfat (Merck), potasium iodida (Merck), *starch* (Merck), iodine (TCI), dan hidrogen peroksida (Merck).

Metode

Pembuatan tepung rumput laut *Gracilaria* sp.

Proses pembuatan tepung rumput laut menggunakan metode Santosa dan Kurniawan (2016); serta Ristanti (2003) yang dimodifikasi. Penelitian ini melakukan modifikasi pada konsentrasi larutan perendam dan waktu perendaman. Larutan perendam yang digunakan adalah CaO dan NaOCl dengan

konsentrasi 0% (sebagai kontrol), 0,25%; 0,5%; dan 0,75% dengan waktu perendaman selama 1 jam.

Rumput laut dicuci dan dibersihkan dengan air secara berulang sebanyak 2 kali sebelum diproses. Setelah itu, rumput laut direndam dengan air tawar selama \pm 9 jam dengan perbandingan rumput laut dan air 1:3. Rumput laut kemudian direndam dengan 2 jenis larutan perendam yaitu CaO dan NaOCl sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan yaitu 0%; 0,25%; 0,5%; dan 0,75%, lalu dicuci hingga bersih dan tidak berbau serta dipotong-potong berukuran kecil \pm 0,5 cm. Rumput laut yang sudah dirajang kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 15 jam, kemudian digiling menggunakan *grinder* (Klaz CG9100), dan disaring menggunakan saringan 60 mesh.

Tepung rumput laut dianalisis untuk mengetahui kadar yodium dengan spektrofotometer (Uv-vis *spectrophotometer* Biochrom Libra) menurut metode Lema, Hermin, dan Atikah (2014). Derajat putih tepung rumput laut dianalisis dengan kolorimeter (*portable colorimeter* PCE CSM2). Pengolahan data dilakukan dengan rumus pada penelitian Mawarni dan Widjanarko (2015). Kolorimeter digunakan untuk mengukur perbandingan warna pada permukaan objek atau bubuk tepung. Sampel diletakkan pada wadah yang tersedia dan dilakukan pengukuran pada skala nilai L*, a*, b*. Nilai L* menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) hingga 100 (putih). Nilai a* menunjukkan merah/hijau, dan nilai b* menunjukkan kuning/biru.

Pembuatan tempe dengan penambahan tepung rumput laut

Proses pembuatan tempe mengacu pada metode Badan Standardisasi Nasional (2012). Proses pembuatan tempe diawali dengan penyortiran biji kedelai. Setelah itu, biji kedelai dicuci dengan air yang mengalir dan direbus selama 30 menit sampai mendidih dengan perbandingan kedelai : air 1:2. Kedelai yang sudah direbus kemudian direndam dengan sisa air rebusan selama semalam sehingga menghasilkan kondisi asam (pH<7). Setelah direndam, biji kedelai dikupas kulit arinya dan dicuci sampai bersih. Biji kedelai dikukus sampai matang (\pm 30 menit) lalu ditiriskan dan ditunggu sampai dingin kemudian ditambahkan tepung rumput laut dengan perbandingan 100:0; 97,5:2,5; 95:5; 92,5:7,5; dan 90:10. Penentuan komposisi campuran berdasarkan pada pra-penelitian yang menunjukkan bahwa tempe dengan tekstur terbaik didapatkan dari penambahan tepung antara 2,5% sampai 10%. Ragi tempe (merk Raprima) sebanyak 0,2% (b/b) ditambahkan ke dalam campuran dan diaduk rata. Campuran kedelai lalu dikemas dengan plastik dan diberi lubang-lubang kecil

dengan jarak 1 cm menggunakan tusuk gigi. Fermentasi tempe dilakukan selama 48 jam pada suhu kamar.

Variabel yang digunakan untuk menentukan komposisi terbaik perbandingan kedelai dan tepung rumput laut adalah kadar yodium dan nilai sensoris tempe. Analisis kadar yodium dilakukan dengan metode spektrofotometer (Lema et al., 2014). Pengujian sensoris untuk penerimaan panelis terhadap produk tempe dilakukan sesuai metode SNI 01-2346-2006. Parameter yang diuji meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan panelis terhadap keseluruhan produk tempe. Penilaian warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan menggunakan tempe mentah, sedangkan penilaian rasa menggunakan tempe yang digoreng dengan minyak goreng sampai matang. Panelis memberikan tanggapan terhadap tempe dengan mengisi formulir uji hedonik yang sudah disediakan dengan memilih angka 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, dan 7 = sangat suka.

Pengolahan data statistik

Penelitian tahap pertama (pembuatan tepung rumput laut) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial. Faktor pertama adalah jenis larutan perendam dan faktor kedua konsentrasi larutan perendam. Penelitian dilakukan dengan dua kali ulangan. Tahap kedua (pembuatan tempe dengan penambahan tepung rumput laut) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut terdiri atas 5 level, yaitu 100:0; 97,5:2,5; 95:5; 92,5:7,5; dan 90:10. Penelitian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey pada nilai yang memiliki pengaruh perlakuan. Pengolahan data uji hedonik (non parametrik) menggunakan uji Kruskal-Wallis. Seluruh data dianalisis menggunakan software Minitab 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan terhadap Tepung Rumput Laut

Rumput laut diolah menjadi tepung rumput laut untuk mendapatkan produk tempe dengan rasa dan tekstur yang dapat diterima oleh masyarakat. Proses pembuatan tepung rumput laut melibatkan perlakuan perendaman dan pemucatan dengan tujuan untuk membersihkan kotoran pada rumput laut dan mengoksidasi sebagian besar pigmen sehingga rumput laut berwarna lebih putih, bersih, dan lunak.

Rumput laut *Gracilaria* sp. berwarna krem yang mirip dengan warna kedelai setelah direndam pada larutan pemucat

Perlakuan jenis larutan perendam dan konsentrasi larutan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai derajat putih. Semakin tinggi konsentrasi larutan perendam maka tepung rumput laut yang dihasilkan semakin berwarna cerah. Perlakuan jenis dan konsentrasi larutan perendam memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kadar yodium pada tepung rumput laut. Hasil analisis derajat putih dan hasil analisis kadar yodium dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis derajat putih (Tabel 1) menunjukkan bahwa larutan NaOCl mampu mengurangi pigmen rumput laut paling tinggi sehingga tepung rumput laut yang paling putih terdapat pada perlakuan perendaman dengan larutan NaOCl konsentrasi 0,75%. NaOCl merupakan larutan yang dapat mengoksidasi gugus pembawa warna pada rumput laut dan berlangsung relatif cepat. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaOCl menyebabkan kromofor semakin rusak dan larut dalam air (Wisnuaji & Rochima, 2015). Kromofor adalah bagian dari pigmen yang paling sensitif. Larutan CaO pada suhu kamar larut dalam air menghasilkan larutan alkali dengan pH sekitar 12,4 yang berkekuatan sedang (Satyendra, 2017). Perendaman dalam larutan CaO menyebabkan dinding sel pada rumput laut pecah sehingga mengeluarkan pigmen dari rumput laut dan ikut tercuci saat proses perendaman (Haris, Santosa, & Ridlo, 2013). Rumput laut hasil perendaman CaO berwarna hijau muda, sedangkan rumput laut dengan perendaman NaOCl berwarna krem kehijauan.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan perendam maka kadar yodium cenderung semakin rendah. Rata-rata penurunan kadar yodium dari perlakuan kontrol (0%) sampai yodium kadar terendah adalah 35%. Hal ini disebabkan karena yodium merupakan unsur halogen yang dapat bereaksi dengan logam alkali (Na dan Ca) pada larutan NaOCl dan CaO (Adlim & Adlim, 2017). Perendaman rumput laut dalam larutan NaOCl dan CaO dapat menurunkan kandungan yodium karena NaOCl dan CaO yang dilarutkan di dalam air akan membentuk basa NaOH dan Ca(OH)₂. Yodium dalam suasana basa akan terhidrolisis menjadi asam hipiodit dan iodida sehingga pada pH yang semakin tinggi yodium semakin kurang stabil (Sulistiyarti, Sulistyono, & Rismiarti, 2019).

Pemilihan tepung rumput laut *Gracilaria* sp. terbaik ditentukan berdasarkan kadar yodium dan derajat putihnya. Berdasarkan derajat putih, tepung rumput laut *Gracilaria* sp. yang berwarna paling putih dan cerah adalah hasil perlakuan perendaman dalam larutan NaOCl 0,75%. Interaksi perlakuan antara jenis dan konsentrasi larutan perendam tidak berpengaruh nyata terhadap kadar yodium. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perlakuan perendaman rumput laut dalam larutan NaOCl 0,75% (v/v) menghasilkan tepung rumput laut *Gracilaria* sp. yang terbaik.

Karakteristik Tempe dengan Penambahan Tepung Rumput Laut

Pembuatan tempe pada penelitian ini menggunakan tepung rumput laut yang dihasilkan dari perlakuan perendaman rumput laut dalam larutan NaOCl 0,75% dan memiliki kadar yodium 5,00 µg/g.

Tabel 1. Derajat putih (warna) dan kadar yodium tepung rumput laut *Gracilaria* sp.
 Table 1. The degree of whiteness and iodine level of *Gracilaria* sp. seaweed flour

Perlakuan/ Treatment		Derajat putih/ Degree of whiteness	Kadar yodium/ Iodine level (µg/g)%dw
Jenis larutan/ Type of solution	Konsentrasi larutan/ Solution concentration		
CaO	0.00%	22.69 ± 2.83 ^c	9.42 ± 0.81 ^a
CaO	0.25%	27.01 ± 1.54 ^{bc}	6.27 ± 1.12 ^a
CaO	0.50%	28.61 ± 1.37 ^{bc}	4.72 ± 0.53 ^a
CaO	0.75%	30.08 ± 0.23 ^{bc}	4.83 ± 0.82 ^a
NaOCl	0.00%	22.18 ± 4.22 ^c	8.69 ± 1.58 ^a
NaOCl	0.25%	27.42 ± 1.13 ^{bc}	5.02 ± 1.13 ^a
NaOCl	0.50%	33.14 ± 0.57 ^b	4.17 ± 0.57 ^a
NaOCl	0.75%	41.21 ± 0.57 ^a	5.00 ± 0.40 ^a

Keterangan/Note : Nilai dengan notasi berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (p ≤ 0,05)/ Values with different notations in the same column indicate significant differences (p ≤ 0.05)

Hasil analisis kadar yodium pada tempe menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar yodium pada tempe. Hasil analisis kadar yodium pada tempe dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung rumput laut maka semakin tinggi kadar yodium pada tempe. Tempe dengan perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 100:0 (kontrol) memiliki kadar yodium sebesar 0,03 µg/g. Penambahan tepung rumput laut sebesar 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% menyebabkan kenaikan kadar yodium pada tempe berturut-turut sebesar 0,11 µg/g; 0,20 µg/g; 0,26 µg/g; dan 0,35 µg/g. Kandungan yodium tertinggi terdapat pada tempe dengan perbandingan kedelai:tepung rumput laut sebesar 90:10 dengan nilai 0,35 µg/g. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Darmawan, Tazwir, dan Irianto (2004) yang melaporkan bahwa kadar yodium pada keik (*cake*) meningkat seiring dengan penambahan presentase tepung rumput laut *Gracilaria* sp. Penambahan rumput laut pada penelitian tersebut sebesar 0%,1%,2%,3%,4%, dan 5% yang menghasilkan kadar yodium berkisar antara 0,0013 µg/g (penambahan rumput laut 0%) sampai 0,0019 µg/g (penambahan rumput laut 5%). Penelitian yang dilakukan oleh Corputty dan Emma (2008) menyatakan bahwa semakin besar penambahan rumput laut *Gracilaria* sp. pada pembuatan tortila maka kadar yodium pada tortila akan semakin tinggi. Penambahan rumput laut sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; dan 20% menyebabkan kadar yodium meningkat dari 2,78 µg/g (untuk penambahan rumput laut 0%) sampai 7,96 µg/g (penambahan rumput laut 20%). Selain itu, penelitian Cholik (2015) menunjukkan bahwa penambahan rumput laut *Gracilaria* sp. pada produk mie basah terbukti dapat meningkatkan kadar yodium dan serat pangan pada mie basah. Pada penelitian tersebut formulasi terpilih adalah penambahan rumput laut sebesar 10% yang menghasilkan kadar yodium sebesar 0,23 µg/g.

Penambahan tepung rumput laut pada pembuatan tempe dapat menyebabkan kenaikan kadar yodium pada tempe walaupun proses fermentasi dapat menyebabkan hilangnya yodium pada bahan pangan. Contohnya, pada penambahan tepung rumput laut sebesar 10% dengan kandungan yodium 5,00 µg/g yang artinya yodium yang ditambahkan sebesar 0,50 µg/g. Pada penelitian ini kadar yodium tempe perbandingan 90:10 hanya sebesar 0,35 µg/g, yaitu terjadi penurunan sebesar 30,4%. Hal ini terjadi juga pada fermentasi ikan yang terjadi pengurangan kadar yodium sebesar 16%, pada fermentasi kecap ikan di tempat gelap kadar yodium berkurang 13%, dan pada fermentasi kecap ikan di bawah sinar matahari kadar yodium berkurang 55% (Chanthilath, Visith, Somsri, & Kunchit, 2009). Pada penelitian tersebut diketahui bahwa kehilangan yodium diduga terjadi akibat adanya reaksi redoks selama proses fermentasi yang mempengaruhi stabilitas yodium.

Pada tempe perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 100:0 (kontrol) kadar yodiumnya 0,03 µg/g. Kadar yodium tersebut sedikit lebih besar dari penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Gunanti et al. (1999) menunjukkan bahwa kadar yodium pada tempe kedelai yang dibuat di daerah pantai endemik GAKY adalah sebesar 0,0259 µg/g sedangkan pada pantai non-endemik GAKY sebesar 0,0264 µg/g. Hal ini diduga dipengaruhi oleh bahan lain yang digunakan dalam proses pembuatan tempe tersebut, misalnya air. Kandungan yodium pada air dipengaruhi oleh letak geografis, seperti pantai, dataran rendah, dataran tinggi, dan pegunungan. Pada penelitian Kusumawardani, Mussodaq, dan Puspitasari (2017), diketahui bahwa kadar yodium pada air di wilayah pantai seperti di daerah Kretek, Bantul mencapai 0,86 µg/g. Pada penelitian ini, air yang digunakan berasal dari daerah Pantai Serangan Bali, tetapi kadar yodium pada air tersebut tidak diteliti.

Pengolahan makanan dengan perebusan, pemanasan, pengeringan, pengasapan, dan

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar yodium tempe
Table 2. The average value of iodine level of tempeh

Kedelai:Tepung rumput laut/ Soybean:Seaweed flour	Kadar yodium/Iodine level (µg/g)
100 : 0.0	0.03 ± 0.01 ^a
97.5 : 2.5	0.11 ± 0.01 ^b
95.0 : 5.0	0.20 ± 0.02 ^c
92.5 : 7.5	0.26 ± 0.02 ^d
90 : 10	0.35 ± 0.03 ^e

Keterangan/Note: Nilai dengan notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$) / Values with different notations indicate significant differences ($p \leq 0,05$)

fermentasi dapat menyebabkan kehilangan yodium sebesar 32,75% sampai 93,04% (Food Standards, 2007). Pengolahan makanan dengan merebus, memanggang, dan menggoreng dapat menyebabkan hilangnya yodium berkisar antara 6,58% hingga 51,08%. Yodium dapat hilang karena pemanasan atau suhu yang tinggi saat pengolahan (Ritu & Rita, 2013).

Evaluasi Sensoris Tempe secara Hedonik

Pada penelitian ini hasil uji sensoris menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut berpengaruh nyata terhadap warna, aroma, rasa, dan penerimaan produk secara keseluruhan. Hasil analisis uji sensoris dapat dilihat pada Tabel 3.

Warna

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan terhadap warna tempe (Tabel 3) dengan nilai rata-rata antara 4,80 dan 6,07 atau dibulatkan menjadi 5-6. Nilai tersebut masih berada pada rentang nilai agak suka sampai suka. Tempe yang paling disukai adalah kombinasi kedelai:tepung rumput laut 100:0 dengan nilai 6,07 atau suka. Tempe hasil perbandingan 97,5:2,5 dan 95:5 tidak berbeda nyata dengan tempe hasil perbandingan 100:0 yang artinya tempe tersebut memiliki warna yang mirip dengan tempe hasil perbandingan 100:0. Tempe dengan nilai warna terendah adalah tempe kombinasi kedelai:tepung rumput laut 90:10 dengan presentase nilai kesukaan 4,80 atau dibulatkan menjadi 5 yaitu agak suka. Penambahan tepung rumput laut yang semakin tinggi mengakibatkan adanya warna kehijauan pada tempe yang cenderung kurang disukai oleh panelis. Hal ini sesuai dengan penelitian Hasanah (2007), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi

penambahan rumput laut *Gracilaria* sp. maka warna *sponge cake* menjadi kusam sehingga para panelis kurang menyukainya. Warna kehijauan pada tempe disebabkan karena rumput laut *Gracilaria* sp. yang termasuk dalam kelompok rumput laut merah mempunyai pigmen yang terdiri dari klorofil a, klorofil d, dan fikosianin (Merdekawati & Susanto, 2009).

Aroma

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan terhadap aroma tempe (Tabel 3) dengan nilai rata-rata antara 4,73 sampai 6,07 atau dibulatkan menjadi 5-6, yang artinya agak suka sampai suka. Tempe dengan perbandingan kedelai:tepung rumput laut hasil 100:0 memiliki aroma yang paling disukai. Tempe perbandingan 97,5:2,5 dan 95:5 tidak berbeda nyata dengan tempe hasil perbandingan 100:0 yang artinya memiliki aroma yang mirip. Aroma tempe dengan perbandingan kedelai:tepung rumput laut 90:10 memiliki nilai terendah yaitu 4,73 atau dibulatkan menjadi 5 yang artinya agak suka. Aroma yang muncul adalah aroma kombinasi antara tepung rumput laut dan kedelai.

Semakin tinggi penggunaan tepung rumput laut maka aroma tempe menjadi berbau aroma khas air laut yang disebabkan oleh kandungan amina atau amonia (NH₃). Amonia terdiri atas unsur nitrogen dan hidrogen yang memiliki bau menyengat yang khas, sehingga perendaman rumput laut pada larutan perendam dapat meminimalisir bau amis tersebut (Rosalita, Syam, & Fadhilah, 2018).

Tekstur

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput

Tabel 3. Rata-Rata tingkat kesukaan terhadap aspek sensoris tempe
Table 3. The average level of preference towards sensory aspects of tempeh

Kedelai:Tepung Rumput Laut/ Soybean:Seaweed flour	Warna/ Color	Aroma/Flavor	Tekstur/Texture	Rasa/Taste	Penerimaan keseluruhan/ Overall acceptance
100:0	6.07 ± 0.46 ^a	6.07 ± 0.70 ^a	5.93 ± 0.70 ^a	5.93 ± 0.46 ^a	5.93 ± 0.59 ^a
97.5:2.5	5.87 ± 0.64 ^a	5.67 ± 0.82 ^{ab}	5.67 ± 0.72 ^a	5.60 ± 0.99 ^{ab}	5.73 ± 0.80 ^a
95.0:5	5.40 ± 0.63 ^{ab}	5.20 ± 0.86 ^{abc}	5.47 ± 0.64 ^a	5.40 ± 0.51 ^{abc}	5.47 ± 0.74 ^{ab}
92.5:7.5	5.00 ± 0.76 ^b	4.87 ± 0.99 ^{bc}	5.33 ± 0.62 ^a	4.93 ± 0.96 ^{bc}	5.07 ± 0.96 ^{ab}
90:10	4.80 ± 0.86 ^b	4.73 ± 1.03 ^c	5.27 ± 0.59 ^a	4.73 ± 0.96 ^c	4.73 ± 1.16 ^b

Keterangan/Note : Nilai dengan notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$) / Values with different notations indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

laut tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan terhadap tekstur tempe (Tabel 3) dengan nilai rata-rata antara 5,27 sampai 5,93. Nilai paling tinggi adalah formulasi kedelai:tepung rumput laut 100:0 dengan nilai 5,93 dan yang terendah pada tempe formulasi kedelai:tepung rumput laut 90:10 dengan nilai 5,27. Secara umum, tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur semua jenis tempe adalah agak suka sampai suka. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung rumput laut tidak mempengaruhi tekstur tempe dari parametris sensoris. Pertumbuhan miselia kapang di seluruh perlakuan tempe merata dan memiliki tekstur yang kompak. Pada fermentasi tempe, spora kapang membentuk benang-benang hifa yang tumbuh memanjang membalut biji kotiledon kedelai. Benang-benang tersebut semakin padat sehingga membentuk tempe yang kompak. Syarat mutu tempe kedelai sesuai SNI 3144:2015 adalah memiliki tekstur kompak yang jika diiris tetap utuh (BSN, 2015).

Rasa

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan terhadap rasa tempe (Tabel 3) dengan nilai rata-rata antara 4,73 sampai 5,93 atau dibulatkan menjadi 5-6, yaitu antara agak suka hingga suka. Tempe formulasi kedelai:tepung rumput laut 100:0 paling disukai dengan rata-rata tingkat kesukaan sebesar 5,93 atau mendekati 6 yang artinya suka sedangkan tingkat kesukaan yang paling rendah adalah tempe formulasi kedelai:tepung rumput laut 90:10 dengan nilai 4,73 atau dibulatkan menjadi 5 yang artinya agak suka. Tempe dengan perbandingan 97,5:2,5 dan 95:5 tidak berbeda nyata dengan tempe perbandingan 100:0 yang artinya tempe tersebut memiliki rasa yang mirip dengan tempe perbandingan 100:0. Semakin tinggi penambahan tepung rumput laut maka tempe semakin kurang diminati oleh panelis. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Darmawan et al. (2004), yaitu semakin tinggi penambahan tepung *Gracilaria* sp. pada keik (*cake*) maka produk semakin kurang diminati oleh panelis. Hal yang sama terjadi pada produk tempe dengan penambahan tepung rumput laut, yaitu cita rasa khas rumput laut *Gracilaria* sp.

Penerimaan secara keseluruhan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut berpengaruh nyata pada tingkat penerimaan secara keseluruhan tempe (Tabel 3) dengan nilai rata-rata antara 4,73 sampai 5,93 yang dibulatkan menjadi 5-6, yaitu antara agak suka sampai suka. Tempe

formulasi kedelai:tepung rumput laut 100:0 paling disukai oleh panelis dengan nilai 5,93 atau suka sedangkan nilai terendah adalah tempe dengan formulasi kedelai:tepung rumput laut 90:10 dengan nilai 4,73 yang dibulatkan menjadi 5 atau agak suka. Tempe dengan formula perbandingan 97,5:2,5; 95:5; dan 92,5:7,5 tidak berbeda nyata dengan tempe perbandingan 100:0 sehingga tempe tersebut memiliki kemiripan dengan tempe perbandingan 100:0 dan dapat diterima dengan baik oleh panelis.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 28 Tahun 2019 (Kemenkes, 2019) tentang Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia, kebutuhan yodium untuk orang dewasa (umur 13-80+ tahun) adalah 150 µg per hari, sedangkan untuk ibu hamil ditambah 70 µg dan untuk ibu menyusui ditambah 100 µg dari AKG orang dewasa. Tempe biasa dengan formula perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 100:0 memiliki kadar yodium 3,0 µg/100g dan hanya mencukupi 1,8% AKG orang dewasa. Berdasarkan uji sensoris penerimaan keseluruhan, tempe yang memiliki kadar yodium tertinggi dan memiliki kemiripan dengan tempe yang beredar di pasaran adalah tempe dengan perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 92,5:7,5. Tempe tersebut memiliki kadar yodium 26,2 µg/100gram dan 100 gram tempe tersebut telah memenuhi 17,47% kebutuhan yodium untuk orang dewasa. Menurut Peraturan BPOM (2016), suatu produk dikatakan sebagai sumber vitamin atau mineral termasuk yodium apabila telah memenuhi 15% AKG. Dengan demikian, tempe pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pangan sumber yodium.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung rumput laut pada tempe maka kadar yodium pada tempe semakin meningkat. Perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 92,5:7,5 merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan tempe yang dapat memenuhi 15% AKG yodium orang dewasa. Tempe tersebut memiliki kadar yodium 26,2 µg/100 gram, dimana 100 gram tempe tersebut memenuhi 17,47% AKG yodium orang dewasa per hari sehingga dapat dijadikan sebagai pangan sumber yodium. Berdasarkan hasil uji sensori untuk penerimaan secara keseluruhan, tempe tersebut tidak berbeda nyata dengan kontrol atau tempe yang beredar di pasaran. Secara umum penambahan tepung rumput laut *Gracilaria* sp. pada tempe menurunkan tingkat kesukaan panelis namun demikian masih diterima oleh panelis dengan nilai penerimaan keseluruhan berkisar antara agak suka sampai suka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada para dosen pembimbing pada Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlim, M. & Adlim, A. (2017). Kimia Unsur Utama yang Populer (termasuk yang ada pada zeolit, semen, kertas, urea, dll.). www.researchgate.net/publication/320340810_Kimia_Unsur_Utama_yang_populer_termasuk_yang_ada_pada_zeolit_semen_kertas_urea_dll. Retrieved from <https://> Diakses tanggal 8 Juni 2020.
- Badan Pengawas Obat & Makanan (BPOM). (2016). Acuan Label Gizi Produk Pangan. Jakarta: BPOM.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas). Update 8 Juli 2019. *Sumber Publikasi Statistik Indonesia*. Retrieved from <https://www.bps.go.id/statistictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapamacam-bahan-makanan-penting-2007-2018.html>. Diakses tanggal 18 Agustus 2020.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2012). *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Indonesia*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). *SNI 3144. Tempe Kedelai*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Chanthilath, B., Visith, C., Somsri, C., & Kunchit J. (2009). Iodine stability and sensory quality of fermented fish sauce produced with the use of iodate salt. *Food And Nutrition Bulletin*. 30(2). 183-188. doi:10.1177/156482650903000210
- Cholik, R.S. (2015). Optimalisasi Penggunaan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) pada Mie Basah Sebagai Pangan Fungsional Tinggi Serat Dan Sumber Iodium. *IPB Repository*. Diakses: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/83076>
- Corputty, L.S., & Emma, R. (2008). Pengaruh fortifikasi iodium asal rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap karakteristik tortilla chips. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.
- Dardjito, E., & Setiyowati, R. (2010). Gangguan akibat kekurangan yodium pada wanita usia subur di Kecamatan Baturaden Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Kesmas, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 5(3), doi:<http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v5i3.142>
- Darmawan, M., Tazwir, & Irianto, H. E. (2004). Fortifikasi kue keik menggunakan bubuk *Gracilaria* spp. dan *Sargassum filipendula* sebagai sumber asam lemak omega-3 dan iodium. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(3), 85-93. doi:10.15578/jppi.10.3.2004.85-93
- Food Standards. (2007). Consideration of mandatory fortification with iodine for australia and new zealand. *Food Technology Report*. Diakses: <https://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/documents/P1003%20SD11%20-%20Food%20Technology%20Report.pdf>. Diakses tanggal 5 Juli 2020.
- Gunanti, I. R., Suhardjo, Clara, M. K., Rimbawan, & Bambang, W. (1999). Kandungan iodium pada beberapa bahan makanan di daerah pantai endemik dan nonendemik. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 3(1). 1-15.
- Haris, R., Santosa, G., & Ridlo, A. (2013). Pengaruh perendaman air kapur terhadap kadar sulfat dan kekuatan gel karaginan rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Marine Research*, 2(2), 1-10. doi: 10.14710/jmr.v2i2.2344
- Hasanah, R. U. (2007). Pemanfaatan Rumput Laut *Glacilaria* sp. dalam Meningkatkan Kandungan Serat Pangan pada Sponge Cake. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Hidayat, T. (2019). Intervensi program penanggulangan gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI) di Kabupaten Wonogiri. *Laporan Penelitian Kesehatan Kabupaten Wonogiri. Laporan Penelitian Kesehatan*. Balai Litbang Kesehatan Magelang Puslitbang Upaya Kesehatan Masyarakat, Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.
- Ito, K., & Hori, K. (1989). Seaweed: chemical composition and Potential Uses. *Food Reviews International*, 5(1), 101-144.
- Kapil, U., & Preeti. S. (2003). Status of iodine content of salt and urinary iodine excretion levels in India. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(6). 361-373. doi: 10.3923/pjn.2003.361.373.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes) (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Küpper, F. C. (2015). Iodine in Seaweeds—Two Centuries of Research. In *Springer handbook of marine biotechnology* (pp. 591-596). Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-53971-8_23.
- Kusumawardani, H. D., Mussodaq, M. A., & Puspitasari, C. (2017). Kandungan iodium dalam kelompok bahan makanan di daerah pegunungan dan pantai. *MGMI Jurnal*, 8(2), 79-88. doi: 10.22435/mgmi.v8i2.998
- Lema, A. T., Hermin, S., & Atikah. (2014). Pengembangan metode spektrofotometri untuk penentuan iodida menggunakan hidrogen peroksida (H₂O₂) sebagai oksidator. *Natural B.*, 2(4), 309-316.
- Mawarni, R. T., & Widjanarko, S. B. (2015). Penggilingan metode ball mill dengan pemurnian kimia terhadap penurunan oksalat tepung porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 571-581.
- Merdekawati, W., & Susanto, A. B. (2009). Kandungan dan komposisi pigmen rumput laut serta potensinya

- untuk kesehatan. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 4(2), 41-47.
- Nout, M. J., & Kiers J. L. (2005). Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millenium. *Journal of applied microbiology*, 98, 789-805.
- Princestasari, L. D., & Amalia, L.(2015). Formulasi rumput laut *Gracilaria* sp. dalam pembuatan bakso daging sapi tinggi serat dan iodium. *Jurnal Gizi Pangan*, 10(3), 185-196. doi: 10.25182/jgp.2015.10.3.%p
- Ristanti. (2003). Pembuatan Tepung Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Sumber Iodium dan Dietary Fiber. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Ritu, R., & Rita, R. (2013). Effect of different cooking methods on iodine losses. *Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1212-1216. doi: 10.1007/s13197-011-0436-7.
- Rosalita, Syam, H., & Fadhillah, R. (2018). Pengaruh perendaman dengan asam jeruk nipis dan air cucian beras terhadap kualitas organoleptik puding rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 92-103. doi: 10.26858/jptp.v4i0.6917
- Santosa, A., & Kurniawan, D. (2016). Karakteristik tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*). In *National Conference of Applied Sciences Engineering, Business and Information Technology*, Politeknik Negeri Padang.
- Satyendra. (2017). Limestone and Lime. Diakses: <https://www.ispatguru.com/limestone-and-lime/>. Diakses tanggal 24 Februari 2020.
- Sulistiyarti, H., Sulisty, E., Sutrisno, & Rismiarti, Z. (2019). Metode Spektrofotometri secara tidak langsung untuk penentuan merkuri (ii) berdasarkan pembentukan kompleks biru iodium-amilum. *Alchemy. Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 149-164.
- Stephanie, Kartawidjajaputra, F., Silo, W., Yogiara, Y., & Suwanto, A. (2018). Tempeh consumption enhanced beneficial bacteria in the human gut. *Food Research*, 3, 57-63. doi:10.26656/fr.2017.3(1).230
- Widianarko, B. (2002). *Tips Pangan "Teknologi, Nutrisi, dan Keamanan Pangan"*. Grasindo: Jakarta.
- Wisnuaji, H., & Rochima, E. (2015). Pengaruh penggunaan NaOCl dalam tahapan pemucatan ekstraksi rumput laut coklat (*Sargassum duplicatum*) terhadap karakteristik natrium alginat. *Pustaka Ilmiah*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.
- Zava, T. T., & Zava, D. T. (2011). Assessment of Japanese iodine intake based on seaweed consumption in Japan: A literature-based analysis. *Thyroid Research*, 4(14). 1-7. doi:10.1186/1756-6614-4-14