

FORTIFIKASI CHLORELLA PADA ROTI MANIS SEBAGAI INOVASI MAKANAN SEHAT**CHLORELLA FORTIFICATION IN SWEET BREAD AS A HEALTHY FOOD INNOVATION**

Dian Iriani*, Okthavia Putri Alvin, Shanty W Sidauruk, Bustari Hasan, N Ira Sari

INFO ARTIKELSubmit: 17-12-2023
Perbaikan: 25-6-2024
Diterima: 11-9-2024**Keywords:***Chlorella vulgaris*,
proksimat, organoleptik,
roti manis**ABSTRACT**

Bread is a processed food made from wheat flour fermented with yeast and processed by baking. There are various types of bread, one of which is sweet bread. Sweet bread is bread that is consumed more often, has a sweet taste, and is easy to consume anytime and anywhere. This research aims to determine the effect of chlorella fortification on the organoleptic and chemical quality characteristics of sweet bread. The research method used was an experimental method with 4 levels of treatment, namely without chlorella powder (C₀), 0.5 % chlorella powder (C_{0.5}), 1.0% chlorella powder (C_{1.0}), and 1.5% chlorella powder (C_{1.5}). The parameters tested in this study were organoleptic with hedonic scale 1-9 and proximate analysis (moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, and crude fiber). Based on organoleptic testing, the addition 1.0% of chlorella powder in the making of chlorella sweet bread was the best treatment with the characteristics of a non-mouldy, attractive and green appearance (6.95), a rather strong bread aroma and a slight aroma typical of chlorella (7.56), the taste is quite sweet, typical of sweet bread and slight taste of chlorella (7.99), soft texture (6.79) and the bread development volume was 1.47 cm³. Meanwhile, the proximate values of chlorella sweet bread in 1.0% fortification of chlorella powder were moisture (25.38%), ash (1.15%), protein (5.68%), fat (4.58%), carbohydrates (61.01%), and crude fiber (2.21%). Therefore, chlorella sweet bread can be used as a healthy food innovation.

1. PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu produk berbasis tepung yang sangat digemari masyarakat yang tidak hanya sebagai makanan selingan tetapi sudah menjadi menu sarapan bagi sebagian orang. Roti adalah makanan olahan pangan yang dibuat dari tepung terigu yang difermentasikan dengan ragi dan diolah dengan cara pemanggangan. Roti juga nyaman dikonsumsi pada saat santai dan dimana saja. Roti juga mengandung tiamin, riboflavin, niasin dan beberapa mineral seperti zat besi, yodium, dan kalsium (Adhamatika *et al.*, 2022). Salah satu jenis roti yang sering dikonsumsi harian adalah roti manis.

Roti manis merupakan roti yang memiliki rasa manis dibandingkan roti tawar, teksturnya lebih lembut, berbentuk menarik dan dapat

ditambahkan berbagai isian (Anadia, 2022). Berdasarkan data statistik konsumsi pangan Indonesia pada tahun 2023, rata-rata pengeluaran per kapita konsumsi roti manis di Kota Pekanbaru mencapai Rp.3.208 sedangkan pada roti tawar Rp.705/kapita/minggu (BPS, 2023). Hal ini membuktikan bahwa roti manis lebih banyak digemari dibandingkan roti tawar karena lebih mudah dan praktis untuk dikonsumsi. Salah satu inovasi dari olahan roti manis yaitu dengan fortifikasi mikroalga kaya nutrisi seperti chlorella.

Mikroalga adalah sumber daya biologis yang sangat luas dan salah satu sumber pangan yang paling menjanjikan untuk produk baru, walaupun memiliki ukuran mikro 8-10 µm (Iriani *et al.*, 2021) namun dapat menambah nilai gizi pada makanan. Hal ini dikarenakan mikroalga memiliki kandungan protein yang sangat tinggi sehingga mikroalga juga dikenal sebagai *single cell protein* (SCP). Diantara jenis-jenis mikroalga yang potensial dan sudah cukup dikenal sebagai sumber pangan adalah *Spirulina* sp. dan *Chlorella*

Dian Iriani*, Okthavia Putri Alvin, Shanty W Sidauruk, Bustari Hasan, N Ira Sari

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

*Email: dian.iriiani@lecturer.unri.ac.id

sp. (Kabinawa & Nyoman 2016).

Menurut Aprilliyanti *et al.*, (2016) dan Iriani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa *Chlorella* sp. dapat berkembangbiak dengan cepat, mudah dalam membudidayakan, menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, dan mengandung protein yang tinggi dengan komponen utama asam amino. Pemanfaatan mikroalga sebagai bahan pangan dinilai efektif karena kandungan gizi mikroalga khususnya *chlorella*. *Chlorella* sp. memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sehingga sangat potensial sekali untuk dimanfaatkan baik untuk kosmetik (Iriani *et al.*, 2023), biodisel (Widyastuti, 2014) dan produk bahan pangan (Iriani *et al.* 2017a). Kandungan gizi *Chlorella* sp. yakni protein sebesar 51-58%, minyak sebesar 28- 32%, karbohidrat 12-17%, lemak 14-22%, asam nukleat 4-5%, dan klorofil yang tinggi (Mufidah *et al.*, 2017), serta kandungan antioksidan dengan kategori kuat (Iriani *et al.*, 2017a).

Chlorella sp. memiliki nilai gizi yang tinggi dan pemanfaatannya sebagai bahan pangan sudah banyak dilakukan diantaranya pada produk nata de coco (Zulistiara *et al.*, 2017), cookies (Iriani *et al.*, 2017b), dan boba (Sahrul *et al.*, 2022). Produk olahan roti manis dari *Chlorella* sp. dapat menjadi inovasi dalam mengonsumsi roti dan tidak hanya sekedar roti manis biasa. Penambahan *chlorella* ke dalam roti sebagai bahan tambahan dapat meningkatkan nilai protein dan nilai gizi lainnya dari roti itu sendiri. Penggabungan mikroalga ke dalam makanan dapat menyebabkan perubahan dalam komposisi gizi sehingga roti yang dihasilkan lebih bermanfaat dan bernilai gizi. Penambahan mikroalga tidak memberikan dampak negatif terhadap produk pangan yang dihasilkan, berdasarkan uji toksisitas yang telah dilakukan terhadap parameter *clastogenic*, *genotoxicity* dan iritasi (Dillon *et al.*, 2020), sehingga fortifikasi mikroalga sebagai produk pangan fungsional aman dikonsumsi.

Menurut Mandik *et al.* (2022) senyawa bioaktif mikroalga terbukti mempunyai efek positif bagi kesehatan seperti antihipertensi, antiobesitas, antioksidan, antikanker, dan perlindungan kardiovaskular. Selanjutnya, Hadiyanto & Azim (2012) menambahkan dibandingkan dengan sumber lain seperti *yeast* maupun fungi, mikroalga memiliki keunggulan di aspek keamanannya. Hal inilah yang mendasari mikroalga *Chlorella* sp. sangat bermanfaat untuk dijadikan penambahan dalam bahan pangan.

Pada penelitian Iriani *et al.* (2017b) penambahan bubuk *Chlorella* sp. sebanyak 1% sudah memberikan pengaruh yang sangat nyata

terhadap nilai gizi dan rasa pembuatan cookies. Selanjutnya Sahrul *et al.* (2022) menjelaskan bahwa pada pembuatan boba yang ditambahkan *Chlorella* sp. sebanyak 1% menghasilkan rasa pahit lemah, 2% rasa pahit, dan 3% rasa pahit kuat sehingga semakin banyak jumlah bubuk *Chlorella* sp. yang ditambahkan maka semakin kuat rasa pahit yang ditimbulkan (Helwana *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka penulis tertarik melakukan penelitian mengenai pengaruh fortifikasi bubuk *chlorella* terhadap karakteristik mutu roti manis dan untuk mendapatkan jumlah konsentrasi terbaik penambahan bubuk *chlorella* pada roti manis.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bubuk *Chlorella vulgaris* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan, tepung terigu, telur, garam, gula, ragi roti, susu UHT, mentega (*Blue bland*), H_2SO_4 , indikator pp (Merck), NaOH 40% (Merck), H_2BO_3 (Merck), indikator *methyl red*, indikator *methyl blue*, HCl 0,1 N (Indoreagen), dan *methanol* (Merck), TCA (Merck), F_6Cl_3 (Merck), K_3Fe (Merck).

Peralatan yang digunakan pada pembuatan bubuk *Chlorella vulgaris* adalah *refrigerated centrifuge* dan *freeze dryer*. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital (Scale), kertas label, gelas ukur (Pyrex), pipet tetes, cawan porselen (Oem), oven listrik (Toaster), desikator (Duran), tabung *Erlenmeyer* (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), kertas saring, dan spektrofotometer (Optima).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu melakukan percobaan pembuatan roti manis dengan penambahan bubuk *Chlorella vulgaris*. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa bubuk *chlorella* (C_0), 0,5 % bubuk *chlorella* ($C_{0,5}$), 1,0 % bubuk *chlorella* ($C_{1,0}$), dan 1,5 % bubuk *chlorella* ($C_{1,5}$) dengan 3 kali pengulangan sehingga didapatkan 12 unit satuan percobaan. Persentase bubuk *chlorella* pada setiap perlakuan mengacu pada basis berat tepung terigu yang digunakan.

Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari 3 tahapan, yaitu 1) kultivasi chlorella 2) pembuatan roti manis, dan 3) analisis organoleptik berupa mutu hedonik (rupa, aroma, rasa, tekstur), volume pengembangan (Lestari *et al.*, 2019). Setelah dilakukan uji organoleptik kemudian didapatkan hasil terbaik dan diterima oleh konsumen lalu dilanjutkan analisa proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, lemak, serat dan karbohidrat) (AOAC, 2005).

Pengujian Organoleptik

Uji organoleptik yang digunakan adalah uji mutu hedonik dengan interval 1-9, dimana 9 merupakan nilai tertinggi. Panelis yang digunakan adalah panelis agak terlatih sebanyak 25 orang mahasiswa/i Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Panelis diminta melakukan penilaian terhadap parameter rupa, aroma, rasa dan tekstur terhadap bahan yang diuji.

Pembuatan Bubuk Chlorella

Metode pembuatan bubuk chlorella dimulai dengan kultivasi *Chlorella vulgaris* selama 12 hari. Kultivasi mikroalga chlorella sesuai metode (Iriani *et al.*, 2011). Setelah chlorella dikultivasi, lalu dipanen dan untuk mendapatkan biomassa digunakan *sentrifuge* pada kecepatan 4000 rpm selama 4 menit. Setelah itu pasta chlorella dikeringkan dengan *freeze dryer* pada suhu -50°C selama 3 hari. Chlorella yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan mortar dan saringan.

Pembuatan Roti Manis

Prosedur preparasi pembuatan roti manis chlorella sebagai berikut: susu, gula, dan ragi disiapkan. Sebanyak 70 g susu dicampurkan dengan 50 g gula pasir, lalu ditambahkan 1,25 g ragi dan diaduk hingga cairan tercampur. Didiamkan hingga cairan mengental dan berbusa (± 10 menit). Telur sebanyak 22 g dimasukkan kedalam cairan yang telah difermentasi, lalu ditambahkan tepung terigu dan chlorella (sesuai formula kombinasi). Kemudian 0,5 g garam dan mentega dimasukkan ke dalam adonan, lalu diuleni hingga kalis. Setelah kalis adonan ditutup dengan plastik wrap selama kurang lebih 1 jam hingga adonan mengembang. Adonan kemudian dibentuk dan didiamkan di loyang yang sudah diolesi mentega selama ± 30 menit agar adonan mengembang. Selanjutnya dipanggang dalam oven dengan suhu 175°C selama 20 menit.

Analisis data

Data yang diperoleh dari penelitian ini

disajikan dalam bentuk tabel dan gambar yang diolah menggunakan Microsoft excel. Kemudian, dilanjutkan dengan uji statistik dengan menggunakan ANOVA. Selanjutnya, perhitungan yang dilakukan oleh F_{hitung} yang menentukan diterima atau ditolaknya hipotesis yang telah diajukan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai organoleptik

Nilai Rupa

Hasil pengujian nilai rupa pada roti manis dengan fortifikasi bubuk chlorella dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rupa roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
C ₀	2,76	2,76	3,00	2,84 $\pm$ 0,14 ^a
C _{0,5}	6,04	5,96	5,80	5,93 $\pm$ 0,12 ^b
C _{1,0}	7,00	6,68	7,16	6,95 $\pm$ 0,24 ^c
C _{1,5}	6,60	6,76	7,56	6,97 $\pm$ 0,51 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Tabel 1. menunjukkan bahwa nilai rupa pada roti manis dengan penambahan bubuk chlorella 1,5% lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai rupa. Dimana berdasarkan analisis variansi perlakuan C_{1,5} tidak berbeda nyata dengan perlakuan C_{1,0}.

Roti manis yang difortifikasi bubuk chlorella 1,0% dan 1,5% memiliki karakteristik menarik dan hijau kecoklatan, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan C₀ dengan karakteristik putih kecoklatan. Penambahan bubuk chlorella yang bervariasi menghasilkan warna roti yang berbeda, semakin banyak bubuk ditambahkan maka warna roti manis semakin hijau. Hal ini dikarenakan kandungan klorofil yang tinggi pada chlorella sehingga dapat memberikan warna hijau alami pada roti manis. Perubahan warna adonan dan roti disebabkan oleh adanya pigmen (terutama klorofil) pada biomassa mikroalga (Skendi *et al.*, 2021).

Selain itu, perubahan warna pada roti manis dipengaruhi oleh suhu dan juga waktu pemanggangan selama di dalam oven. Selama proses pemasakan, warna hijau yang terbentuk

pada roti manis dengan suhu tinggi membuat terjadinya degradasi klorofil, dimana pada proses pemanasan dapat melepaskan ikatan ion Mg^{2+} (Koca *et al.*, 2007). Menurut Winarno (2002) rupa roti manis juga dipengaruhi oleh reaksi pencoklatan ezimatik yaitu reaksi *maillard* selama proses pengovenan karena adanya bahan gula yang ditambahkan pada proses pembuatan roti manis.

Nilai Aroma

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan nilai aroma roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai aroma pada roti manis dengan fortifikasi bubuk chlorella memiliki nilai tertinggi pada perlakuan $C_{1,5}$ (8,01%). Nilai aroma roti manis hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang nyata antar semua perlakuan.

Tabel 2. Nilai aroma roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
C_0	2,68	2,68	3,00	$2,79 \pm 0,18^a$
$C_{0,5}$	5,96	5,64	6,20	$5,93 \pm 0,28^b$
$C_{1,0}$	7,16	7,72	7,80	$7,56 \pm 0,35^c$
$C_{1,5}$	7,96	7,88	8,20	$8,01 \pm 0,17^d$

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan bubuk chlorella dengan konsentrasi berbeda dapat memberikan pengaruh pada aroma roti manis. Hal ini sejalan dengan pernyataan Helwana (2017) bahwa chlorella mempunyai aroma yang kuat, sehingga semakin banyak konsentrasi bubuk chlorella yang ditambahkan, maka semakin kuat aroma chlorella pada produk yang dihasilkan. Semakin banyak penambahan konsentrasi bubuk chlorella pada roti maka aroma daun pada roti akan semakin kuat. Menurut Hosoglu (2018) bahwa karakteristik aroma bubuk chlorella beraroma daun.

Nilai Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor yang menentukan apakah suatu produk diterima atau tidak oleh konsumen. Rasa diciptakan oleh kombinasi komposisi bahan yang digunakan dalam suatu produk makanan (Pamungkas, 2009). Ada empat rasa utama dalam penginderaan rasa manusia yaitu manis, pahit, asam dan asin serta ada respon tambahan ketika dilakukan modifikasi (Zuhra, 2006). Berdasarkan hasil uji organoleptik yang

telah dilakukan nilai rasa roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella. dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rasa roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
C_0	5,00	5,48	5,64	$5,37 \pm 0,33^b$
$C_{0,5}$	7,00	7,40	7,64	$7,35 \pm 0,32^c$
$C_{1,0}$	7,64	8,04	8,28	$7,99 \pm 0,32^c$
$C_{1,5}$	3,80	4,52	4,92	$4,41 \pm 0,57^a$

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rasa pada roti manis yang difortifikasi bubuk chlorella memiliki nilai tertinggi pada perlakuan $C_{1,0}$. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis berpengaruh nyata terhadap nilai rasa roti manis, namun perlakuan $C_{0,5}$ dan $C_{1,0}$ tidak berbeda nyata.

Berdasarkan uji organoleptik yang telah dilakukan untuk nilai rasa roti manis yang lebih disukai yaitu $C_{1,0}$ sebanyak 1% karena memiliki rasa manis khas roti manis, sedikit rasa chlorella dan tidak terasa pahit, sedangkan $C_{1,5}$ memiliki rasa pahit karena persentase bubuk chlorella yang ditambahkan sebanyak 1,5 %. Hal ini sejalan dengan penelitian Bang *et al.* (2013) bahwa *cookies* dengan penambahan bubuk *Chlorella* sp. 1% paling baik ditinjau dari segi rasa dan sifat sensoriknya. Menurut Helwana *et al.* (2017) *Chlorella* sp. memiliki kandungan klorofil yang tinggi, berwarna hijau pekat dan memiliki rasa yang cenderung pahit.

Nilai Tekstur

Sensasi tekanan yang dapat diamati melalui mulut seperti saat mengunyah, menggigit dan menelan atau melalui sentuhan dengan jari dikenal sebagai tekstur (Rakhmah, 2012). Selanjutnya menurut Yulifianti (2018) tekstur roti akan semakin keras apabila kandungan seratnya tinggi. Tekstur roti yang bagus akan terasa lembut saat disentuh dan empuk saat dimakan. Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan nilai tekstur roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai tekstur pada roti manis dengan penambahan bubuk chlorella memiliki nilai yang hampir sama dari setiap perlakuan. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis untuk semua perlakuan

C₀, C_{0,5}, C_{1,0}, C_{1,5} tidak berpengaruh nyata terhadap nilai rasa roti manis yang dihasilkan.

Tabel 4. Nilai tekstur roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
C ₀	6,52	6,44	6,68	6,55±0,12 ^a
C _{0,5}	6,44	6,84	6,76	6,68±0,21 ^a
C _{1,0}	6,36	6,76	7,24	6,79±0,44 ^a
C _{1,5}	6,76	7,08	7,08	6,97±0,18 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Analisis Proksimat

Kadar air

Mengingat kecenderungan kerusakan produk pangan, kadar air sangat penting untuk produk kering (Sachriani dan Yulianti 2021). Roti manis merupakan jenis roti semi basah yang memiliki kadar air tinggi sehingga umur simpannya pendek. Hal ini sesuai dengan pernyataan Herawati (2008) yang menyatakan bahwa kadar air merupakan faktor penting dalam menentukan berapa lama produk pangan dapat disimpan. Hasil pengujian nilai kadar air pada roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella 1% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai proksimat roti manis chlorella

Kimia	Rata-rata
Air	25,38±1,73
Abu	1,15±0,03
Protein	5,68±0,37
Lemak	4,58±0,14
Serat	2,21±0,2
Karbohidrat	61,01±2,09

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Pada Tabel 5 menunjukkan nilai proksimat roti manis dengan perlakuan terbaik yang disukai oleh konsumen, yaitu roti manis dengan difortifikasi bubuk chlorella 1% (Gambar 1). Nilai kadar air yang didapatkan pada roti manis chlorella dengan konsentrasi 1% yaitu 25,38%.



Gambar 1. Roti manis chlorella

Menurut Shahbazizadeh *et al.* (2015), molekul protein pada chlorella bersifat higroskopis yang menyebabkan pengikatan air yang terlalu banyak dan menyebabkan kadar air pada produk meningkat. Fradique *et al.* (2010) menambahkan bahwa polisakarida pada *Chlorella* sp. dapat menahan air ketika proses pembentukan adonan. Ketika chlorella ditambahkan ke dalam adonan roti, kemungkinan besar mikroalga ini akan menyerap sebagian kecil air yang ada dalam adonan yang secara langsung dapat meningkatkan total kadar air dalam roti. Berdasarkan standar mutu SNI Roti Manis 01-3840-1995 kadar air pada hasil penelitian ini memenuhi syarat mutu yang ditetapkan yaitu memiliki kadar air dibawah 40%.

Kadar Abu

Analisis proksimat yang digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi bahan pangan, salah satu komponennya adalah kadar abu total (Sachriani dan Yulianti 2021). Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis berpengaruh nyata terhadap kadar abu

Menurut SNI Roti Manis 01-3840-1995 kadar abu roti manis yaitu maksimal 1%. Sedangkan nilai kadar abu pada roti manis yang difortifikasi bubuk chlorella sebesar 1,15%. Meningkatnya kadar abu disebabkan karena adanya penambahan bubuk chlorella. Hal ini sesuai dengan pendapat Langkong (2019) bahwa semakin banyak bubuk yang ditambahkan, maka kadar abu yang dihasilkan akan meningkat. Tingginya kadar abu pada suatu bahan pangan menunjukkan seberapa banyak zat anorganik atau mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Pusuma *et al.*, 2018).

Kadar Protein

Protein mikroalga diminati dalam industri pangan karena potensinya yang besar sebagai sumber asam amino esensial (Andrade *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis berpengaruh nyata terhadap kadar protein roti manis.

Roti manis chlorella sangat baik dikonsumsi karena mengandung protein yang sangat baik untuk tubuh, dimana protein mikroalga telah menunjukkan manfaat yang sangat besar dalam menurunkan tekanan darah, menurunkan kadar kolesterol dan glikemia, mempercepat penyembuhan luka dan meningkatkan daya tahan tubuh (Andrade *et al.*, 2018). Semakin banyak jumlah bubuk chlorella yang ditambahkan pada

proses produksi roti manis, maka kandungan proteinnya akan meningkat. Hal ini sesuai pendapat Zulistiara (2018) yang mengatakan bahwa semakin banyak jumlah chlorella yang ditambahkan pada produk makanan, maka kandungan proteinnya akan meningkat. Sehingga chlorella bisa menjadi salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai kandungan protein pada roti manis.

Fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis sebesar 1% memberikan nilai kadar protein 5,68%, dimana nilai protein ini hampir sama dengan protein biskuit yang ditambahkan spirulina 2% yaitu 5,9% (Armania *et al.*, 2021). Sedangkan hasil penelitian Diprat *et al.* (2020) menunjukkan bahwa roti yang difortifikasi mikroalga *Chlorella sorokinina* sebanyak 2,5% memberikan nilai protein 7,60%. Oleh karena itu, *Chlorella vulgaris* yang ditambahkan pada roti manis memberikan hasil yang lebih baik dengan nilai ekonomis.

Kadar Lemak

Mikroalga merupakan sumber asam lemak fungsional dan esensial yang baik. Menurut Andrade *et al.* (2018) mikroalga merupakan sumber asam lemak tidak jenuh ganda rantai panjang, terutama dari omega 6 seperti asam γ -linolenat (GLA) dan asam arakidonat (AA), serta omega-3, seperti asam *eicosapentaenoic* (EPA) dan asam *docosahexaenoic* (DHA). Asam lemak omega-3 dan omega-6 dalam *Chlorella* sp. adalah asam lemak menjanjikan yang dapat menjaga kesehatan dan mencegah penyakit. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis berpengaruh nyata terhadap kadar lemak.

Roti manis yang difortifikasi bubuk chlorella memiliki nilai kadar lemak sebesar 4,58%. Peningkatan nilai kadar lemak disebabkan oleh penambahan bubuk chlorella pada produk roti manis. Lemak yang terdapat pada chlorella adalah 15,3% (Helwana *et al.*, 2017). Selain itu, kadar lemak yang terdapat pada roti manis juga dipengaruhi oleh bahan-bahan pendukung dalam proses pembuatan roti seperti penambahan telur, margarin dan juga susu *full cream*. Penggunaan margarin dan susu memiliki peranan penting untuk menghasilkan lemak, sehingga roti manis memiliki cita rasa yang enak dan tekstur yang kalis (Male *et al.*, 2017).

Kadar Serat

Menurut Ronitawati & Elvandari (2018) serat masuk ke dalam zat non-gizi yang termasuk sebagai salah satu jenis kelompok polisakarida

atau karbohidrat kompleks. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis berpengaruh nyata terhadap kadar serat.

Penambahan chlorella kedalam adonan roti dapat meningkatkan nilai kadar serat dalam roti. Kabinawa & Nyoman (2016) menambahkan kandungan serat yang terdapat dalam *Chlorella* sp. yaitu 1%. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella memiliki nilai kadar serat yang tinggi sebesar 2,21%. Menurut Menezes *et al.* (2015) makanan dengan kandungan serat yang mencapai 2-3% dapat dianggap sebagai sumber serat pangan yang baik. Penambahan bubuk chlorella dapat meningkatkan nilai kadar serat pada roti manis sehingga dapat menjadikan roti sebagai sumber serat yang baik. Hal ini sesuai dengan nilai kadar serat pada konsumsi pangan Indonesia yaitu sebesar 2,6% (Dirtjenkesmas, 2018).

Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu dari tiga zat gizi utama yang dibutuhkan tubuh manusia selain protein dan lemak. Nilai kadar karbohidrat pada roti manis yang difortifikasi dengan bubuk chlorella sebesar 61,01%. Hal ini disebabkan karena pengukuran karbohidrat ditentukan dari perhitungan karbohidrat *by difference* bukan berdasarkan suatu pengujian terhadap kandungan karbohidratnya secara langsung, yang mana secara otomatis kandungan karbohidrat ini akan mengalami penurunan bila terjadi peningkatan pada kandungan gizi lainnya (Angelicia, 2019). Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar karbohidrat.

Analisis karbohidrat dilakukan secara *by difference* yaitu hasil pengurangan dari 100 % dengan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak, serat sehingga kadar karbohidrat tergantung pada faktor pengurangannya (Pusuma *et al.*, 2018). Kadar karbohidrat dipengaruhi oleh kadar zat gizi lainnya, seperti kadar air, abu, protein, lemak dan juga serat. Peningkatan kadar gizi lainnya pada roti manis menyebabkan turunnya kadar karbohidrat.

Volume Pengembangan

Kemampuan roti manis untuk bertambah ukuran setelah proses pemanggangan disebut volume pengembangan. Hasil pengujian nilai volume pengembangan pada roti manis dengan fortifikasi bubuk chlorella dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai volume pengembangan roti manis chlorella (cm³)

Perlakuan	Rata-rata
C ₀	1,60
C _{0,5}	1,50
C _{1,0}	1,47
C _{1,5}	1,40

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa fortifikasi bubuk chlorella pada roti manis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap volume pengembangan roti manis. Daya kembang roti manis dengan penambahan bubuk chlorella sebesar 1,4-1,5 cm³.

Menurunnya kualitas pengembangan roti disebabkan oleh degradasi jaringan gluten (Fu *et al.* 2015). Gluten ini berfungsi untuk mempertahankan gas untuk mendapatkan volume dan tekstur yang diinginkan dalam sistem adonan sehingga dengan penambahan bubuk chlorella menyebabkan kandungan gluten di dalam adonan akan berkurang dan menyebabkan daya kembang roti manis berkurang.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak bubuk chlorella yang ditambahkan maka daya kembang roti mengalami penurunan. Volume roti berkurang karena melemahnya jaringan gluten yang disebabkan oleh adanya serat. Gluten mengurangi kemampuan dalam mempertahankan gas di dalam adonan, sehingga pengembangan adonan selama *proofing* akan terhambat dan mengurangi volume roti. Hasil yang sama telah diperoleh dengan bubuk yang mengandung serat dalam jumlah yang lebih tinggi yang mempengaruhi volume roti (Chen *et al.*, 2019).

4. KESIMPULAN

Fortifikasi bubuk chlorella terhadap karakteristik mutu roti manis memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik mutu organoleptik (rupa, aroma dan rasa) tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada tekstur dan volume pengembangan. Fortifikasi 1% bubuk chlorella pada pembuatan roti manis merupakan perlakuan terbaik berdasarkan hasil uji organoleptik. Roti manis yang dihasilkan memiliki karakteristik rupa tidak berjamur, menarik dan hijau kecoklatan (6,95%), aroma roti agak kuat dan sedikit aroma khas chlorella (7,56%), rasanya manis khas roti manis dan sedikit rasa chlorella (7,99%) dan tekstur empuk (6,79%) serta volume pengembangan (1,47 cm³), dengan nilai kadar air

(25,38%), abu (1,15%), protein (5,68%), lemak (4,58%), karbohidrat (61,01 %) dan serat kasar (2,21%), sehingga roti manis chlorella dapat dijadikan sebagai makanan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhamatika, A., Triardianto, D., Sucipto, A. 2022. Pelatihan Pembuatan Aneka Roti Manis dalam Kemasan kepada Siswa SMK Sunan Drajat Jember. JILPI: Jurnal Ilmiah Pengabdian dan Inovasi 1(2): 275-284.
- Anadia, R. 2022. Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Terhadap Karakteristik Mutu Roti Manis Ubi Jalar Ungu (*Ippomea batatas* L. Poiret). Doctoral dissertation, Universitas Andalas.
- Andrade, L. M., Andrade, C. J., Dias, M. 2018. *Chlorella* and *Spirulina* Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements; an Overview. MOJ Food Process Technol 6(1): 45-58.
- Angelica, M. 2019. Optimization of Nutritional Value and Formulation of Wet Noodle Using Rice Bran Flour Substitution and Yellow Pumpkin Paste Addition Based on Physicochemical and Sensory Characteristics. Doctoral dissertation. Unika Soegijapranata. Semarang.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis 16th. Association of Official Analytical Chemist. New York, Airlington: Inc
- Aprilliyanti, S., Soeprbowati, T. R., Yulianto, B. 2016. Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp. dengan Kualitas Lingkungan Perairan pada Skala Semi Masal di Jepara. Jurnal ilmu lingkungan 14(2): 77-81.
- Armania., Shendy., Hardoko, M. S. 2021. Fortifikasi Bubuk *Spirulina* sp. sebagai Sumber Karotenoid Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Biskuit. Sarjana thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Badan Pusat Statistika [BPS]. 2022. Rata-rata Pengeluaran Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Makanan Minuman Jadi Per Kabupaten/kota (Rupiah/Kapita/Minggu). https://www.bps.go.id/indicator/5_1/2123/1/rata-rata-pengeluaran-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-makananminuman-jadi-per-kabupaten-kota.htm. Diakses 20 April 2022.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia (SNI) Standar Mutu Roti (SNI 01-3840-1995). Departemen Perindustrian. Jakarta.
- Chen, Y., Zhao, L., He, T., Ou Z., Hu Z., Wang K. 2019. Effects of Mango Peel Powder on Starch Digestion and Quality Characteristics of Bread. International journal of biological macromolecules 140: 647-652.
- Dillon, G. P., Keegan, J. D., Moran, C. A. 2020. Toxicological Evaluation of An Unextracted Aurantiochytrium Limacinum Biomass, A Novel Docosaheaxaenoic Acid Rich Feed Ingredient. Food and Chemical Toxicology 141: 1-11.
- Diprat, A. B., Thys, R. C. S., Rodrigues, E., Rech, R. 2020. *Chlorella sorokiniana*: A New Alternative Source of Carotenoids and Proteins for Gluten-Free Bread. LWT Food Science and Technology 134: 1-7.
- Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI: 11.
- Fradique, M., Ana, P. B., Cristiana, N., Luisa, G., Narcisa, M. B., Anabela, R. 2010. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* Biomass in Pasta Product. Part 1: Preparation and Evaluation. Journal Science Food Agriculture 90: 1656- 1664.

- Fu, J. T., Chang, Y. H., Shiau, S. Y. 2015. Rheological, Antioxidative and Sensory Properties of Dough and Mantou (*Steamed bread*) Enriched with Lemon Fiber. *LWT-Food Science and Technology* 61(1): 56-62.
- Gaspersz, V. 2003. Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Hadiyanto, Azim, M. 2012. Mikroalga: Sumber Pangan dan Energi Masa Depan. UNDIP Press. Semarang.
- Helwana, Syahrul, Sari, N. I. 2017. Pengaruh Penambahan Tepung *Chlorella* sp. Terhadap Mutu Cookies Konsentrat Protein Ikan Gabus (*Channa Striata*). *Jurnal Online Mahasiswa* 4(1): 1-13.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(4): 124-130.
- Hosoglu, M. I. 2018. Aroma Characterization of Five Microalgae Species Using Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry/Olfactometry. *Food chemistry* 240: 1210-1218.
- Iriani, D., Hasan, B., Putra, H. S., Ghazali, T. M. 2021. Optimization of Culture Conditions on Growth of *Chlorella* sp. Newly Isolated from Bagansiapiapi Waters Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 934 (1): 1-8.
- Iriani, D., Hasan, B., Sari, N. I., Alfionita, V. 2023. Preparation of Face Mask from Microalga *Chlorella* sp. and Its Potential as Antiaging. *Pharmacognosy Journal* 15(1): 112-11.
- Iriani, D., Hasan, B., Sumarto. 2017a. Pengaruh Konsentrasi Ion Fe^{3+} yang Berbeda Terhadap Kandungan Klorofil A dan B, Karotenoid dan Antioksidan dari *Chlorella* sp. *Berkala Perikanan Terubuk* 45(1): 48-58.
- Iriani, D., Suriyaphan, O., Chaiyanate, N. 2011. Effect of Iron Concentration on Growth, Protein Content and Total Phenolic Content of *Chlorella* sp. Cultured in Basal Medium Sains Malaysiana 40 (4): 353-358.
- Iriani, D., Suriyaphan, O., Chaiyanate, N., Hasan, B., Sumarto. 2017b. Culturing of *Chlorella* sp. with Different of Iron (Fe^{3+}) Concentration in Bold's Basal Medium for Healthy and Nutritious Cookies. *Applied Science and Technology* 1 (1): 218-226.
- Kabinawa, I., Nyoman, K. 2014. Pangan dan Herbal Hayati Menyehatkan dari Mikroalga *Spirulina*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3(3): 103-110.
- Langkong, J. 2019. Pemanfaatan Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao*) Menjadi Produk Cookies Coklat. *Canrea Journal: Food Technology, Nutrition and Culinary Journal* 2(1): 44-50.
- Male, U., Naiu, A. S., Yusuf, N. 2017. Nutritional Characteristics of Sweet Potato Bread with The Addition of Seaweed Porridge. *The NIKE Journal* 5(3): 60-64.
- Mandik, Y. I., Maryuni, A. E., Asmuruf, F. A. 2022. Studi Potensi Antikanker dari Senyawa Bioaktif Mikroalga *Chlorella* sp. dengan Pendekatan Penambatan Molekuler. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi* 7(2): 19-26.
- Menezes, B. S., Coelho, M. S., Meza, S. L. R., Salas. M. M., Souza, M. R. A. Z. 2015. Macroalgal Biomass as an Additional Ingredient of Bread. *International Food Research Journal* 22(2): 812-817.
- Mufidah, A., Agustono., Sudarno., Nindarwi, D. D. 2017. Teknik Kultur *Chlorella* sp. Skala Laboratorium dan Intermediet di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 7 (2): 50-56.
- Ronitawati, P., Elvandari, M. 2018. Analisis Perbedaan Asupan Zat Gizi Berdasarkan Status Gizi Wanita Dewasa Peserta Majlis Taklim Nurul Hidayah Cipulir Kebayoran Lama Jakarta Selatan. *Nutrire Diaita* 9(2): 51-58.
- Sachriani, S., Yulianti, Y. 2021. Analisis Kualitas Sensori dan Kandungan Gizi Roti Tawar Tepung Oatmeal Sebagai Pengembangan Produk Pangan Fungsional. *JST (Jurnal Sains Terapan)* 7(2): 26-35.
- Sahrul, S., Suparmi, S., Dahlia, D. 2022. Effect of the Addition of *Chlorella* Sp. Flour on the Organoleptic Value of Boba (*Tapioca pearl*). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan* 9(1): 1-10.
- Shahbazizadeh, S. K., Khosravi., Darani, S., Sohrabvandi. 2015. Fortification of Iranian Traditional Cookies with *Spirulina platensis*. *Annual Research & Review in Biology* 7(3): 144-154.
- Sukhikh, S., Ivanova, S., Dolganyuk, V., Pilevinova, I., Prosekov, A., Ulrikh, E., Noskova, S., Michaud, P., Babich, O. 2022. Evaluation of the Prospects for the Use of Microalgae in Functional Bread Production. *Applied Sciences* 12(24): 12563.
- Widyastuti, C. R., Dewi, A. C. 2014. Sintesis Biodiesel Dari Minyak Mikroalga *Chlorella vulgaris* dengan Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 3(1): 29-33.
- Yulifianti, R. 2018. Karakteristik Roti Manis Berbahan Baku Ubijalar dan Tepung Gandum Lokal. *Buletin Palawija* 15(2): 49-56.
- Zulistiara, J., Syahrul., Sumarto. 2018. Optimasi Penambahan Tepung *Chlorella* sp. dalam Pengolahan Nata. *Jurnal Online Mahasiswa* 4(2): 1-14.