

## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN TINGKAT PENERIMAAN KONSUMEN YOGHURT YANG DIPERKAYA RUMPUT LAUT *Caulerpa lentillifera*

May Khoirunnisa Setiadi, Amir Husni\*

Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada,  
Jalan Flora Bulaksumur, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta Indonesia 55281

Diterima: 1 Februari 2024/Disetujui: 28 Maret 2024

\*Korespondensi: a-husni@ugm.ac.id

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Setiadi, M. K., & Husni, A. (2024). Aktivitas antioksidan dan tingkat penerimaan konsumen yoghurt yang diperkaya rumput laut *Caulerpa lentillifera*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(5), 417-430. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i5.53538>

### Abstrak

Rumput laut *Caulerpa lentillifera* mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan sehingga dapat diaplikasikan untuk produk pangan salah satunya adalah yoghurt. Penambahan rumput laut diharapkan dapat memberikan cita rasa dan meningkatkan aktivitas antioksidan pada yoghurt. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik penambahan rumput laut *C. lentillifera* pada yoghurt berdasarkan parameter kimia, mikrobiologi, aktivitas antioksidan, dan tingkat penerimaan konsumen. Yoghurt rumput laut dibuat dengan cara menambahkan rumput laut *C. lentillifera* dengan konsentrasi 0, 5, 10, dan 15% (v/v), kemudian dilakukan uji pH, asam laktat, bakteri asam laktat, total fenol, aktivitas antioksidan metode DPPH, dan tingkat penerimaan konsumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi, total fenol, aktivitas antioksidan, dan tingkat penerimaan konsumen yoghurt. Perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan rumput laut 5% dengan nilai pH  $3,97 \pm 0,035$ , kadar asam laktat  $1,08 \pm 0,09\%$ , jumlah bakteri asam laktat  $1,74 \times 10^8$  cfu/mL, total fenol  $39,62 \pm 0,49$  mg GAE/g, aktivitas antioksidan  $39,32 \pm 0,45\%$ , dan nilai hedonik warna ( $3,64 \pm 0,98$ ), aroma ( $3,59 \pm 0,83$ ), tekstur ( $3,44 \pm 0,91$ ), dan rasa ( $3,45 \pm 1,16$ ). Hasil uji proksimat yang meliputi kadar air, protein, lemak, dan abu pada yoghurt rumput laut telah sesuai dengan SNI 2981:2009. Penambahan rumput laut *C. lentillifera* pada pembuatan yoghurt dapat meningkatkan cita rasa dan aktivitas antioksidan.

Kata kunci: asam laktat, DPPH, hedonik, rumput laut hijau, total fenol

## Antioxidant Activity and Consumer Acceptance Level of Yogurt Enriched with *Caulerpa lentillifera* Seaweed

### Abstract

*Caulerpa lentillifera* seaweed comprises several bioactive compounds that possess health-promoting properties, which make it suitable for incorporation into food items, including yogurt. The purpose of adding seaweed to yogurt is to enhance its flavor and boost its antioxidant activity. The objective of this study was to determine the optimal concentration of *C. lentillifera* seaweed to evaluate its chemical, microbiological, and antioxidant properties, as well as to assess the level of consumer acceptance of yogurt. To achieve this, seaweed yogurt was prepared by incorporating *C. lentillifera* seaweed at concentrations of 0, 5, 10, and 15% (v/v), and the pH, lactic acid, lactic acid bacteria, total phenols, and antioxidant activity (using the DPPH method) were analyzed. In addition, the level of consumer acceptance was evaluated. The findings of this study demonstrated that disparities in the amounts of *C. lentillifera* seaweed affected the chemical and microbiological traits, including total phenols, antioxidant activity, and consumer preferences for yogurt. The optimal treatment was achieved with the addition of 5% seaweed at a pH level of  $3.97 \pm 0.035$ , lactic acid content of  $1.08 \pm 0.09\%$ , lactic acid bacteria count of  $1.74 \times 10^8$  cfu/mL, and total phenol content of  $39.62 \pm 0.49$  mg GAE/g. Additionally, the antioxidant activity value was  $39.32 \pm 0.45\%$ , and the hedonic values

for color ( $3.64 \pm 0.98$ ), aroma ( $3.59 \pm 0.83$ ), texture ( $3.44 \pm 0.91$ ), and taste ( $3.45 \pm 1.16$ ) were also favorable. According to the proximate analysis, which evaluated the moisture, protein, fat, and ash content of seaweed yogurt, the results were consistent with SNI 2981:2009. Furthermore, the inclusion of *C. lentillifera* in yogurt production enhanced both its flavor and antioxidant activity.

Keyword: DPPH, green seaweed, hedonic, lactic acid, phenolic content

## PENDAHULUAN

*Caulerpa* sp. merupakan jenis rumput laut dari kelas Chlorophyceae yang sering dikonsumsi sebagai sayuran dan lalapan di daerah tropis (Astuti *et al.*, 2021). *Caulerpa lentillifera* merupakan salah satu jenis rumput laut hijau yang mengandung  $\beta$ -karoten, xantofil, karotenoid, klorofil a dan klorofil b (Putnarubun & Valentine, 2020), juga mengandung karbohidrat, serat, protein, asam amino, asam lemak, mineral, vitamin, dan lemak yang rendah sehingga berpotensi untuk dieksplorasi sebagai makanan fungsional dan digunakan pada bidang farmasi (Nufus *et al.*, 2017; Tapotubun, 2018). *Caulerpa* sp. juga memiliki kandungan senyawa bioaktif antara lain flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenol yang dapat berfungsi sebagai senyawa antioksidan (Hidayat *et al.*, 2020; Arifianti *et al.*, 2020) dan antibakteri (Tapotubun *et al.*, 2016; Saputri *et al.*, 2019). *C. lentillifera* memiliki kandungan serat, yaitu glukomanan, mannan, xilan, polisakarida sulfat, dan pektin yang dapat dimanfaatkan untuk merangsang pertumbuhan dan meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat (Chadseesuwana *et al.*, 2021). Upaya pemanfaatan dan pengembangan (diversifikasi) rumput laut *C. lentillifera* perlu dilakukan, salah satunya pada minuman kesehatan, yaitu yoghurt. Penelitian pemanfaatan *Caulerpa* antara lain untuk sup krim instan (Puspita *et al.*, 2019), *jelly drink* (Nabillah *et al.*, 2023) dan minuman instan (Heatubun, 2022).

Yoghurt adalah olahan produk susu yang difermentasi dengan bakteri asam laktat (Gawai *et al.*, 2017). Diversifikasi produk yoghurt telah banyak dikembangkan dengan penambahan sari buah di antaranya buah lakum, buah naga, dan wortel dengan tujuan meningkatkan mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi produk (Nugroho & Wijayanti, 2021). Yoghurt telah dikenal oleh masyarakat karena manfaatnya dari sisi nutrisi dan efek kesehatan. Penambahan rumput laut pada yoghurt dapat meningkatkan cita rasa

dan memperkaya komposisi gizi sehingga dapat berfungsi sebagai pangan fungsional serta disukai oleh konsumen (Hardiana & Rudiyanasyah, 2012). Penelitian terkait penambahan rumput laut pada pembuatan yoghurt telah dilakukan di antaranya rumput laut merah *Gracilaria* sp. (Fauziah *et al.*, 2023), *Eucheuma cottonii* (Hadju *et al.*, 2021), dan *Eucheuma spinosum* (Wahyu, 2020). Penambahan rumput laut hijau *C. lentillifera* pada yoghurt belum dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik penambahan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* pada yoghurt berdasarkan parameter kimia, mikrobiologi, aktivitas antioksidan, dan tingkat penerimaan konsumen.

## BAHAN DAN METODE

### Preparasi Sampel

Rumput laut *Caulerpa lentillifera* (umur  $\pm 2$  bulan) diperoleh dari Sanggar Budidaya *Caulerpa* Kabupaten Karawang. Rumput laut segar diangkut menggunakan kantong plastik *polybag* dan disimpan dalam wadah styrofoam. Rumput laut dilakukan pengujian kadar air sebelum diolah menjadi yoghurt. Pengukuran kadar air rumput laut menggunakan alat *Moisture Analyzer*, selanjutnya sampel dicuci dengan air tawar di laboratorium hingga bersih dan dihaluskan menggunakan blender hingga homogen.

### Pembuatan Yoghurt

Proses pembuatan yoghurt mengacu pada penelitian Wahyu (2020). Susu UHT dan rumput laut yang telah dihaluskan dilakukan pemanasan hingga suhu  $90^\circ\text{C}$  dengan dipertahankan selama 5 menit. Konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* yang ditambahkan 0, 5, 10, and 15% dari jumlah susu yang digunakan (v/v). Setelah suhu turun menjadi  $40^\circ\text{C}$  ditambahkan starter cair (campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) yang diperoleh dari PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada

sebanyak 5% dari jumlah susu dan rumput laut, kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 45°C selama 8 jam. Yoghurt yang dihasilkan dilakukan pengujian nilai pH, asam laktat, bakteri asam laktat (BAL), kadar proksimat, total fenol, aktivitas antioksidan, dan tingkat penerimaan konsumen. Komposisi bahan yoghurt yang diperkaya *C. lentillifera* dapat dilihat pada *Table 1*.

### Pengujian pH

Pengujian pH yoghurt dilakukan menggunakan pH meter digital (Ohaus) yang telah dikalibrasi mengacu pada metode yang dijelaskan oleh Agustina *et al.* (2015). Ujung indikator katoda pH meter dicelupkan ke dalam sampel yoghurt yang akan diukur kemudian ditunggu hingga skala pH meter stabil untuk mendapatkan nilai pH yang akurat. Katoda dibilas menggunakan akuades dan dibersihkan dengan tisu kering untuk setiap pengukuran sampel yoghurt.

### Pengujian Total Asam

Pengujian total asam dilakukan untuk mengetahui kadar asam yang terkandung pada yoghurt rumput laut *C. lentillifera*. Analisis total asam mengacu pada metode Rohman *et al.* (2019). Sampel 10 mL dimasukkan ke labu ukur 100 mL, ditambahkan akuades hingga batas tera dan dihomogenkan. Sampel diambil 10 mL, dimasukkan ke Erlenmeyer, ditetesi indikator fenolftalein 1% sebanyak 2-3 tetes lalu dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga sampel terbentuk warna merah muda. Perhitungan total asam menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar asam (\%)} = \frac{\text{Vol A} \times \text{N B} \times \text{FP} \times \text{BE C}}{\text{Vol D} \times 1.000} \times 100$$

Keterangan:

Vol A	= volume NaOH (mL)
N B	= normalitas NaOH 0,1 N
FP	= faktor pengenceran
BE C	= berat ekuivalen (90,08)
Vol D	= volume sampel (mL)

### Pengujian Bakteri Asam Laktat

Pengujian BAL mengacu pada metode Dewi & Purnamayati (2021). Sampel yoghurt 1 mL dimasukkan ke dalam 9 mL larutan NaCl 0,85% dan dihomogenkan dari pengenceran  $10^{-1}$  hingga mencapai  $10^{-7}$ . Larutan masing-masing diambil 1 mL dari pengenceran  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ , dan  $10^{-7}$ , dimasukkan ke petridish steril, dituangkan 10 mL MRS agar steril bersuhu 45°C ke dalam petridish yang telah berisi sampel, dihomogenkan dengan cara memutar petri seperti angka 8, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Total koloni BAL dihitung dengan rumus berikut:

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n1) + (0,1 \times n2)] \times d}$$

Keterangan:

N	= jumlah koloni produk (koloni/mL)
$\Sigma C$	= jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung
n1	= jumlah cawan pengenceran pertama yang dihitung
n2	= jumlah cawan pengenceran kedua yang dihitung
d	= pengenceran pertama yang dihitung

### Pengujian Total Fenol

Metode uji total fenol dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Sinurat & Suryaningrum (2019). Sampel yoghurt rumput laut sesuai perlakuan dan yoghurt komersial disentrifugasi (3.000 rpm, 40 menit) kemudian supernatan diambil sebanyak 1

Table 1 Formulation of *C. lentillifera* seaweed yogurt ingredients

Tabel 1 Formulasi bahan yoghurt rumput laut *C. lentillifera*

Seaweed concentration (%)	UHT milk (mL)	<i>C. lentillifera</i> seaweed (mL)	Starter ( <i>L. bulgaricus</i> and <i>S. thermophilus</i> ) (mL)
0	500	0	25.00
5	500	25	26.25
10	500	50	27.50
15	500	75	28.75

mL, ditambahkan 1 mL etanol 96%, 5 mL akuades dan 0,5 mL reagen Folin Ciocalteu 50%. Larutan campuran didiamkan selama 5 menit, ditambahkan 1 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5%, dihomogenkan dan diinkubasi dalam kondisi gelap selama satu jam. Standar asam galat dengan konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm digunakan sebagai kurva standar dengan membuat persamaan garis dari nilai absorbansi larutan asam galat. Selanjutnya, larutan standar dan sampel diukur dengan spektrofotometer UV-Vis (GENESYS 10S UV-Vis) pada  $\lambda = 725$  nm. Data absorbansi sampel dimasukkan ke dalam persamaan garis tersebut sehingga diperoleh nilai kandungan total fenol yang dinyatakan dalam mg GAE/g. Rumus perhitungan kandungan total fenol sebagai berikut:

$$\text{Kandungan total fenol} = \frac{x \cdot v}{m}$$

Keterangan:

$x$  = konsentrasi larutan uji (mg/mL)

$v$  = volume larutan uji (mL)

$M$  = massa larutan uji (g)

### Pengujian Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan mengacu pada penelitian Muthia *et al.* (2019). Sampel 0,2 g ditambahkan 10 mL etanol 95%, divortex, disentrifugasi (3.000 rpm, 30 menit) sehingga terpisah ekstrak antioksidan/filtrat dengan endapan. Sampel sebanyak 22  $\mu\text{L}$  dimasukkan ke dalam *microplate 96-well*, ditambah 200  $\mu\text{L}$  larutan DPPH (25 mg/L). Selanjutnya, larutan tersebut diinkubasi selama 2 jam di ruang gelap. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 515 nm menggunakan *elisa reader*. Blangko yang digunakan adalah etanol. Nilai aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

$A$  = aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (%)

$B$  = absorbansi blangko

$C$  = absorbansi sampel

### Pengujian Hedonik

Uji hedonik digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan dari suatu produk dengan memberikan penilaian

atau skor terhadap sifat/atribut tertentu (ketampakan, bau/aroma, rasa, dan tekstur) (Tarwendah, 2017). Pengujian hedonik mengacu pada penelitian Suryono *et al.* (2018). Pengujian ini menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 80 orang dengan rentang usia 16-60 tahun yang berstatus sebagai pelajar/siswa, mahasiswa, ibu rumah tangga, pegawai swasta/wiraswasta, serta pegawai negeri. Sampel yoghurt masing-masing perlakuan dituangkan ke dalam *cup* plastik sebanyak 10 mL. Panelis memberikan penilaian dengan mengisi lembar *scoresheet* untuk parameter rasa, warna, aroma, dan ketampakan. Skala penilaiannya yang digunakan, yaitu 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (agak suka), 2 (tidak suka), dan 1 (sangat tidak suka).

### Analisis Proksimat

Pengujian komposisi kimia berdasarkan analisis proksimat mengacu pada AOAC (2005) meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar abu. Analisis proksimat dilakukan pada perlakuan terbaik sampel yoghurt rumput laut.

### Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap 3 ulangan dengan variabel bebas yaitu perbedaan konsentrasi rumput laut *C. lentilifera*, sedangkan untuk variabel terikat yaitu pH, total asam laktat, bakteri asam laktat, aktivitas antioksidan, total fenol, proksimat, dan tingkat penerimaan konsumen yoghurt rumput laut. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel 2016 dan IBM SPSS Statistics 25. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test digunakan untuk mengetahui distribusi data. Jika data berdistribusi normal maka diuji lanjut dengan ANOVA, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal maka diuji lanjut dengan Kruskal-Wallis Test. Data pH, total asam laktat, bakteri asam laktat, uji aktivitas antioksidan metode DPPH, dan uji total fenol dianalisis menggunakan ANOVA. Jika hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) maka dianalisis dengan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Uji tingkat penerimaan konsumen dianalisis menggunakan Kruskal-

Wallis Test dan uji lanjut menggunakan Mann-Whitney Test untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Yoghurt rumput laut dibuat dengan cara menambahkan rumput laut *C. lentillifera* dengan konsentrasi 0, 5, 10, dan 15%. Yoghurt dilakukan uji pH, asam laktat, bakteri asam laktat, total fenol, dan aktivitas antioksidan. Hasil uji disajikan pada *Table 2*.

### Tingkat Keasaman (pH)

Hasil analisis pH yoghurt rumput laut *C. lentillifera* dapat dilihat pada *Table 2*. Berdasarkan hasil analisis varian, perbedaan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* tidak berpengaruh nyata terhadap pH yoghurt ( $p > 0,05$ ), namun berbeda nyata terhadap pH yoghurt komersial. Rata-rata nilai pH yoghurt *C. lentillifera* berkisar 3,93-4,02. Nilai pH dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat yang ditambahkan untuk membantu memecah senyawa kompleks. Bakteri asam laktat akan memproduksi asam laktat, asam sitrat, dan asam asetat saat fermentasi akan menyebabkan pH yoghurt turun (Fauziah *et al.*, 2023). Perbedaan konsentrasi rumput laut penelitian ini tidak berpengaruh nyata pada pH. Hal ini kemungkinan besar karena jumlah bakteri asam laktat yang ditambahkan pada masing-masing perlakuan bernilai sama, yaitu 5% dari jumlah susu dan rumput laut. Nilai

pH yang dihasilkan dari setiap perlakuan telah sesuai dengan Food Standards Australia New Zealand (2014) yang menyatakan bahwa pH yoghurt yang baik memiliki nilai maksimum 4,5.

Phisita (2022) menyatakan bahwa yoghurt susu sapi dengan penambahan buah naga merah konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50% memiliki nilai pH berkisar 3,01-4,01. Setianto *et al.* (2016) melaporkan bahwa yoghurt susu sapi yang ditambahkan ekstrak salak pondoh konsentrasi 1, 2, 3, dan 4% memiliki nilai pH berkisar 3,7-3,81. Nilai pH yoghurt dengan penambahan ekstrak buah bit sebanyak 1,2,3, dan 4% memiliki pH yang berkisar antara 3,79-3,92 (Ismawati *et al.*, 2017).

### Kadar Total Asam

Hasil analisis kadar total asam yoghurt rumput laut *C. lentillifera* dapat dilihat pada *Table 2*. Berdasarkan hasil analisis varian, perbedaan konsentrasi rumput laut berpengaruh nyata terhadap total asam yoghurt. Hasil uji perbandingan berganda (uji Tukey) menunjukkan bahwa perlakuan 0% tidak berbeda nyata dengan 5% dan 10%, namun berbeda nyata dengan 15%. Kadar total asam yoghurt rumput laut pada perlakuan 0, 5, 10, dan 15% berturut-turut yaitu 1,02, 1,08, 1,17, dan 0,78%, sedangkan yoghurt komersial sebesar 0,78%. Hasil kadar total asam pada yoghurt dengan penambahan rumput laut telah memenuhi syarat mutu SNI.

Table 2 Effect of *C. lentillifera* seaweed concentration on pH, lactic acid, total of lactic acid bacteria, total phenolic content, and antioxidant activity of yogurt

Tabel 2 Pengaruh penambahan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* terhadap pH, asam laktat, bakteri asam laktat, kadar total fenol dan aktivitas antioksidan yoghurt

Seaweed concentration (%)	pH	Lactic acid (%)	Total of lactic acid bacteria (cfu/mL)	Total phenolic content (mg GAE/g)	Antioxidant activity (%)
0	4.02±0.00 <sup>a</sup>	1.02±0.05 <sup>b</sup>	1.66x10 <sup>8b</sup>	35.85±0.49 <sup>a</sup>	23.86±0.78 <sup>a</sup>
5	3.97±0.03 <sup>a</sup>	1.08±0.09 <sup>bc</sup>	1.74x10 <sup>8c</sup>	39.62±0.49 <sup>b</sup>	39.32±0.45 <sup>b</sup>
10	3.94±0.04 <sup>a</sup>	1.17±0.09 <sup>bc</sup>	1.88x10 <sup>8d</sup>	43.93±0.51 <sup>c</sup>	53.33±2.32 <sup>c</sup>
15	3.94±0.04 <sup>a</sup>	1.26±0.09 <sup>c</sup>	2.02x10 <sup>8e</sup>	48.42±0.28 <sup>d</sup>	68.10±0.40 <sup>d</sup>
Commercial	4.61±0.03 <sup>b</sup>	0.78±0.05 <sup>a</sup>	1.13x10 <sup>6a</sup>	35.20±1.26 <sup>a</sup>	24.83±1.19 <sup>a</sup>
SNI 2981:2009	-	0.50-2.00	1.00x10 <sup>7</sup>	-	-

Different letters in the same column indicate significant differences between treatments ( $p < 0.05$ )



Syarat mutu total asam yoghurt berdasarkan SNI (2981:2009) sebesar 0,5-2,0% (BSN, 2009). Jenis asam yang mendominasi produk yoghurt *C. lentillifera* adalah asam laktat karena menggunakan bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Kedua bakteri tersebut merupakan bakteri kelompok homofermentatif yang menghasilkan asam laktat hampir 90% (Hafsah & Astriana, 2012).

Table 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi rumput laut dari perlakuan 0% ke 15% meningkatkan kadar total asam. Kadar total asam berbanding terbalik dengan pH. Mustika *et al.* (2019) menyatakan bahwa nilai pH dan nilai total asam tertitrisasi berbanding terbalik. Semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi nilai total asam tertitrisasi. Hafsah & Astriana (2012) menyatakan bahwa bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* merupakan bakteri kelompok homofermentatif yang menghasilkan asam laktat hampir 90%. Kombinasi bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* akan menghasilkan asam laktat yang lebih cepat dibandingkan dengan kultur tunggal (Dewi & Purnamayati, 2021). Hendarto *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pembentukan asam laktat oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terjadi melalui proses konversi glukosa menjadi asam laktat yang berlangsung secara anaerob. Kondisi optimal bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* untuk menghasilkan asam laktat melalui fermentasi, yaitu pada suhu inkubasi 42°C. Fermentasi berlangsung pada suhu 45°C pada penelitian ini yang merupakan suhu optimal untuk kedua strain bakteri dalam menghasilkan asam laktat. Asam laktat berperan dalam memberikan rasa yoghurt dan membuat kandungan asam total menjadi lebih rendah.

Dewi & Purnamayati (2021) melaporkan bahwa yoghurt *C. racemosa* dengan perlakuan bakteri yang berbeda, yaitu *L. bulgaricus* (A), *S. thermophilus* (B), *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (C) menghasilkan yoghurt dengan total asam tertitrisasi sebesar 0,64–0,71%. Yoghurt dengan penambahan wortel konsentrasi 0, 10, 15, 20, dan 25% menghasilkan total asam tertitrisasi sebesar 0,57-0,67% (Nugroho & Wijayanti, 2021). Yoghurt dengan penambahan *puree*

ubi jalar ungu menghasilkan nilai total asam tertitrisasi 1,16-1,26% (Mustika *et al.*, 2019).

### Bakteri Asam Laktat

Hasil pengujian total bakteri asam laktat pada penelitian ini ditunjukkan pada Table 2. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat ( $p < 0,05$ ). Hasil uji perbandingan berganda (uji Tukey) menunjukkan bahwa setiap perlakuan penambahan konsentrasi rumput laut berpengaruh nyata dengan perlakuan lainnya.

Total BAL tertinggi diperoleh pada penambahan konsentrasi rumput laut 15%, yaitu  $2,02 \times 10^8$  cfu/mL, sedangkan total BAL terendah pada yoghurt rumput laut diperoleh pada penambahan konsentrasi 0% yaitu  $1,66 \times 10^8$  cfu/mL. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* maka semakin tinggi total BAL yoghurt yang dihasilkan. Yoghurt yang ditambahkan rumput laut *C. lentillifera* mengalami pertumbuhan bakteri asam laktat yang lebih baik dibandingkan dengan yoghurt tanpa penambahan rumput laut. *C. lentillifera* memiliki polisakarida yang dapat dimanfaatkan untuk merangsang pertumbuhan dan meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam saluran pencernaan. *C. lentillifera* memiliki kandungan serat di antaranya glukomanan, mannan, xilan, polisakarida sulfat, dan pektin yang mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat. Chadseesuan *et al.* (2021) melaporkan bahwa penambahan 3,5% ekstrak *C. lentillifera* pada media kultur bakteri asam laktat menunjukkan hasil yang mirip dengan penambahan 3,5% fruktooligosakarida (FOS). FOS merupakan jenis prebiotik komersial yang telah banyak digunakan dalam mendukung pertumbuhan BAL. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa *C. lentillifera* adalah prebiotik yang bermanfaat sebagai media bakteri probiotik.

Total BAL yang didapatkan sesuai dengan standar SNI 2891:2009 yaitu minimum  $1,00 \times 10^7$  cfu/mL. BAL yang digunakan penelitian ini, yaitu *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*. Dewi & Purnamayati (2021) menyatakan bahwa yoghurt *C. racemosa* dengan perlakuan bakteri *L. bulgaricus* dan

*S. thermophilus* (C) menghasilkan total BAL sebesar  $1,00 \times 10^7$  cfu/mL. Yoghurt dengan penambahan buah lakum selama proses inkubasi mengandung total BAL sebesar  $2,20 \times 10^4 - 4,50 \times 10^7$  cfu/mL (Rahayunia & Mukarlina, 2018). Yoghurt komersial diperoleh total BAL sebesar  $1,13 \times 10^6$  cfu/mL. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Indriani & Sulandari (2013), yoghurt komersial memiliki total BAL sebesar  $8,60 \times 10^6$  cfu/mL. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Widhyasih *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa yoghurt komersial dengan merek berbeda memiliki total BAL sebesar  $1,39 \times 10^9$  cfu/mL.

### Kadar Total Fenol

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi *C. lentillifera* dalam pembuatan yoghurt berpengaruh nyata terhadap kandungan total polifenol ( $p < 0,05$ ). Hasil uji perbandingan berganda (uji Tukey) menunjukkan bahwa setiap perlakuan penambahan konsentrasi rumput laut berpengaruh nyata dengan perlakuan lainnya.

Saputri *et al.* (2019) menyatakan bahwa *Caulerpa* sp. mempunyai kandungan senyawa bioaktif antara lain flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenol yang dapat berfungsi sebagai senyawa antioksidan. Kenaikan total fenol dapat terjadi karena terbentuknya senyawa fenolik selama proses fermentasi. Peningkatan jumlah senyawa fenol selama fermentasi diduga karena *Lactobacillus* memiliki enzim *ferulic acid reductase* dan *vinyl phenol reductase* untuk mendegradasi asam ferulat dan asam sinamat yang merupakan komponen polisakarida dinding sel menjadi *4-vinyl phenol* dan *4-vinyl guaiacol*. Asam sinamat merupakan senyawa fenol yang berfungsi sebagai antioksidan alami sedangkan asam ferulat merupakan turunan dari golongan asam hidroksi sinamat yang merupakan senyawa aktif dan bersifat antioksidan (Antarlina, 2020). Maharani *et al.* (2021) melaporkan bahwa yoghurt yang diperkaya air seduhan teh hitam dan teh hijau selama fermentasi memiliki total fenol sebesar 58,37-105,97 mg GAE/g.

### Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis aktivitas antioksidan pada yoghurt dengan penambahan konsentrasi *C. lentillifera* yang berbeda dapat dilihat pada *Table 2*. Perlakuan penambahan konsentrasi rumput laut berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan yoghurt ( $p < 0,05$ ) dan setiap perlakuan penambahan konsentrasi rumput laut berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Aktivitas antioksidan terendah diperoleh pada yoghurt dengan perlakuan 0% dengan nilai sebesar 23,86%, sedangkan untuk nilai tertinggi diperoleh pada yoghurt dengan perlakuan 15% dengan nilai sebesar 68,10%. Aktivitas antioksidan pada perlakuan 0% tidak berbeda nyata dengan yoghurt komersial (24,83%).

*Table 2* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *C. lentillifera* maka aktivitas antioksidannya juga mengalami peningkatan. Peningkatan aktivitas antioksidan berkaitan dengan total fenol. Purba *et al.* (2018) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan yang meningkat pada minuman kefir anggur merah dikarenakan pada saat fermentasi terbentuk senyawa fenol yang akan meningkatkan aktivitas antioksidan. Yoghurt beku kacang merah dengan penambahan ekstrak kulit buah naga memiliki kadar antioksidan sebesar 24,27-26,87% (Kusuma *et al.*, 2022). Peningkatan konsentrasi senyawa antioksidan yang digunakan ditandai dengan pembentukan warna kuning pekat. Hal ini dikarenakan semakin banyak atom hidrogen yang berpasangan dengan elektron bebas dari radikal DPPH membentuk molekul DPPH yang stabil (Nurhidayati *et al.*, 2020).

### Uji Hedonik

Tingkat kesukaan yoghurt dilakukan dengan memberikan penilaian atau skor terhadap sifat/atribut dengan uji hedonik (*Table 3*). Pengujian ini menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 80 orang. Panelis memberikan penilaian terhadap parameter rasa, warna, aroma, dan ketampakan yoghurt. Skala penilaiannya yang digunakan, yaitu 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (agak suka), 2 (tidak suka), dan 1 (sangat tidak suka).

Table 3 Effect of *C. lentillifera* seaweed concentration on the level of preference for color, aroma, texture and tasteTabel 3 Pengaruh penambahan konsentrasi rumput laut *C. lentillifera* terhadap tingkat penerimaan warna, aroma, tekstur, dan rasa

Seaweed concentration (%)	Level of preference for			
	Color	Aroma	Texture	Taste
0	3.54±0.81 <sup>a</sup>	3.63±1.00 <sup>a</sup>	3.80±0.77 <sup>a</sup>	3.34±1.05 <sup>a</sup>
5	3.64±0.98 <sup>a</sup>	3.59±0.84 <sup>a</sup>	3.44±0.91 <sup>b</sup>	3.45±1.17 <sup>a</sup>
10	3.15±1.04 <sup>b</sup>	3.43±0.84 <sup>a</sup>	3.11±0.81 <sup>c</sup>	2.88±0.91 <sup>b</sup>
15	2.89±1.10 <sup>b</sup>	3.00±0.95 <sup>b</sup>	3.85±0.78 <sup>d</sup>	2.51±0.93 <sup>c</sup>
Commercial	3.51±1.21 <sup>a</sup>	3.70±1.04 <sup>a</sup>	3.83±0.95 <sup>a</sup>	3.30±1.02 <sup>a</sup>

Different letters in the same column indicate significant differences between treatments ( $p < 0.05$ )

### Warna

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi rumput laut pada pembuatan yoghurt berpengaruh nyata terhadap warna yoghurt (Table 3). Pengujian hedonik pada atribut warna menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan *C. lentillifera* 0% dan 5% dengan nilai rata-rata 3,54 dan 3,64 dan terendah perlakuan 15% dengan nilai rata-rata 2,89 (agak suka). Warna yang paling disukai oleh panelis, yaitu warna yoghurt yang tidak terlalu pekat/hijau. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut yang ditambahkan maka warna tidak menyatu dan membentuk warna hijau pekat, sebaliknya jika tidak diberi rumput laut maka warna yoghurt putih kekuningan. Warna putih kekuningan masih disukai panelis karena panelis sudah terbiasa melihat yoghurt plain. Nilai atribut warna yoghurt yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Husni *et al.* (2015) dengan penambahan ekstrak *Sargassum polycystum* (3,30). Rahayunia & Mukarlina (2018) menyatakan bahwa penambahan buah lakum menghasilkan yoghurt dengan atribut warna tertinggi pada konsentrasi 0% dan 6%.

### Aroma

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan rumput laut 0%, 5%, dan 10% tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata pada perlakuan 15% (Table 3). Perlakuan 0-10% dinilai agak suka oleh panelis dan perlakuan 15% dinilai tidak suka

oleh panelis. Perlakuan penambahan rumput laut 15% tidak disukai oleh panelis karena disamping aroma khas yoghurt, yaitu asam, juga ada sedikit aroma amis. Aroma yang muncul pada yoghurt yang ditambahkan *C. lentillifera* merupakan hasil proses penguraian sumber polisakarida oleh bakteri asam laktat. Hasil fermentasi bakteri tersebut menghasilkan aroma asam segar khas yoghurt dan sedikit aroma amis *C. lentillifera*. Aroma khas yoghurt disebabkan adanya produksi asam laktat, asetaldehida, dan senyawa volatil yang dihasilkan saat fermentasi (Basuki *et al.*, 2018). Aroma khas rumput laut lebih dominan pada yoghurt yang dihasilkan sehingga menimbulkan bau amis. Bau amis dari rumput laut belum bisa diterima oleh panelis. Hal ini sesuai dengan penelitian Husni *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa penambahan rumput laut *S. polycystum* memberikan pengaruh nyata terhadap aroma yoghurt rumput laut. Bau amis yang ditimbulkan belum tertutup meskipun telah menggunakan essen pandan karena memiliki aroma yang lebih kuat.

### Tekstur

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi rumput laut pada pembuatan yoghurt berpengaruh nyata terhadap tekstur yoghurt (Table 3). Nilai tertinggi pada pengujian hedonik atribut tekstur, yaitu yoghurt komersial (3,83). Tekstur yoghurt dengan perlakuan kontrol (0%) menghasilkan nilai tekstur sebesar 3,80 yang tidak berbeda nyata terhadap tekstur



yoghurt komersial. Yoghurt komersial lebih disukai oleh panelis karena menggunakan pengental gelatin sehingga teksturnya lebih kental. Perlakuan yang paling mendekati yoghurt komersial dan perlakuan kontrol adalah yoghurt dengan perlakuan 5%. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak penambahan rumput laut pada yoghurt maka tekstur yoghurt semakin tidak disukai dikarenakan terlalu cair atau encer. Hal ini dapat disebabkan karena semakin banyak rumput laut yang ditambahkan semakin tinggi pula asam laktat yang dihasilkan (Table 2) sehingga tekstur yoghurt semakin encer.

Husni *et al.* (2015) melaporkan bahwa yoghurt dengan penambahan ekstrak *S. polycystum* memiliki nilai tekstur tertinggi yaitu 3,23 pada perlakuan 0%. Nilai tersebut masih lebih kecil jika dibandingkan yoghurt *C. lentillifera*. Kusuma *et al.* (2023) menyatakan bahwa yoghurt dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah memiliki rata-rata nilai 3,30-4,60 pada parameter tekstur dengan nilai terbaik pada konsentrasi 6%.

### Rasa

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi rumput laut pada pembuatan yoghurt berpengaruh nyata terhadap rasa yoghurt (Table 3). Perlakuan 0%, 5%, dan komersial tidak berbeda nyata, namun perlakuan 10% dan 15% berbeda nyata. Panelis memberikan penilaian tertinggi pada perlakuan 0%, 5%, dan komersial dengan skala penilaian agak suka. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi rumput laut *C. lentillifera*, maka semakin tidak disukai panelis. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan rumput laut dapat meningkatkan kekentalan sehingga berpengaruh pada rasa (Handayani *et al.*, 2011). Selain itu dengan semakin banyaknya rumput laut yang ditambahkan mengakibatkan *water holding capacity* (WHC) juga tinggi akibat pembengkakan hidrokoloid dan berkurangnya kadar air serta meningkatkan kepadatan disekitar matrik protein (Tricahyo *et al.*, 2012). Yoghurt dengan penambahan ekstrak *S. polycystum* yang terlalu tinggi kurang disukai panelis karena menimbulkan rasa pahit pada yoghurt (Husni *et al.*, 2015).

Rasbawati *et al.* (2019) menyatakan bahwa penambahan sari buah mengkudu membuat yoghurt yang dihasilkan memiliki rasa yang semakin asam dan berpengaruh pada kesukaan panelis.

### Komposisi Kimia

Analisis proksimat dilakukan pada yoghurt rumput laut *C. lentillifera* dengan perlakuan terbaik dilihat dari karakteristik kimia dan mikrobiologi, aktivitas antioksidan dan tingkat penerimaan konsumen. Nilai pH, total asam tertitrasi dan total bakteri asam laktat yoghurt pada semua perlakuan sudah sesuai dengan standar menurut SNI 2981:2009 (BSN, 2009), penerimaan konsumen terbaik yaitu perlakuan 0% dan 5%, dan aktivitas antioksidan 5% lebih baik daripada 0%, sehingga perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu penambahan konsentrasi rumput laut 5%. Hasil uji proksimat perlakuan terbaik yoghurt rumput laut *C. lentillifera* dapat dilihat pada Table 4.

### Kadar air

Kadar air yoghurt *C. lentillifera* pada perlakuan terbaik memiliki nilai sebesar 86,72%. Kadar air yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan hasil penelitian Phisita (2022) yaitu 90,025% dan Nugroho & Wijayanti (2021), yaitu 88,96-92,58%. Nalu *et al.* (2021) menyatakan bahwa nilai kadar air pada suatu produk pangan dipengaruhi oleh proses pengolahan yang dilakukan di antaranya pasteurisasi dan fermentasi. Penambahan rumput laut juga memengaruhi kadar air yang terkandung dalam yoghurt. Semakin tinggi kadar air maka yoghurt yang dihasilkan akan semakin cair. Air yang tinggi dalam suatu bahan dapat menyebabkan bakteri, kapang, dan khamir mudah berkembang biak (Sandjaja *et al.*, 2009).

### Kadar protein

Kadar protein yoghurt rumput laut *C. lentillifera* pada perlakuan terbaik memiliki nilai sebesar 2,93%. Hasil tersebut telah sesuai dengan ketentuan dari standar mutu yoghurt menurut SNI 2981:2009, yaitu minimal 2,7%. Kadar protein yang dihasilkan sama dengan penelitian kadar protein pada yoghurt starter

Table 4 Chemical composition of *C. lentillifera* seaweed yogurt in 5% concentration  
Tabel 4 Komposisi kimia yoghurt rumput laut *C. lentillifera* pada konsentrasi 5%

Parameter	<i>C. lentillifera</i> yogurt (%)	SNI 2981:2009 (%)
Moisture	86.72±0.29	-
Protein	2.93±0.04	Min 2.7
Fat	2.40±0.19	0.6-2.9
Ash	0.70±0.03	Max. 1

dengan penambahan buah naga merah 50% (v/v) sebesar 2,97% (Phisita, 2022). Nilai rata-rata kadar protein yoghurt dengan penambahan sari wortel sebesar 2,97-4,89% (Nugroho & Wijayanti, 2021). Protein yang dihasilkan pada yoghurt dipengaruhi dari kandungan protein yang terdapat dalam bahan baku. Semakin banyak bahan baku yang mengandung protein maka semakin besar protein dalam suatu produk (Iyyah *et al.*, 2019). Kadar protein juga dipengaruhi oleh total bakteri asam laktat. Semakin banyak jumlah mikroba yang terdapat pada yoghurt maka semakin tinggi kandungan proteinnya karena sebagian besar komponen penyusun mikroba adalah protein (Paramita & Arihantana, 2017).

### Kadar lemak

Kadar lemak yoghurt perlakuan terbaik sebesar 2,40%. Hasil ini memenuhi standar mutu SNI 2981:2009, yaitu 0,6-2,9%. Phisita (2022) menyatakan bahwa kadar lemak pada yoghurt dengan penambahan buah naga pada konsentrasi 50% (v/v) sebesar 1,9%. Wardhani *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar lemak yoghurt dengan susu jagung yang ditambahkan susu skim sebanyak 5% (v/v) sebesar 1,89%. Yoghurt susu sapi dengan starter dadih 10% dan penambahan ekstrak daun pandan 9% memiliki kadar lemak sebesar 2% (Fitriana, 2021). Kadar lemak yoghurt dari ketiga penelitian tersebut lebih rendah daripada kadar lemak yoghurt *C. lentillifera* dikarenakan perbedaan jenis susu dan jumlah starter yang digunakan. Menurut Iyyah *et al.* (2019), kadar lemak yang terkandung pada produk yoghurt tergantung dari bahan baku yang digunakan dalam pembuatan yoghurt. Susu yang digunakan yaitu susu *full cream* yang mengandung lemak yang cukup tinggi.

### Kadar abu

Kadar abu yoghurt perlakuan terbaik sebesar 0,70%. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar mutu yoghurt menurut SNI 2981:2009 dengan nilai maksimal, yaitu 1%. Kasmiyetti *et al.* (2021) menyatakan bahwa kadar abu yoghurt sari buah naga merah konsentrasi 25% dengan susu sapi sebesar 0,86%. Yoghurt dengan starter dadih 10% dengan penambahan daun pandan sebesar 9% memiliki kadar abu sebesar 0,90% (Fitriana, 2021). Kadar abu pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu dari kedua penelitian. Kandungan abu pada bahan pangan tergantung pada jenis bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu yang berbeda dapat dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terkandung dalam bahan dalam pembuatan yoghurt. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam, yaitu garam organik dan garam anorganik (Triana *et al.*, 2019).

### KESIMPULAN

Yoghurt dengan perlakuan terbaik dan paling disukai, yaitu penambahan rumput laut *C. lentillifera* 5%. Aktivitas antioksidan, total asam tertitrasi, dan bakteri asam laktat semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi rumput laut *C. lentillifera*, namun penilaian hedonik semakin rendah pada yoghurt.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada melalui pendanaan Program Penelitian Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa dengan nomor kontrak: 3167/UN1/FPN/KU/KU.02.05/2023 pada tanggal 17 April 2023 atas nama Prof. Dr. Sc. Amir Husni, S.Pi., M.P.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Y., Rudi, K., & Aman, S. P. (2015). Pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar laktosa, lemak, pH dan keasaman pada susu sapi yang difermentasi menjadi yogurt. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 12(2), 97-100.
- Antarlina, S. S. (2020). Peluang minuman kombucha sebagai pangan fungsional. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 184-200.
- [AOAC] Association of Analytical Chemist Publisher. (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemist.
- Arifianti, A. E., Putri, R. C., Ekaputri, S. H., Aqilah, W. N., & Anwar, E. (2020). Nilai *sun protection factor* anggur laut segar dengan metode dan jenis pelarut ekstraksi yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 31-37. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30692>
- Astuti, N. A., Cokrowati, N., & Mukhlis, A. (2021). Cultivation of seagrapes (*Caulerpa lentillifera*) in controlled containers with the addition of different doses of fertilizers. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.31258/jocos.2.1.1-6>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 2981:2009. Yogurt.
- Basuki, E. K., Nurismanto, R., & Suharfiyanti, E. (2018). Kajian proporsi kacang merah (*Phaseolus vulgaris* l.) dan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) pada pembuatan yoghurt. *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(2), 72-81. <https://doi.org/10.33005/jtp.v12i2.1291>
- Chadseesuwana, U., Puthong, S., & Deetae, P. (2021). Growth promotion of some lactic acid bacteria by crude extract of *Spirogyra* sp., *Cladophora* sp., *Caulerpa lentillifera* and *Caulerpa corynephora*. *Food Research*, 4(4), 81-86. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S4\).011](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S4).011)
- Dewi, E. N., & Purnamayati, L. (2021). Characterization of *Caulerpa racemosa* yogurt processed using *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Food Research*, 5(3), 54-61. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S3\).008](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S3).008)
- Fauziah, A. N., Dewi, E. N., & Purnamayati, L. (2023). Karakteristik yoghurt rumput laut dengan konsentrasi *Gracilaria* sp. yang berbeda menggunakan kombinasi bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 280-290. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.45249>
- Fitriana, A. (2021). Aktivitas penghambatan angiotensin converting enzyme (ACE) kombinasi yoghurt susu sapi berbasis dadih dengan ekstrak daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah.
- Food Standards Australia New Zealand. (2014). Standard 2.2.3 Fermented milk products. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/aus209063.pdf>
- Gawai, K. M., Mudgal, S. P., & Prajapati, J. B. (2017). Stabilizers, colorants, and exopolysaccharides in yogurt. In *Yogurt in health and disease prevention*. *Academic Press*, 1(1), 49-68. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00003-1>
- Hadju, R., Pakaya, F., Koengo, N. R., Kaharu, I. S. S., Modeong, A. M., Muhsadi, N., Tolas, M. R., Mangkarto, P. A., Polapa, R., Lamangantjo, C. J., & Kumaji, S. S. (2021). Pengaruh konsentrasi sari rumput laut terhadap yoghurt rumput laut. *Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora*, 3(1), 21-29.
- Hafsah & Astriana. (2012). Pengaruh variasi starter terhadap kualitas yoghurt susu sapi. *Jurnal Bionature*, 13(2), 96-102. <https://doi.org/10.35580/bionature.v13i2.1433>
- Handayani, R., Aminah, S., & Suyanto, A. (2011). Variasi substitusi rumput laut terhadap kadar serat dan mutu organoleptik cake rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 2(3), 67-74.
- Hardiana, R., & Rudiyanisya, T. A. (2012). Aktivitas antioksidan senyawa golongan fenol dari beberapa jenis tumbuhan

- famili Malvaceae. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 1(1), 8-13
- Harris, D.C. (2000). Quantitative chemical analysis 5th ed. New York (US). W.H. Freeman and Company.
- Heatubun, A.K. (2022). Pengaruh penambahan konsentrasi sari kayu manis (*Cinnamomum verum*) terhadap kadar air, kadar abu, dan kadar protein minuman instan Anggur Laut (*Caulerpa sp*). *Journal of Tropical Upland Resources*, 4(2), 82-89.
- Hendarto, D. R., Handayani, A. P., Esterelita, E., & Handoko, Y. A. (2019). Mekanisme biokimiawi dan optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam pengolahan yoghurt yang berkualitas. *Jurnal Sains Dasar*, 8(1), 13-19. <http://dx.doi.org/10.21831/jsd.v8i1.24261>
- Hidayat, T., Nurjanah, Jacob, A. M., & Putera, B. A. (2020). Aktivitas antioksidan *Caulerpa sp.* segar dan rebus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 566-575. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.33869>
- Husni, A., Madalena, M., & Ustadi, U. (2015). Aktivitas antioksidan dan tingkat penerimaan konsumen pada yoghurt yang diperkaya dengan ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(2), 108-118. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2015.18.2.108>
- Indriani, S., & Sulandari, L. (2013). Pengaruh jumlah dekstrin dan lama pengeringan terhadap sifat organoleptik dan sifat mikrobiologi yoghurt bubuk. *Jurnal Tata Boga*, 2(1), 80-89.
- Ismawati, N., Nurwantoro, N., & Pramono, Y. B. (2017). Nilai pH, total padatan terlarut, dan sifat sensoris yoghurt dengan penambahan ekstrak bit (*Beta vulgaris L.*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(3), 89-93. <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.181>
- Iyyah, I., Putriningtyas, N. D., & Wahyuningsih, S. (2019). Perbedaan yoghurt kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dengan berbagai starter ditinjau dari sifat organoleptik, kadar protein dan lemak. *Sport and Nutrition Journal*, 1(2), 40-47. <http://dx.doi.org/10.15294/spnj.v1i2.34946>
- Kasmiyetti, K., Amri, Z., Hasneli, H., Rahmayeni, S., & Mushollini, F. (2021). Kualitas dan daya terima yoghurt sari buah naga merah untuk penderita hiperkolesterolemia. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 20(1), 8-14. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v20i1.2766>
- Kusuma, B. A. D., Aminah, S., & Harsoelistyorini, W. (2022). Aktivitas antioksidan, karakteristik fisik, dan sensoris yoghurt beku kecambah kacang merah dengan variasi penambahan ekstrak kulit buah naga merah. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 12(1), 32-40. <https://doi.org/10.26714/jpg.12.1.2022.32-40>
- Maharani, S., Sugiarti, Y., Al Falah, S. A. N. W., & Prawira-Atmaja, M. I. (2021). Kadar polifenol dan aktivitas antioksidan yoghurt teh dengan inokulum caspian sea selama fermentasi. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 5(2), 181-190. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i2.10221>
- Mustika, S., Yasni, S., & Suliantari, S. (2019). Pembuatan yoghurt susu sapi segar dengan penambahan puree ubi jalar ungu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 2(3), 97-101. <https://doi.org/10.24036/jptk.v2i3.5923>
- Muthia, R., Saputri, R., & Verawati, S. A. (2019). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit buah mundar (*Garcinia forbesii* King.) menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-L-picrylhydrazil). *Jurnal Pharmascience*, 6(1), 78-82. <http://dx.doi.org/10.20527/jps.v6i1.6079>
- Nabillah, A. K., Munandar, A., Surilayani, D., Aditia, R. P., & Pratama, G. (2023). Karakteristik jelly drink dari anggur laut (*Caulerpa sp.*) dengan variasi konsentrasi karagenan. *LEUIT Journal of Local Food Security*, 4(1), 251-259. <http://dx.doi.org/10.37818/leuit.v4i1.19534>
- Nalu, F. N. H., Ledo, M. E., & Solle, H. R. L. (2021). Karakterisasi produk yoghurt susu nabati kacang arbila (*Phaseolus lunatus L.*). *Agrotekma Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(2),



- 144-151. <http://dx.doi.org/10.31289/agr.v5i2.4861>
- Nufus, C., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Karakteristik rumput laut hijau dari perairan Kepulauan Seribu dan Sekotong Nusa Tenggara Barat sebagai antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 620-632. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i3.19819>
- Nugroho, D. F., & Wijayanti, D. A. (2021). Pengaruh penambahan sari wortel pada yoghurt ditinjau dari aw, kadar air, viskositas, total asam tertitrasi dan kadar protein. *Agrisaintifika Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 5(1), 18-23. <https://doi.org/10.32585/ags.v5i1.1374>
- Nurhidayati, L., Fitriani, Y., Abdillah, S., Mumpuni, E., & Rafi, M. (2020). Physicochemical properties and antioxidant activities of crude fucoidan extracted from *Sargassum cinereum*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 18(1), 68-74. <https://doi.org/10.35814/jifi.v18i1.823>
- Paramita, S., & Arihantana, P. S. (2017). Studi potensi *Lactobacillus rhamnosus* A6 hasil isolasi dari air susu ibu sebagai starter dalam pembuatan yoghurt. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(2), 103-112.
- Phisita, I. (2022). Aktivitas antioksidan dan kualitas yoghurt susu sapi buah penambahan naga merah dengan starter dadih. [Skripsi]. UIN Jakarta.
- Purba, A. P., Dwiloka, B., & Rizqiati, H. (2018). Pengaruh lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat (BAL), viskositas, aktivitas antioksidan, dan organoleptik water kefir anggur merah (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 49-5.
- Puspita, D., Merdekawati, W., & Rahangmetan, N. S. (2019). Pemanfaatan anggur laut (*Caulerpa racemosa*) dalam pembuatan sub krim instan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(1), 72-78. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.1.72>
- Putnarubun, C., & Valentine, R. Y. (2020). Pigmen klorofil pada alga *Caulerpa* sp. di kepulauan Kei. *Jambura Fish Processing Journal*, 2(2), 86-93. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v2i2.6855>
- Rahayunia, S., & Mukarlina, E. R. P. (2018). Pengaruh penambahan sari buah lakum (*Cayratia trifolia* (L.) domin) terhadap kualitas dan penerimaan organoleptik pada yoghurt. *Jurnal Protobiont Jurnal Elektronik Biologi*, 7(2), 1-9. <https://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v7i2.25291>
- Rasbawati, R., Irmayani, I., Novieta, I. D., & Nurmiati, N. (2019). Karakteristik organoleptik dan nilai ph yoghurt dengan penambahan sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 7(1), 41-46.
- Rohman, A. R., Dwiloka, B., & Rizqiati, H. (2019). Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam, total bakteri asam laktat, total khamir dan mutu hedonik kefir air kelapa hijau (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 127-133.
- Sandjaja, A., Herartri, R., Arfiansyah, N. (2009). Kamus gizi. PT Kompas Media Nusantara.
- Saputri, A. U., Purnamayati, L., & Anggo, A. D. (2019). Aktivitas antibakteri anggur laut (*Caulerpa lentillifera*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 15-20. <https://dx.doi.org/10.14710/jitpi.2019.5240>
- Setianto, Y. C., Pramono, Y. B., & Mulyani, S. (2016). Nilai pH, viskositas, dan tekstur yoghurt drink dengan penambahan ekstrak salak pondoh (*Salacca zalacca*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3), 110-113
- Sinurat, E., & Suryaningrum, T. D. (2019). Aktivitas antioksidan dan sifat sensori teh rumput laut *Sargassum* sp. berdasarkan variasi lama perendaman. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 581-588.
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. (2018). Uji kesukaan dan organoleptik terhadap 5 kemasan dan produk Kepulauan Seribu secara deskriptif. *Jurnal Pariwisata*, 5(2), 95-106. <https://doi.org/10.31294/par.v5i2.3526>
- Syakilla, N., George, R., Chye, F. Y., Pindi, W., Mantihal, S., Wahab, N. A., Fadzwi,



- F. M., Gu, P. H., Matanjun, P. (2022). A review on nutrients, phytochemicals, and health benefits of green seaweed, *Caulerpa lentillifera*. *Foods*, 11, 2832. <https://doi.org/10.3390/foods11182832>
- Tapotubun, A. M., Savitri, I. K. E., & Matrutty, T. E. A. A. (2016). Penghambatan bakteri patogen pada ikan segar yang diaplikasi *Caulerpa lentillifera*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), 299-308. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.15098>
- Tapotubun, A. M. (2018). Komposisi kimia rumput laut *Caulerpa lentillifera* dari Perairan Kei Maluku dengan metode pengeringan berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13-23. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21257>
- Tarwendah, I. P. (2017). Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), 66-73.
- Triana, R., Angkasa, D., & Fadhillah, R. (2019). Nilai gizi dan sifat organoleptik yoghurt dari rasio tepung tulang ikan nila (*Oreochromis* sp) dan kacang hitam (*Phaseolus vulgaris* 'Black turtle'). *Jurnal Gizi*, 8(1), 37-49. <https://doi.org/10.26714/jg.8.1.2019.%25p>
- Tricahyo, A., Widati, A. S. W., & Widyastuti, E. S. (2012). Pengaruh penambahan filler komposit (*wheat bran* dan *polard*) dan rumput laut terhadap pH, WHC, cooking loss dan tekstur nugget kelinci. *Ternak Tropika*, 13(1), 19-29.
- Wahyu, Y. I. (2020). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik formulasi yogurt dengan penambahan rumput laut *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Penelitian Chanos Chanos*, 18(2), 55-61. <http://dx.doi.org/10.15578/chanos.v18i2.8990>
- Widhyasih, R. M., Iriyanti, D. B., & Lestari, P. (2022). Pengaruh penambahan fruktosa dan lama penyimpanan terhadap jumlah bakteri asam laktat pada produk olahan yoghurt. *Jurnal Analis Kesehatan*, 11(2), 58-63. <https://doi.org/10.26630/jak.v11i2.3205>