



**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SIRUP
HERBAL BUAH PALA DENGAN PENAMBAHAN
KARAGENAN RUMPUT LAUT**

***PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF
HERBAL NUTMEG SYRUP WITH THE ADDITION OF
SEAWEED CARRAGEENAN***

Inggriyani Usman^{1*}, Rahim Husain², Shindy Hamidah Manteu³

¹Teknologi Hasil Perikanan, FKTP, Universitas Negeri Gorontalo

^{2,3}Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo

*Korespondensi: ninangusman1510@gmail.com

Dikirim: 07 Juli 2026 / Diterima: 30 Juli 2026

ABSTRAK

Buah pala (*Myristica fragrans* Houtt.) tergolong sebagai rempah yang kaya akan senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku produk pangan fungsional, salah-satunya dalam bentuk sediaan sirup. Namun, produk sirup pala memiliki tingkat stabilitas yang rendah, sehingga dibutuhkan zat aditif yang berfungsi sebagai penstabil. Karagenan yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* telah diketahui memiliki kemampuan sebagai bahan pengental dan penstabil pada berbagai produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan karagenan terhadap fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan karakteristik sensoris sirup herbal buah pala. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial dengan tiga taraf perlakuan karagenan, yakni P1 (0,50g), P2 (0,66g), dan P3 (0,83g), masing-masing diulang tiga kali. Variabel yang diamati mencakup pH, viskositas, padatan terlarut total ($^{\circ}\text{Brix}$), aktivitas antioksidan, serta uji organoleptik. Data fisikokimia dan antioksidan diolah menggunakan ANOVA, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan, sementara data sensoris dianalisis memakai uji Friedman yang dilanjutkan dengan Wilcoxon pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap viskositas, $^{\circ}\text{Brix}$, aktivitas antioksidan, dan tingkat kesukaan pada parameter kekentalan, namun tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada nilai pH. Perlakuan P3 menghasilkan viskositas tertinggi $166,56 \pm 43,52$ cP, aktivitas antioksidan paling baik dengan nilai IC_{50} 82,90 ppm (kategori kuat), dan skor organoleptik kekentalan tertinggi sebesar 4,50 (sangat suka), sedangkan nilai $^{\circ}\text{Brix}$ terbesar diperoleh pada P1 sebesar $48,23 \pm 0,35$ $^{\circ}\text{Brix}$. Dengan demikian, P3 terpilih sebagai formulasi terbaik berdasarkan unggulnya karakter fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan penerimaan organoleptik.

Kata kunci: Aktivitas antioksidan, Karagenan, Sirup buah pala, Viskositas

ABSTRACT

Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) is a spice rich in bioactive compounds with antioxidant activity, making it a potential raw material for functional food products, such as nutmeg syrup. However, nutmeg syrup has low stability, so additives are needed to act as stabilizers. Carrageenan obtained from the extraction of *Kappaphycus alvarezii* seaweed is known to act as a thickening and stabilizing agent in various food products. This study aims to evaluate the effect of carrageenan addition on the physicochemical properties, antioxidant activity, and sensory characteristics of nutmeg herbal syrup. The experimental design used was a non-factorial completely randomized design (CRD) with three levels of carrageenan treatment: P1 (0.50 g), P2 (0.66 g), and P3 (0.83 g), each repeated three times. The variables observed included pH, viscosity, total soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$), antioxidant activity, and organoleptic testing. The physicochemical and antioxidant data were analyzed using ANOVA, followed by Duncan's test, while the sensory data were analyzed using the Friedman test, followed by the Wilcoxon test, at a 95% confidence level. The results showed that carrageenan concentration had a significant effect ($p < 0.05$) on viscosity, $^{\circ}\text{Brix}$, antioxidant activity, and acceptability scores for the viscosity parameter, but had no significant effect ($p > 0.05$) on pH. Treatment P3 yielded the highest viscosity (166.56 ± 43.52 cP), the best antioxidant activity with an IC_{50} value of 82.90 ppm (strong category), and the highest organoleptic score for thickness at 4.50 (very much like it), while the highest $^{\circ}\text{Brix}$ value was highest for P1 at 48.23 ± 0.35 $^{\circ}\text{Brix}$. Thus, P3 was selected as the best formulation based on its superior physicochemical properties, antioxidant activity, and organoleptic acceptance.

Keywords: Antioxidant activity, Carrageenan, Syrup Nutmeg, Viscosity

1. PENDAHULUAN

Buah pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan salah satu komoditas rempah yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Selain biji dan fuli, daging buah pala juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk olahan, seperti manisan, selai, permen, dan sirup [1]. Daging buah pala mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti α -pinene, myristicin, dan terpinene-4-ol yang berperan sebagai antioksidan alami sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional [2]. Ekstrak daging buah pala memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat sehingga berpotensi diaplikasikan dalam produk minuman fungsional [3]. Pengolahan buah pala menjadi sirup juga dapat meningkatkan nilai tambah produk dan memberikan peluang pengembangan agroindustri berbasis komoditas lokal [4].

Sirup buah pala merupakan produk minuman yang dihasilkan melalui penambahan gula pada sari buah pala. Akan tetapi produk ini masih memiliki beberapa kendala, terutama berkaitan dengan kestabilan fisik selama penyimpanan. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa sirup buah pala

mengalami pengendapan pada bagian bawah wadah dan pemisahan larutan gula pada bagian atas sehingga sistem larutan belum homogen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa viskositas produk belum optimal, sedangkan viskositas merupakan salah satu parameter penting yang memengaruhi kestabilan sistem dan mutu sirup. Viskositas yang rendah menyebabkan sistem cair lebih mudah mengalami pemisahan komponen selama penyimpanan [5]. Sehingga penambahan bahan penstabil diperlukan untuk meningkatkan viskositas dan mempertahankan kestabilan sirup buah pala.

Karagenan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* dan telah banyak dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai bahan pengental, penstabil, dan pembentuk gel. Karagenan mampu mengikat air dan membentuk jaringan gel sehingga dapat meningkatkan viskositas serta mempertahankan kestabilan produk pangan [6]. Penambahan karagenan mampu meningkatkan viskositas dan memperbaiki karakteristik fisik berbagai produk minuman [7]. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa karagenan memiliki potensi untuk

diaplikasikan sebagai bahan penstabil alami pada sirup buah pala.

Penelitian mengenai penggunaan karagenan sebagai bahan penstabil telah banyak dilakukan pada berbagai produk pangan. Penambahan karagenan pada sirup buah pala mampu meningkatkan viskositas dan menghasilkan nilai pH berkisar 2,35–2,90 [8]. Kajian tersebut masih menggunakan karagenan komersial dan hanya berfokus pada karakteristik fisikokimia produk. Informasi mengenai penggunaan karagenan hasil ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan organoleptik sirup buah pala masih terbatas. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan karagenan hasil ekstraksi terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan organoleptik sirup buah pala serta menentukan formulasi terbaik berdasarkan seluruh parameter yang diamati.

2. METODE

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi blender (Miyako), timbangan analitik, saringan kain, panci, termometer untuk mengukur suhu air, gelas kimia dan gelas ukur (Pyrex), oven pengering, refraktometer digital (ATAGO), pH meter, viskometer Brookfield, serta spektrofotometer UV-Vis (Edinburgh Instruments). Peralatan tambahan yang digunakan meliputi spatula, *handphone*, botol sampel, dan peralatan laboratorium standar. Dalam penelitian ini, bahan baku utama yang digunakan antara lain rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* yang berasal dari Desa Tihengo, Kabupaten Gorontalo Utara, dan buah pala (*Myristica fragrans*) yang bersumber dari Kabupaten Gorontalo. Bahan-bahan pendukung lainnya terdiri dari gula pasir, akuades, larutan natrium hidroksida (NaOH) 8% (Merck), etanol PA 98% (Merck), dan reagen DPPH (Sigma-Aldrich). Untuk pengemasan produk, digunakan botol plastik dan label untuk keperluan identifikasi.

2.2. Desain Penelitian

Desain eksperimen yang diterapkan dalam kajian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial dengan faktor tunggal, yakni konsentrasi karagenan yang

diperoleh dari ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Terdapat tiga taraf perlakuan, yaitu P1 (0,50 g), P2 (0,66 g), dan P3 (0,83 g), yang masing-masing dicampurkan ke dalam 200 ml sari buah pala. Setiap perlakuan direplikasi sebanyak tiga kali ulangan.

Variabel yang diukur mencakup derajat keasaman (pH), kekentalan (viskositas), total padatan terlarut yang dinyatakan dalam satuan °Brix, serta aktivitas antioksidan yang ditentukan melalui metode DPPH dan dinyatakan sebagai nilai IC₅₀. Selain itu, dilakukan pula pengujian organoleptik terhadap atribut warna, bau, rasa, dan kekentalan.

Seluruh data fisikokimia dan aktivitas antioksidan diolah dengan analisis ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0,05$), maka pengujian dilanjutkan menggunakan uji Duncan (DMRT). Sementara itu, data sensoris dianalisis dengan uji Friedman pada derajat signifikansi yang sama, dan bila ditemukan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Wilcoxon.

2.3. Prosedur Kerja

2.3.1. Ekstraksi Karagenan

Rumput laut dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan pasir, garam, dan kotoran yang menempel, kemudian direndam selama 48 jam dengan penggantian air setiap 12 jam. Rumput laut selanjutnya dikeringkan hingga kadar air rendah, dipotong menjadi ukuran $\pm 1-2$ cm, kemudian 200g rumput laut kering diekstraksi menggunakan larutan NaOH 8% dengan perbandingan rumput laut dan larutan 1:20 (b/v) pada suhu 80–90°C selama 2 jam. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kain saring, kemudian filtrat dikentalkan menggunakan *hotplate* pada suhu 60–70°C dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 44 jam hingga diperoleh karagenan kering. Karagenan selanjutnya dihaluskan dan diayak hingga diperoleh serbuk karagenan yang siap digunakan sebagai bahan penstabil sirup buah pala [6].

2.3.1. Pembuatan Sirup Buah Pala

Daging buah pala sebanyak 4 kg dicuci, kemudian dipotong kecil-kecil dan diblender

dengan penambahan air menggunakan perbandingan 1:4 (b/v) hingga diperoleh bubur buah. Bubur buah kemudian disaring menggunakan kain saring untuk memperoleh sari buah pala. Sebanyak 130 g gula pasir ditambahkan ke dalam sari buah pala sebanyak 200 ml, kemudian campuran dipanaskan pada suhu 60–70°C sambil diaduk hingga gula larut sempurna. Setelah itu, karagenan hasil ekstraksi ditambahkan sesuai perlakuan, yaitu P1 (0,50 g), P2 (0,66 g), dan P3 (0,83 g) dilarutkan menggunakan akuades, kemudian ditambahkan dalam larutan sirup. Sampel disaring dan dikemas dalam botol plastik steril sebelum dilakukan pengujian [8].

2.4. Prosedur Analisa

2.4.1 pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi. Elektroda direndam dalam sampel sirup sebanyak 30 ml hingga diperoleh nilai pH yang stabil, dan hasil pengukuran dicatat [9].

2.4.2. Total Padatan Terlarut (°Brix)

Total padatan terlarut diukur menggunakan refraktometer. Sampel sirup diteteskan pada prisma refraktometer sebanyak 1-2 tetes, dan nilai °Brix dibaca serta dicatat setelah skala menunjukkan pembacaan yang stabil [10].

2.4.3. Viskositas

Viskositas sirup diukur menggunakan viskometer Brookfield. Sampel sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam wadah pengukur, dan spindel ukuran 21 diputar pada kecepatan 100 rpm dengan suhu 25, °C hingga nilai viskositas ditampilkan oleh alat tersebut [11].

2.4.4. Aktivitas Antioksidan

Pengukuran kapasitas antioksidan dilakukan dengan metode peredaman radikal DPPH. Sebanyak empat tingkat konsentrasi sampel disiapkan, yaitu 20, 40, 60, dan 80 ppm, yang kemudian masing-masing dicampurkan dengan larutan DPPH berkonsentrasi 40 ppm. Setelah tercampur homogen, larutan uji

didiamkan selama 30 menit pada ruang terlindung dari cahaya. Tahap akhir dari prosedur ini adalah penetapan serapan cahaya pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm [12]. Persentase inhibisi dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100$$

Keterangan:

A kontrol = absorpsi larutan DPPH tanpa sampel

A sampel = absorpsi larutan DPPH dengan sampel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai pH

Hasil Pengukuran nilai pH seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai pH

Table 1. pH Value

Perlakuan/Treatment	pH
P1	2,45 ± 0,47 ^a
P2	2,52 ± 0,10 ^a
P3	2,72 ± 0,19 ^a

Keterangan: Seluruh nilai dalam tabel disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Adapun huruf superskrip yang serupa dalam satu kolom menandakan bahwa antarperlakuan tidak berbeda nyata. Dari hasil analisis varians, terungkap bahwa perbedaan kadar karagenan tidak memengaruhi derajat keasaman (pH) sirup pala secara nyata pada taraf kepercayaan 95% ($p > 0,05$).

Berdasarkan tabel 1, Nilai pH sirup buah pala berada pada kisaran 2,45–2,72 dan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan karagenan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH ($p > 0,05$). Nilai pH yang rendah menunjukkan bahwa sirup buah pala memiliki karakteristik yang bersifat asam, yang terutama dipengaruhi oleh penggunaan sari buah pala sebagai bahan baku. Daging buah pala diketahui memiliki cita rasa asam getir dan mengandung asam organik, seperti asam malat dan asam sitrat, yang berkontribusi terhadap rendahnya nilai pH produk. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan sirup buah pala dengan

penambahan karagenan memiliki nilai pH berkisar 2,35–2,90 [8]. Tidak adanya perbedaan nyata penambahan karagenan terhadap pH menunjukkan bahwa karagenan berfungsi sebagai bahan pengental dan penstabil tanpa mengubah sifat asam-basa larutan. Fungsi utama karagenan adalah meningkatkan viskositas dan membentuk gel [13]. Karagenan dari *Kappaphycus alvarezii* juga dimanfaatkan untuk memperbaiki tekstur dan kestabilan produk pangan [6]. Sehingga, peningkatan konsentrasi karagenan dalam rentang perlakuan yang digunakan belum cukup untuk mengubah derajat keasaman sirup, karena pH lebih dipengaruhi oleh kandungan asam organik pada buah pala dibandingkan oleh penambahan karagenan.

3.2. Padatan Terlarut

Nilai padatan terlarut hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Padatan terlarut
Table 2. Total Dissolved Solid

Perlakuan/ Treatment	Total Padatan Terlarut/Total Dissolved Solid (°Brix)
P1	48,23 ± 0,35 ^a
P2	45,20 ± 0,30 ^b
P3	42,83 ± 0,30 ^c

Keterangan: Seluruh data dalam tabel dinyatakan sebagai nilai tengah ± simpangan baku. Pada kolom yang sama, perbedaan huruf superskrip mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antarlakuan berdasarkan uji Duncan pada derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Sementara itu, hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan yang ditambahkan memberikan pengaruh nyata terhadap total padatan terlarut (°Brix) sirup pala, dengan nilai probabilitas $p < 0,05$.

Berdasarkan tabel 2, Nilai total padatan terlarut mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi karagenan. Perlakuan P1 menghasilkan nilai total padatan terlarut tertinggi sebesar 48,23 ± 0,35 °Brix, sedangkan perlakuan P3 menghasilkan nilai terendah sebesar 42,83 ± 0,30 °Brix. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan karagenan berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut sirup buah pala ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan

bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain.

Penurunan nilai total padatan terlarut diduga terjadi karena kemampuan karagenan sebagai hidrokoloid dalam mengikat molekul air sehingga membentuk jaringan gel. Penambahan jumlah karagenan yang semakin banyak, maka air bebas yang terperangkap dalam matriks gel juga akan bertambah. Kondisi tersebut menyebabkan fraksi padatan terlarut yang terukur menggunakan refraktometer menjadi lebih rendah, meskipun jumlah padatan dalam sistem tidak mengalami pengurangan. Dengan demikian, penurunan nilai °Brix lebih dipengaruhi oleh perubahan distribusi air dalam sistem dibandingkan oleh berkurangnya kandungan gula atau padatan terlarut lainnya. Peningkatan konsentrasi karagenan pada sirup buah pala menyebabkan penurunan nilai total padatan terlarut akibat meningkatnya kemampuan karagenan mengikat air [8]. Karagenan juga memiliki kapasitas mengikat air yang tinggi sehingga dapat memengaruhi sifat fisik produk, termasuk viskositas dan nilai padatan terlarut [6]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan karagenan tidak hanya meningkatkan kestabilan dan kekentalan sirup buah pala, tetapi juga memengaruhi karakteristik fisik produk melalui interaksi antara molekul air dan jaringan polisakarida karagenan.

3.3. Viskositas

Nilai viskositas hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Viskositas
Table 3. Viscosity Value

Perlakuan/ Treatment	Viskositas/Viscosity (cP)
P1	73,33 ± 12,47 ^a
P2	83,66 ± 27,16 ^a
P3	166,56 ± 43,52 ^b

Keterangan: Data yang tercantum merupakan rerata dari tiga ulangan beserta simpangan bakunya. Pada kolom yang sama, adanya perbedaan huruf superskrip mengindikasikan bahwa antarlakuan terdapat perbedaan yang signifikan, yang ditentukan melalui uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Berdasarkan hasil ANOVA, diketahui bahwa variasi kadar karagenan yang ditambahkan memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas sirup pala, dengan nilai probabilitas $p < 0,05$.

Berdasarkan data pada Tabel 3, viskositas produk menunjukkan kecenderungan peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi karagenan. Perlakuan P3 menghasilkan viskositas paling tinggi, yakni $166,56 \pm 43,52$ cP, sedangkan viskositas minimum diperoleh dari P1 sebesar $73,33 \pm 12,47$ cP. Analisis ragam membuktikan bahwa penambahan karagenan berdampak nyata terhadap viskositas sirup pala ($p < 0,05$). Peningkatan kekentalan ini mencerminkan bahwa konsentrasi karagenan yang lebih tinggi memperkuat daya ikat terhadap air dan memperbaiki pembentukan matriks gel, yang kemudian memperlambat mobilitas aliran cairan. Hal tersebut tidak terlepas dari sifat karagenan sebagai hidrokoloid yang mengandung gugus sulfat serta polisakarida, di mana keduanya memfasilitasi pembentukan ikatan hidrogen dengan air. Akibatnya, terbentuklah jaringan tiga dimensi yang meningkatkan kekentalan larutan. Konsentrasi karagenan yang lebih besar mendorong semakin banyaknya interaksi antarrantai polimer, sehingga viskositas akhir produk terus meningkat. Lebih lanjut, karagenan tidak hanya bertindak sebagai pengental, tetapi juga sebagai zat penstabil yang mempertahankan keutuhan sistem emulsi serta mencegah pengelompokan fase selama periode penyimpanan.

Peningkatan konsentrasi karagenan pada sirup buah pala menyebabkan peningkatan viskositas produk [8]. Hasil ekstraksi *Kappaphycus alvarezii* juga memiliki kemampuan membentuk gel dan meningkatkan viskositas sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengental dan penstabil pada berbagai produk pangan [6]. Dengan demikian, peningkatan viskositas pada penelitian ini menunjukkan bahwa karagenan efektif memperbaiki karakteristik tekstur sirup buah pala sehingga menghasilkan produk yang lebih stabil.

3.4. Aktifitas Antioksidan

Aktifitas antioksidan hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai IC₅₀ Aktivitas Antioksidan
Table 4. Antioxidant Activity value IC₅₀

Perlakuan/Treatment	IC ₅₀ (ppm)
P1	295,68 ± 42,69 ^a
P2	92,22 ± 0,44 ^a
P3	82,90 ± 0,38 ^b

Keterangan: Data pada tabel merupakan nilai rerata yang disertai dengan simpangan bakunya. Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan bahwa antarlakuan terdapat perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$). Dari hasil ANOVA, diketahui bahwa konsentrasi karagenan yang diaplikasikan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan antioksidan sirup pala, dengan nilai $p < 0,05$.

Berdasarkan tabel 4, Aktivitas antioksidan yang dinyatakan sebagai nilai IC₅₀ mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi karagenan. Perlakuan P3 menghasilkan nilai IC₅₀ terendah sebesar 82,90 ppm yang termasuk dalam kategori antioksidan kuat, sedangkan perlakuan P1 memiliki nilai IC₅₀ tertinggi sebesar 295,68 ppm yang termasuk kategori antioksidan sangat lemah. Semakin rendah nilai IC₅₀, semakin tinggi kemampuan suatu bahan dalam menghambat radikal bebas, sehingga penurunan nilai IC₅₀ menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan sirup buah pala. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan karagenan berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan sirup buah pala ($p < 0,05$).

Peningkatan aktivitas antioksidan diduga dipengaruhi oleh keberadaan senyawa bioaktif pada buah pala serta kemampuan karagenan dalam membentuk matriks gel yang dapat membantu mempertahankan kestabilan senyawa antioksidan selama proses pengolahan. Karagenan tidak berperan sebagai sumber senyawa antioksidan utama, tetapi mampu mengurangi kerusakan senyawa bioaktif akibat proses pemanasan dan oksidasi melalui kemampuannya mengikat air dan membentuk sistem yang lebih stabil. Kondisi tersebut memungkinkan senyawa fenolik dan komponen bioaktif lainnya tetap terjaga sehingga aktivitas antioksidan produk meningkat. Daging buah pala memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi karena mengandung senyawa fenolik, flavonoid, dan

minyak atsiri yang mampu menangkap radikal bebas [3]. Aktivitas antioksidan bahan pangan juga dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenolik, di mana semakin tinggi kandungan senyawa tersebut maka semakin rendah nilai IC_{50} yang dihasilkan [12].

3.5. Nilai Organoleptik

Nilai organoleptik hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Organoleptik
Table 5. Organoleptic Value

Perlakuan/ Treatment	Aroma	Warna/ Colour	Rasa/ Taste	Kekentalan/ Viscosity
P1	4,12 ^a	3,16 ^a	3,88 ^a	2,84 ^a
P2	4,00 ^a	3,28 ^a	3,88 ^a	3,44 ^b
P3	4,2 ^a	3,44 ^a	4,04 ^a	3,88 ^c

Keterangan: Nilai dalam tabel disajikan sebagai rata-rata skor kesukaan dari 25 panelis. Huruf superskip yang berbeda menunjukkan bahwa antarperlakuan terdapat perbedaan yang nyata sebagaimana diuji dengan Friedman, sedangkan huruf yang sama mengindikasikan tidak adanya perbedaan nyata. Berdasarkan hasil uji Wilcoxon bahwa penambahan karagenan berpengaruh nyata terhadap parameter kekentalan produk pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji Friedman, variasi konsentrasi karagenan yang ditambahkan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penerimaan panelis pada atribut aroma, warna, maupun rasa. Namun, pada parameter kekentalan, penambahan karagenan terbukti memengaruhi secara nyata tingkat kesukaan panelis ($p < 0,05$), sehingga dilakukan uji lanjut Wilcoxon. Dari uji Wilcoxon tersebut, perlakuan P3 menunjukkan skor kesukaan tertinggi dengan nilai rata-rata 4,5 yang termasuk dalam kategori sangat suka, disusul berturut-turut oleh P2 dan P1. Meningkatnya preferensi panelis terhadap tekstur kekentalan ini mengindikasikan bahwa konsentrasi karagenan yang lebih tinggi menghasilkan perbaikan karakteristik tekstural sirup yang lebih disukai.

Peningkatan kesukaan panelis terhadap kekentalan berkaitan dengan kemampuan karagenan sebagai hidrokoloid yang mampu mengikat air, meningkatkan viskositas, serta membentuk struktur gel yang

stabil. Sifat tersebut menghasilkan tekstur sirup yang lebih kental dan homogen sehingga memberikan sensasi yang lebih baik saat dikonsumsi. Sebaliknya, sirup dengan konsentrasi karagenan yang lebih rendah memiliki tekstur yang lebih encer sehingga kurang disukai oleh panelis.

Karagenan hasil ekstraksi *Kappaphycus alvarezii* memiliki kemampuan sebagai pengental dan penstabil sehingga mampu memperbaiki karakteristik tekstur berbagai produk pangan [6]. Penambahan karagenan juga dapat meningkatkan viskositas produk karena kemampuannya membentuk jaringan gel yang mampu mengikat air dalam sistem pangan [13]. Peningkatan viskositas tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya penerimaan panelis terhadap tekstur produk.

4. KESIMPULAN

Penambahan karagenan hasil ekstraksi *Kappaphycus alvarezii* berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan organoleptik (kekentalan) sirup buah pala. Peningkatan konsentrasi karagenan meningkatkan viskositas dan aktivitas antioksidan, serta menurunkan total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$), namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH. Berdasarkan seluruh parameter yang diamati, perlakuan P3 (0,83 g karagenan/200 ml sari buah pala) merupakan formulasi terbaik karena menghasilkan viskositas tertinggi ($166,56 \pm 43,52$ cP), aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC_{50} sebesar 82,90 ppm (kategori antioksidan kuat), serta tingkat kesukaan panelis tertinggi pada parameter kekentalan.

DAFTAR PUS TAKA

- [1] Pangumpia, IP., Pangemanan LRJ., & Waney NFL. 2016. Produksi dan Pemasaran Produk Manisan Pala "Ilomata" Di Kelurahan Girian Weru, Kota Bitung. Agri-Sosioekonomi. 2016;12(2A):179.
- [2] Rumagit TA. & Antasionasti I. Analisis Korelasi Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Pala dengan Kandungan Total Fenolik dan Total Flavonoid. J. Lentera Farma. 2023;2(1):58–65.
- [3] Abdullah SS., Antasionasti I., Rundengan G. & Abdullah RPI. 2022. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Biji Dan Daging Buah Pala (*Myristica fragrans*) dengan Metode DPPH. Chem Prog., 15(2):70–75.

- [4] Silalahi AT., Agustina M., Wahyu RN., Fatul RM., Aurin AN. & Aziz HK. 2024. Analisis Nilai Tambah Produk Sirup Pala dan Teh Pala Pada Studi Kasus Di Mysari Bogor. J. Cendekia Ilm, 4(1):213–28.
- [5] Faiza A. & Kumalasari ID. 2023. Analisis Karakteristik Fisik dan Mikrobiologi pada Sirup. Saintek, 21(1):25–31.
- [6] Harun M., Montolalu RI. & Suwetja IK. 2013. Karakteristik Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut Jenis *Kappaphycus alvarezii* Pada Umur Panen yang Berbeda di Perairan Desa Tihengo Kabupaten Gorontalo Utara. Media Teknol. Has. Perikanan, 1(1):7–12.
- [7] Putra MAP., Nirmala D. & Andriyono S. 2022. Studi Penambahan Bahan Penstabil Karagenan dalam Pembuatan Sirup Mangrove Rosella. J. Perikan. Unram, 12(3):480–92.
- [8] Ikhfar M. 2019. Pengaruh Konsentrasi Karaginan Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Bahan Pengental Terhadap Kualitas Sirup Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt). [Skripsi]. UIN-AR-RANIRY.
- [9] Ermawati & Nurul W. Pembuatan dan Uji Stabilitas Fisik Ekstrak Kulit Buah Semangka (*Citrullus lanatus* Thunb.). Journal YamasiaAcId. 2021;5(2):14–22.
- [10] [BSN]. Badan Standarisasi Nasional. SNI 01-3544-1994 Sirup. 1994.
- [11] Sulistiyarso HBR., Ratiningsih DR., Pamungkas J. & Widiyaningsih I. 2021. Standar Operasional Prosedur Peralatan Laboratorium Enhanced Oil Recovery (EOR). 28 p.
- [12] Widyantari NKA., Mia AANP., Agung ADG, Udayani NNW, Ayu KWIGA. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Benalu Jeruk (*Dendrophthoe glabrescens* (Blakely) Barlow) dengan Metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl). Indones. J. Pharm. Educ., 4(1):158–67.
- [13] Ramadhani F. 2019. Pemanfaatan Kappa Karagenan Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Penambahan Polietilen Glikol sebagai Edible Film Pengganti Plastik Pembungkus Nasi. [Skripsi]. Universitas Brawijaya.