

# PENGEMBANGAN DAN KARAKTERISASI SERBUK MINUMAN INSTAN KAYA ANTIOKSIDAN DARI RUMPUT LAUT *KAPPAPHYCUS ALVAREZII* DAN BUAH SEMANGKA (*Citrullus lanatus*) MENGGUNAKAN TEKNIK SPRAY DRYING

SJAMSIAH<sup>1\*</sup>, SYARIFAH RABIATUL ADAWIYAH<sup>1</sup>, DAN NADIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Jl. H.M. Yasin Limpo No. 36, Romangpolong, Gowa, Sulawesi-Selatan, Indonesia 92113

\*alamat email korespondensi: [sjamsiah.uca@uin-alauddin.ac.id](mailto:sjamsiah.uca@uin-alauddin.ac.id)

---

## Informasi Artikel

## Abstrak/Abstract

Kata Kunci: Minuman fungsional; *Kappaphycus alvarezii*; *Citrullus lanatus*; spray drying; aktivitas antioksidan; umur simpan; senyawa fitokimia.

Konsumsi minuman instan terus meningkat karena kepraktisannya, namun sebagian besar produk yang beredar di pasaran masih rendah kandungan zat gizi dan senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan. Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengkarakterisasi serbuk minuman instan fungsional berbasis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan buah semangka (*Citrullus lanatus*) sebagai sumber antioksidan alami. Ekstraksi bahan dilakukan menggunakan pelarut air panas, kemudian diolah menjadi serbuk dengan metode spray drying. Lima formulasi (P1–P5) disiapkan dengan variasi perbandingan rumput laut dan semangka, lalu dianalisis aktivitas antioksidan, mutu fisikokimia, kadar logam berat, kandungan fitokimia, sifat organoleptik, serta umur simpan produk. Formulasi terbaik (P4: 50% rumput laut dan 50% semangka) menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 29,19% dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 152,203 ppm (kategori lemah). Serbuk hasil formulasi ini memiliki kelarutan 60%, kadar air 6,2%, dan kadar abu 2,49%. Kandungan logam berat masih berada dalam ambang batas aman menurut SNI: timbal (Pb) sebesar 0,007 mg/kg, tembaga (Cu) 0,231 mg/kg, dan arsen (As) tidak terdeteksi. Skrining fitokimia menunjukkan adanya senyawa alkaloid, flavonoid, fenol, steroid, dan terpenoid. Uji organoleptik menunjukkan tingkat penerimaan yang baik terhadap aroma, rasa, dan warna. Estimasi umur simpan menggunakan metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) menunjukkan daya simpan antara 20 hingga 35 hari, tergantung suhu penyimpanan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi *K. alvarezii* dan *C. lanatus* berpotensi sebagai bahan dasar minuman fungsional kaya antioksidan yang mendukung kesehatan dan inovasi pangan berkelanjutan sesuai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB/SDGs).

Keywords: Functional beverage; *Kappaphycus alvarezii*; *Citrullus lanatus*; spray drying; antioxidant activity; shelf life; phytochemical compounds

Instant beverage consumption continues to grow due to its convenience, but many commercial products lack essential nutrients and bioactive compounds that support health. As an effort to address this issue, this study aims to develop and characterize a functional instant beverage powder based on *Kappaphycus alvarezii* seaweed and *Citrullus lanatus* (watermelon) as natural sources of antioxidants. Both ingredients were extracted using hot water and processed into powder using the spray drying method. Five formulations were prepared (P1 to P5), varying in the proportion of seaweed and watermelon, and evaluated for their antioxidant activity, physicochemical quality, heavy metal content, phytochemical profiles, organoleptic properties, and shelf life. The optimal formulation (P4, 50:50) exhibited the highest antioxidant activity at 29.19% with an  $IC_{50}$  value of 152.203 ppm, which is classified as weak. The powder demonstrated acceptable solubility (60%), moisture content (6.2%), and ash content (2.49%). Heavy metals were found within safe limits: Pb (0.007 mg/kg), Cu (0.231 mg/kg), and As (not detected). Phytochemical screening confirmed the presence of alkaloids, flavonoids, phenols, steroids, and terpenoids in both seaweed and watermelon powders. Organoleptic tests showed favorable acceptance in terms of aroma, taste, and color. Shelf-life estimation using the ASLT method showed the product remained acceptable for 20 to 35 days depending on storage temperature. Overall, this research highlights the potential of combining *K. alvarezii* and *C. lanatus* in the development of an antioxidant-rich functional drink powder, contributing to the promotion of health and sustainable food innovation aligned with SDGs.

## PENDAHULUAN

Dalam lima tahun terakhir, konsumsi minuman instan fungsional menunjukkan tren peningkatan signifikan di pasar global, didukung oleh perubahan gaya hidup, peningkatan pendapatan perkapita, dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan serta pencegahan penyakit [1]. Produk-produk ini tidak hanya menawarkan kemudahan konsumsi, tetapi juga mengandung senyawa bioaktif seperti antioksidan, vitamin, dan serat pangan yang bermanfaat bagi kesehatan [2]. Meskipun pasar global berkembang pesat, pengembangan minuman instan berbasis bahan alami di negara berkembang masih menghadapi tantangan, termasuk keterbatasan teknologi pengolahan, kestabilan senyawa bioaktif selama proses produksi, dan biaya distribusi serta pemasaran yang tinggi [3].

Salah satu sumber daya potensial yang belum dioptimalkan sepenuhnya adalah rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, yang banyak dibudidayakan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia [4]. Rumput laut ini dikenal sebagai sumber utama karagenan, yang memiliki aplikasi luas di industri pangan sebagai bahan pengental alami [5]. Lebih dari itu, *K. alvarezii* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi dikembangkan menjadi minuman fungsional bernilai tambah tinggi [6]. Selain itu, buah semangka (*Citrullus lanatus*) yang kaya akan likopen dan vitamin C juga merupakan sumber antioksidan alami yang menjanjikan untuk diolah menjadi produk minuman fungsi fungsional [7].

Inovasi teknologi pengolahan semangka terus berkembang, termasuk penerapan pengeringan suhu rendah, mikroenkapsulasi likopen, dan formulasi bubuk instan untuk mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif [8]. Kombinasi teknologi ini memungkinkan pengolahan buah semangka menjadi bubuk instan yang memiliki umur simpan panjang tanpa kehilangan kualitas gizi secara signifikan [9]. Penggunaan teknologi pengolahan yang tepat dapat meningkatkan nilai ekonomi produk sekaligus mendukung keberlanjutan industri pangan berbasis bahan lokal [10].

Kesadaran konsumen terhadap manfaat antioksidan semakin meningkat, terutama terkait peranannya dalam melawan radikal bebas dan menurunkan risiko penyakit degeneratif [11]. Hal ini membuka peluang besar bagi pengembangan minuman instan fungsional yang menggabungkan

bahan alami lokal dengan teknologi pengolahan modern. Potensi ini semakin diperkuat dengan dukungan kebijakan pemerintah Indonesia yang mendorong industri berbasis sumber daya lokal melalui program riset, insentif investasi, dan promosi ekspor [12].

Meskipun demikian, penelitian mengenai formulasi optimal yang memadukan *Kappaphycus alvarezii* dan *Citrullus lanatus* dalam bentuk serbuk instan masih terbatas. Tantangan utama terletak pada bagaimana mempertahankan stabilitas fisikokimia dan aktivitas antioksidan produk selama proses produksi dan penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk mengidentifikasi komposisi dan teknik pengolahan terbaik guna menghasilkan produk yang stabil, bergizi, dan memiliki aktivitas fungsional tinggi.

Pengembangan produk minuman instan berbahan dasar rumput laut dan buah lokal memerlukan pendekatan multidisipliner, melibatkan teknologi pangan, kimia, nutrisi, dan rekayasa proses [13]. Penelitian di bidang ini juga berpotensi memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai tambah komoditas lokal, penguatan ekonomi daerah, serta penciptaan peluang usaha baru bagi masyarakat pesisir dan petani buah. Dengan demikian, riset ini memiliki relevansi strategis baik dari sisi ilmiah maupun ekonomi. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan produk minuman instan fungsional yang tidak hanya unggul secara kualitas tetapi juga kompetitif di pasar nasional dan internasional.

Integrasi potensi *Kappaphycus alvarezii* dan *Citrullus lanatus* melalui penerapan teknologi pengolahan modern serta dukungan kebijakan pemerintah diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan industri minuman instan fungsional berbasis bahan lokal yang berdaya saing global, sambil mendorong peningkatan pendapatan petani, memperkuat ketahanan pangan, dan membuka peluang inovasi produk berbasis sumber daya alam Indonesia.

## EKSPERIMEN

### Material

Bahan-bahan yang digunakan adalah 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl/DPPH (Himedia MB263-1G), akuades ( $H_2O$ ), amonia ( $NH_3$ ), asam asetat ( $CH_3COOH$ ) pekat (pa Merck), asam perklorat ( $HClO_4$ ) pekat (pa Merck), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat (pa Merck), besi (III) klorida

(FeCl<sub>3</sub>) 1 %, etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) 96 %, kloroform (CHCl<sub>3</sub>), kertas saring Whatmann no. 42, pereaksi Mayer, pereaksi Dragendroff, rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, semangka (*Citrullus lanatus*), serbuk magnesium (Mg), tembaga (II) nitrat (Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) atau Cu 1000 mg/L (E-Merck), timbal (II) nitrat (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) atau Pb 1000 mg/L (E-Merck) dan waterone (Onemed).

### Instrumentasi

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (Varian AA240FS, Amerika) (Thermo Scientific iCE 3000 Series, Amerika), dan Spektrofotometer UV-Vis (Vaian Cary 50, Australia) (Thermo Scientific Genesys 150, China).

### Prosedur

#### Preparasi sampel

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* diambil dari daerah Bantaeng Sulawesi Selatan. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dicuci dengan air mengalir dan direndam selama 24 jam. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari secara tidak langsung selama 3 hari. Kemudian rumput laut *Kappaphycus alvarezii* kering dipotong kecil-kecil kurang lebih 2 cm. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* ditimbang sebanyak 20 gram dan ditambahkan akuades sebanyak 1 L untuk menghasilkan konsentrasi 0,02 g/mL. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* kemudian dipanaskan sambil diaduk selama 20 menit dan disaring. Filtrat rumput laut *Kappaphycus alvarezii* siap untuk dibuat serbuk [14]

Preparasi buah semangka (*Citrullus lanatus*) dilakukan dengan mengikuti prosedur [15] dengan sedikit modifikasi. Buah semangka dikupas kulitnya dan diambil daging buahnya. Biji dipisahkan dari daging buah dan daging buahnya dipotong tipis-tipis menggunakan pisau. Potongan buah semangka dihaluskan menggunakan blender hingga membentuk bubur. Kemudian sari buah semangka disaring dan dibuang residunya. Sari buah ditampung dalam botol yang bersih. Sari buah yang dihasilkan siap untuk dibuat serbuk.

#### Pembuatan serbuk minuman

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil preparasi ditambahkan serbuk gum arab sebanyak

10 gram untuk menghasilkan perbandingan 2:1, kemudian dihomogenisasi. Sampel dikeringkan menggunakan spray drying dengan suhu inlet 125-160°C [16]. Pembuatan serbuk ekstrak buah semangka (*Citrullus lanatus*) dilakukan dengan cara yang sama, dengan penambahan 50 gram serbuk gum arab dalam 1 L sari buah semangka (*Citrullus lanatus*). Persiapan analisis kualitas produk dibuat perbandingan konsentrasi antara serbuk rumput laut *Kappaphycus Alvarezii* dengan serbuk semangka (*Citrullus lanatus*) yaitu P1 (100%:0%), P2 (0%:100%), P3 (75%:25%), P4 (50%:50%) dan P5 (25%:75%) dalam 5 gram.

#### Analisis kualitas serbuk minuman

Uji Kelarutan: Sampel serbuk campuran ditimbang sebanyak 5 mg dan dicampur dengan 50 mL akuades. Kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatmann no. 42 yang telah dikeringkan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit. Setelah itu, kertas saring dan residunya dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, kemudian ditimbang, dilakukan hingga berat konstan [17].

Uji organoleptik: Jenis uji organoleptik termasuk warna, aroma dan rasa. Percobaan ini dilakukan dengan panca indra dengan skala dari 1-3 yang menunjukkan 1 (Tidak Suka), 2 (Normal) dan 3 (Suka). Uji organoleptik dilakukan oleh panelis non standar yaitu 30 orang panelis [18].

Uji kadar air: Serbuk campuran ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen. Cawan terlebih dahulu dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama satu jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Selanjutnya, cawan dan serbuk dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 5 jam hingga diperoleh berat konstan [19].

Uji kadar abu: Serbuk campuran ditimbang sebanyak 0,5gram dimasukkan ke dalam cawan porselen. Sebelum digunakan, cawan dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama satu jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Setelah didinginkan dalam desikator, cawan dan serbuk kemudian dipanaskan di dalam tanur pada suhu 400-600 °C selama 4-6 jam sampai berbentuk abu berwarna putih. Setelah didinginkan dalam desikator, beratnya ditimbang [19].

**Alkaloid:** Sebanyak 2 mL kloroform dan 2 mL ammonia ditambahkan ke 50 mg serbuk campuran, lalu disaring. Filtrat ditambahkan dengan 3-5 tetes  $H_2SO_4$  pekat, dikocok hingga terbentuk dua lapisan. Fraksi asam diambil dari lapisan bawah. Kemudian ditambahkan pereaksi Mayer dan Dragendroff, masing-masing 4-5 tetes. Endapan berwarna putih dihasilkan oleh pereaksi Mayer dan merah jingga dihasilkan pereaksi Dragendroff, yang menunjukkan bahwa sampel mengandung alkaloid [20].

**Flavonoid:** Serbuk minuman diambil sebanyak 50 mg ke plat tetes, kemudian ditambahkan dengan 2-3 tetes pereaksi NaOH 10%. Hasil positif senyawa flavonoid ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi merah, kuning, hijau dan coklat [21].

**Steroid dan terpenoid:** Sebanyak 10 tetes  $CH_3COOH$  pekat dan 2 tetes  $H_2SO_4$  pekat ditambahkan ke dalam 50 mg serbuk minuman. Setelah mengocok larutan dengan perlahan, biarkan selama beberapa menit. Steroid menghasilkan warna biru atau hijau dan terpenoid memberikan warna merah atau ungu [22].

**Saponin:** Sebanyak 50 mg serbuk campuran ditambahkan dengan 10 mL air dan dikocok selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 2 tetes HCl 1N. Jika busa tetap stabil selama  $\pm 7$  menit, maka ekstrak positif mengandung saponin [22].

**Fenol:** Serbuk campuran ditimbang sebanyak 50 mg dan ditambahkan 10 tetes  $FeCl_3$  1%. Ekstrak positif mengandung fenol dan menghasilkan warna hijau, merah, ungu, biru, atau hitam pekat [22].

#### *Uji aktifitas antioksidan*

Sampel sebanyak 1 mL dan 4 mL DPPH 40 ppm direaksikan dan dibiarkan selama 30 menit dalam wadah yang terlindung dari cahaya (dalam tabung reaksi yang ditutup dengan aluminium foil). Selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm. Sebagai blanko digunakan etanol sebanyak 1 mL yang ditambahkan 4 mL larutan DPPH 40 ppm dan dibiarkan selama 30 menit.

#### *Penentuan Nilai $IC_{50}$*

Larutan sampel sebanyak 4 mL dan 1 mL DPPH 100 ppm direaksikan dan dibiarkan selama 30 menit dalam wadah yang terlindung dari cahaya (dalam tabung reaksi yang ditutup dengan aluminium foil). Kemudian, diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum sampel yang telah direaksikan. Sebagai blanko digunakan etanol 96% sebanyak 4 mL yang ditambahkan 1 mL larutan DPPH 100 ppm dan dibiarkan selama 30 menit [23].

#### *Uji kadar vitamin C*

Sampel diukur menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum asam askorbat [24].

#### *Uji kadar logam Timbal, Tembaga dan Arsen*

Pengukuran kandungan logam tembaga (Cu), timbal (Pb) dan arsen (As) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang maksimumnya [25].

#### *Uji umur simpan*

Serbuk minuman konsentrasi optimum dari kombinasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*) disimpan pada suhu  $10^\circ C$  (dalam kulkas) dan suhu  $27^\circ C$  (suhu ruangan) dan suhu  $35^\circ C$ . Pengamatan sampel serbuk dilakukan berdasarkan parameter organoleptik (aroma dan rasa). Pengamatan dilakukan pada hari ke 0; 3; 7; 14; 21 dan 24. Pengukuran dilakukan dengan skala 1-5, dengan keterangan (1) sangat berbeda, (2) berbeda, (3) sedikit berbeda, (4) sedikit sama dan (5) sama. Parameter organoleptik dari serbuk minuman dapat menjadi landasan pendugaan umur simpan produk mudah diamati dan sensitif terhadap perubahan yang terjadi [26].

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kelarutan**

Kelarutan adalah sifat suatu zat baik berupa cairan, padatan maupun gas yang ketika dilarutkan dalam suatu pelarut dapat menghasilkan larutan yang homogen [27].

Kelarutan sangat dibutuhkan dalam suatu produk pangan yang berupa serbuk, sebagai standar penentu mutu dari produk yang dihasilkan [28]. Penentuan kelarutan serbuk minuman dilakukan berdasarkan persen (%) suatu serbuk dapat larut dalam air dengan melihat sisa residu yang tidak larut dalam air.

**Tabel 1.** Kelarutan Serbuk Minuman dari Kombinasi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*).

No.	Perbandingan Konsentrasi	Kelarutan (%)
1	P <sub>1</sub> (100%:0%)	76
2	P <sub>2</sub> (0%:100%)	58
3	P <sub>3</sub> (75%:25%)	62
4	P <sub>4</sub> (50%:50%)	60
5	P <sub>5</sub> (25%:75%)	64

Kelarutan pada serbuk minuman kombinasi pada penelitian ini berdasarkan **Tabel 1** menunjukkan bahwa kelarutan serbuk rumput laut 100% (P<sub>1</sub>) lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk semangka 100% (P<sub>2</sub>). P<sub>1</sub> memiliki nilai kelarutan tertinggi dengan nilai 76% sedangkan nilai kelarutan terendah berada pada P<sub>2</sub> dengan nilai 58%. Ini menunjukkan bahwa setiap perbandingan formula yang telah dibuat memiliki nilai kelarutan yang dipengaruhi oleh serbuk rumput laut (P<sub>1</sub>). Semakin banyak penambahan serbuk rumput laut menghasilkan formula dengan kelarutan yang meningkat. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* kaya akan karaginan (senyawa polisakarida sulfat yang larut dalam air panas dan cukup mudah terdispersi ketika diolah menjadi serbuk instan). Karaginan memiliki gugus hidrofilik yang menarik molekul air sehingga memudahkan proses pelarutan. Sementara bubuk semangka (*Citrullus lanatus*) cenderung memiliki lebih banyak serat tak larut dan gula yang dapat mengkristal saat pengeringan. Kristal gula dan serat ini cenderung membutuhkan waktu lebih lama untuk larut, sehingga menurunkan persentase kelarutan total.

### Organoleptik

Hasil uji organoleptik serbuk minuman dengan parameter uji warna, aroma, dan rasa dapat dilihat pada **Tabel 2**.

#### Warna

Hasil penilaian uji organoleptik diperoleh skor tertinggi pada formulasi P<sub>3</sub> (75%:25%)

dengan skor 2,8. Formulasi ini adalah formulasi yang mengandung lebih banyak serbuk rumput laut dibandingkan dengan serbuk semangka (*Citrullus lanatus*). Sementara formulasi P<sub>4</sub> dengan skor 2,6, P<sub>2</sub> dan P<sub>5</sub> memiliki skor yang sama yaitu 2,5 dan yang memiliki skor terendah adalah P<sub>1</sub> dengan skor 1,8. Hal ini menunjukkan pengaruh penambahan serbuk semangka terhadap serbuk.

Semangka memiliki warna orange hingga merah jambu yang menjadi daya tarik pada serbuk minuman yang dihasilkan. P<sub>2</sub> dan P<sub>4</sub> merupakan formulasi yang memiliki banyak kandungan serbuk semangka dan memperoleh skor tinggi. Semakin banyak penambahan serbuk semangka maka semakin tinggi tingkat kesukaan panelis. Hal ini ditunjukkan dengan P<sub>1</sub> yang memiliki skor terendah dengan komposisi 100% rumput laut.

#### Aroma

Skor tertinggi uji aroma formulasi ada pada P<sub>4</sub> dengan perbandingan 50%:50%. Skor yang diperoleh adalah 2,4. Sedangkan yang memiliki skor terendah adalah formulasi P<sub>3</sub> dan P<sub>1</sub> dengan skor berturut-turut adalah 1,8 dan 1,4. Data yang diperoleh menunjukkan pengaruh penambahan serbuk semangka meningkatkan skor kesukaan terhadap aroma pada formulasi serbuk minuman. Kesukaan terhadap aroma yang dipengaruhi oleh penambahan serbuk semangka (*Citrullus lanatus*) karena serbuk tersebut memiliki bau khas semangka yang manis, sedangkan serbuk rumput laut yang digunakan tidak memiliki aroma spesifik.

#### Rasa

Rasa merupakan bagian dari cita rasa pangan. Rasa menjadi parameter tingkat kesukaan konsumen yang memanfaatkan indra pengecap dalam ujinya. Rasa dan aroma memiliki satu kesatuan biasanya apabila aromanya enak maka rasanya pun akan enak [29].

Berdasarkan data yang diperoleh, skor tertinggi pada uji rasa ini adalah pada formulasi P<sub>2</sub> dan P<sub>4</sub> dengan nilai skornya adalah 2,3. Sedangkan nilai skor terendah ada pada formulasi P<sub>1</sub> dengan nilai skornya adalah 1,1. Hal ini menunjukkan bahwa rasa yang diterima oleh panelis adalah formulasi yang memiliki lebih banyak buah semangka. Buah semangka merupakan buah dengan rasa manis dan memiliki bau yang khas [30] sehingga lebih disukai,

sedangkan pada rumput laut tidak memiliki rasa yang menarik sehingga memiliki skor kesukaan yang lebih rendah.

**Tabel 2.** Hasil Uji Organoleptik Serbuk Minuman.

Perbandingan	Parameter Uji		
	Warna	Aroma	Rasa
P <sub>1</sub> (100%:0%)	1,9	1,4	1,1
P <sub>2</sub> (0%:100%)	2,5	2,0	2,3
P <sub>3</sub> (75%:25%)	2,8	1,8	1,6
P <sub>4</sub> (50%:50%)	2,6	2,4	2,3
P <sub>5</sub> (25%:75%)	2,5	2,2	2,1

### Kadar Air Dan Kadar Abu

Hasil kadar air dan kadar abu serbuk minuman dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3** Kadar Air dan Kadar Abu Serbuk Minuman.

Mutu Kimia	Perbandingan Konsentrasi					SNI (01-4320-2004)
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	
Kadar air (%)	3,2	11,2	4,6	6,2	7,2	Maks. 3-5
Kadar abu (%)	2,2	3,4	3	3,4	4	Maks. 1,5

Kadar air tertinggi terdapat pada formulasi P<sub>2</sub> (Semangka 100%) yaitu sebesar 11,2%. Sedangkan Serbuk dengan kadar air terendah terdapat pada formulasi P<sub>1</sub> (Rumput Laut 100%) dengan kandungan air sebesar 3,2%. Kadar air tertinggi pada serbuk semangka karena merupakan buah dengan kandungan air tertinggi sebesar 92% [31] sehingga memungkinkan tingginya pula kandungan air pada serbuk yang telah dibuat. Serbuk yang memiliki kandungan air yang cukup tinggi, disebabkan karena adanya kandungan pati yang dapat mempengaruhi kandungan airnya. Pati berdasarkan sifatnya mampu mengikat air sehingga memiliki kandungan air yang tinggi [32]. Gum arab yang digunakan juga merupakan polisakarida sehingga mempengaruhi kandungan air dalam serbuk.

Kadar air terendah terdapat pada formulasi P<sub>1</sub> (Rumput laut 100%) dengan nilai 3,2%. Serbuk ini memenuhi standar SNI 01-4320-1996 dengan nilai maksimum kadar air pada sediaan serbuk minuman adalah 3%-5%. Rumput laut yang memiliki kadar air tinggi telah mengalami penguapan kandungan airnya pada saat proses pengeringan sehingga serbuk memiliki kadar air yang lebih rendah [33]. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa serbuk

rumput laut yang ditambahkan pada serbuk semangka dapat menurunkan kadar air serbuk semangka [34].

Kadar abu tertinggi terdapat pada formulasi P<sub>5</sub> dengan perbandingan 25%:75% sebesar 4%. Sedangkan nilai kadar abu terendah terdapat pada formulasi P<sub>1</sub> yaitu perbandingan rumput laut 100%. Pada formulasi P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> dan P<sub>4</sub> secara berturut-turut memiliki kadar abu sebanyak 3,4%, 3% dan 3,4%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan mineral yang terdapat pada serbuk semangka lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk rumput laut. Semangka mengandung mineral seperti kalium, fosfor, magnesium, kalsium, dan zat besi sebagai nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan manusia [35].

### Fitokimia Serbuk Minuman

Hasil skrining fitokimia serbuk minuman rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dapat dilihat pada **Tabel 4** dan serbuk minuman semangka (*Citrullus lanatus*) dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 4.** Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Minuman Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*.

Golongan Senyawa	Pereaksi	Hasil Pengamatan	Ket.
Alkaloid	Dragendorff	Tidak ada endapan	-
	Mayer	Endapan putih	+
Flavonoid	NaOH 10%	Putih	-
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Putih	-
Steroid dan Terpenoid	CH <sub>3</sub> COOH dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Hijau	+
Saponin	HCl 1 N	Busa stabil	+
Fenol	FeCl <sub>3</sub> 5%	Hijau	+

**Tabel 5** Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Minuman Semangka (*Citrullus lanatus*).

Golongan Senyawa	Pereaksi	Hasil Pengamatan	Ket.
Alkaloid	Dragendorff	Coklat	+
	Mayer	Tidak ada endapan	-
Flavonoid	NaOH 10%	Kuning	+
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Ungu	-
Steroid dan Terpenoid	CH <sub>3</sub> COOH dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Hijau	+
Saponin	HCl 1 N	Busa tidak stabil	-
Fenol	FeCl <sub>3</sub> 5%	Hijau	+

Hasil yang diperoleh pada skrining fitokimia menunjukkan Serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* mengandung empat senyawa metabolit, yaitu alkaloid, steroid dan terenoid, saponin serta fenol. Sedangkan serbuk semangka (*Citrullus lanatus*) yang diperoleh mengandung empat senyawa metabolit, yaitu alkaloid, flavonoid, steroid dan terpenoid, serta fenol.

Serbuk semangka positif mengandung senyawa flavonoid namun pada serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* tidak diperoleh senyawa flavonoid. Uji flavonoid dilakukan dengan mereaksikan serbuk minuman rumput laut dan semangka dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat dan serbuk NaOH 10%. Dalam mekanisme kerjanya, senyawa flavonoid akan tereduksi oleh pereaksi tersebut menghasilkan merah, jingga atau kuning [36].

Serbuk semangka positif mengandung flavonoid yang ditandai dengan perubahan warna menjadi jingga. Sedangkan pada serbuk rumput laut negatif mengandung flavonoid, diduga karena rumput laut telah melalui proses pemanasan menggunakan air mendidih dan proses penyerbukan dengan *spray drying* sehingga menyebabkan hilangnya beberapa senyawa metabolit yang ada di dalamnya [37].

Serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan serbuk semangka positif mengandung senyawa fenol. Senyawa fenol merupakan senyawa metabolit yang mengandung gugus alkohol dan bersifat asam [38]. Analisis senyawa fenol dilakukan dengan penambahan pereaksi besi klorida ( $FeCl_3$ ) 1%. Hasil positif pada senyawa ini akan menunjukkan perubahan warna menjadi hijau, merah, ungu, biru atau hitam pekat karena terjadinya reaksi antara gugus hidroksil senyawa fenol dengan pereaksi  $FeCl_3$  [39].

Serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan serbuk semangka positif mengandung senyawa alkaloid. Keberadaan alkaloid ditandai dengan adanya endapan [36]. Endapan yang terjadi karena adanya penggantian ligan dari hidrogen yang memiliki pasangan elektron bebas pada senyawa alkaloid menggantikan iod yang ada pada pereaksi Mayer maupun Dragendorff. Uji serbuk rumput laut membentuk endapan putih pada penambahan pereaksi Mayer. Sedangkan uji

serbuk semangka membentuk endapan pada penambahan pereaksi Dragendorff.

Serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan serbuk semangka positif mengandung senyawa steroid dan terpenoid yang ditandai dengan perubahan warna menjadi hijau. Keberadaan senyawa tersebut dilihat dengan terbentuknya cincin kecoklatan pada perbatasan dua pelarut yang ditambahkan dalam serbuk dan warna berubah menjadi hijau. Hal ini menunjukkan keberadaan senyawa steroid [40]. Serbuk rumput laut *Kappaphycus alvarezii* positif mengandung senyawa saponin sedangkan serbuk semangka negatif mengandung senyawa saponin. Adanya senyawa saponin ditandai dengan timbulnya busa ketika ekstrak dikocok dengan kuat. Busa tersebut akan bertahan lama dan memiliki tinggi busa sekitar 1,5 cm dari permukaan ekstrak [40]. Hal ini terjadi karena sifat polar dan nonpolar pada larutan yang aktif dan membentuk misel di permukaan dan saling bertolak belakang sehingga tampak seperti busa [41].

[42] dalam penelitiannya menyatakan bahwa senyawa yang terkandung dalam buah semangka salah satunya adalah saponin. Hal ini tidak sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, sehingga diduga bahwa kerusakan senyawa tersebut dipengaruhi oleh pemanasan yang telah dilakukan selama proses pembuatan serbuk dan jenis pelarut yang digunakan dalam mengekstrak sampel semangka [41].

#### **Aktivitas Antioksidan Serbuk Minuman**

Aktivitas antioksidan serbuk minuman kombinasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan buah semangka (*Citrullus lanatus*) sebagai uji kuantitatif menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Hasil Aktivitas Antitoksidan Kombinasi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*).

Perbandingan	Absorbansi	Inhibisi (%)
P <sub>1</sub> (100%:0%)	1,2433	18,21
P <sub>2</sub> (0%:100%)	1,0890	28,36
P <sub>3</sub> (75%:25%)	1,1043	27,35
P <sub>4</sub> (50%:50%)	1,074	29,19
P <sub>5</sub> (25%:75%)	1,1008	27,58

Pengujian metode DPPH menunjukkan kemampuan senyawa antioksidan pada serbuk minuman kombinasi untuk meredam radikal bebas yang terdapat pada senyawa DDPH [43].

Peredaman senyawa radikal bebas dilihat pada perubahan warna yang terjadi. Larutan DPPH berwarna ungu, namun ketika larutan dalam keadaan stabil maka akan berwarna kuning [44]. Hasil yang diperoleh diketahui bahwa penambahan serbuk semangka (*Citrullus lanatus*) dapat meningkatkan aktivitas senyawa antioksidan yang terdapat pada serbuk minuman. Analisis yang telah dilakukan menunjukkan konsentrasi optimum serbuk minuman kombinasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan buah semangka (*Citrullus lanatus*) terhadap antioksidannya yaitu pada P<sub>4</sub> dengan aktivitas antioksidan sebesar 29,19%.

[45] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak daging buah semangka (*citrullus lanatus*) pada konsentrasi 5 mg/L memiliki % inhibisi sebesar 59,51%. Perbedaan yang cukup jauh di duga karena pada proses pembuatan serbuk minuman menggunakan suhu yang cukup tinggi walaupun cepat, sehingga beberapa senyawa antioksidan yang tidak tahan panas dapat menghilang.

### Nilai IC<sub>50</sub> Konsentrasi Optimum Serbuk Minuman

Nilai IC<sub>50</sub> serbuk minuman dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Nilai IC<sub>50</sub> Serbuk Minuman.

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> (ppm)
Kontrol	0,496	0,000	
20	0,490	1,612	
40	0,468	5,645	152,203
80	0,444	10,483	
100	0,399	19,556	

*Inhibitory Concentration* (IC<sub>50</sub>) merupakan persentasi % dari aktivitas antioksidan berdasarkan konsentrasi sampel dengan standar yang mencapai nilai 50% terhadap kontrol melalui persamaan garis regresi linear antara kadar terhadap % penangkal radikal bebas suatu senyawa yang dianalisis [43]. Semakin kecil nilai

IC<sub>50</sub> pada sampel yang dianalisis menunjukkan semakin tinggi aktivitas antioksidannya [46].

Penentuan nilai IC<sub>50</sub> dilakukan dengan menganalisis menggunakan metode DPPH. Sampel yang diuji adalah formulasi serbuk dengan konsentrasi optimum, yaitu P<sub>4</sub> (50%:50%). Pengujian ini menggunakan variasi konsentrasi untuk memperoleh persamaan nilai regresi sehingga dapat ditentukan nilai IC<sub>50</sub> serbuk minuman tersebut.

Hasil menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan dalam menghambat radikal bebas (% inhibisi) seiring dengan peningkatan konsentrasi sampel yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi sampel semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. IC<sub>50</sub> yang diperoleh pada serbuk minuman kombinasi konsentrasi optimum adalah sebesar 152,203 ppm dan tergolong lemah. Hal ini didasarkan pada nilai *inhibisi correction* (IC) dalam ujiannya. Senyawa dapat dikatakan sangat kuat apabila nilai IC<sub>50</sub> kurang dari 50, kuat (50-100), sedang (100-150) dan lemah (151-200). Semakin kecil nilai IC<sub>50</sub> semakin tinggi aktivitas antioksidan [47]. Nilai IC<sub>50</sub> yang lemah pada penelitian ini disebabkan karena perlakuan saat pembuatan larutan menggunakan air mendidih yang dapat menjadi salah satu alasan kurangnya antioksidan yang diperoleh. Proses penyerbukan menggunakan *spray drying* menggunakan suhu yang cukup tinggi sehingga dapat mengurangi senyawa antoksidan yang terdapat dalam sampel. Namun berdasarkan perannya, serbuk buah semangka mampu menjadi penambah aktivitas antioksidan pada serbuk rumput laut. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [48] yang menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan bahan dengan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, akan meningkatkan aktivitas antioksidan bahan yang lain. Dalam hal ini, formulasi serbuk minuman rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang ditambahkan serbuk semangka meningkatkan aktivitas senyawa antioksidannya.

### Kadar Vitamin C Serbuk Minuman

Hasil kadar vitamin C serbuk minuman dapat dilihat pada **Tabel 8**. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar vitamin C pada serbuk sangat rendah. Rendahnya kadar vitamin C diduga diakibatkan oleh suhu pada saat pembuatan serbuk

dan lama penyimpanan sampel setelah formulasi dibuat. Vitamin C akan lebih tahan pada suhu rendah dibandingkan suhu tinggi. Semakin lama penyimpanan rumput laut akan mengakibatkan terdegradasinya vitamin C oleh oksigen. Beberapa faktor penyebab perubahan kadar vitamin C adalah suhu, oksidasi, sinar, alkali dan enzim [49].

**Tabel 8.** Kadar Vitamin C Serbuk Minuman.

Keterangan	Hasil
Absorbansi	0,022
Kadar Vitamin C (mg/Kg)	2,551

### Kadar Logam pada Serbuk Minuman

Rumput laut memiliki kemungkinan dalam mengikat logam berat diakibatkan lingkungan perairannya. Cemaran logam pada perairan dapat berinteraksi dengan *thallus* rumput laut karena rumput laut akan hidup menetap di satu tempat di dalam perairan tersebut [50]. Pengujian kadar cemaran logam dilakukan untuk mengetahui kadar logam yang terdapat dalam serbuk minuman formulasi optimum. Pengujian kadar logam merujuk pada ketentuan SNI 01-4320-2004. Adapun hasil Analisa kadar logam serbuk minuman dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Hasil Analisa Kadar Logam Serbuk Minuman.

Kualitas Kimia Serbuk Minuman	P <sub>4</sub>	SNI (01-4320-2004)
Timbal (Pb) (mg/Kg)	0,0070	Maks. 0,2
Tembaga (Cu) (mg/Kg)	0,2310	Maks. 2
Arsen (Ar) (mg/Kg)	0,0000	Maks. 40

Hasil penelitian menunjukkan kadar Pb sebesar 0,0070 mg/Kg yang berarti bahwa serbuk minuman formulasi optimum P<sub>4</sub> (50%:50%) memenuhi standar SNI 01-4320-2004 yaitu kadar Pb kurang dari 0,2 mg/Kg dan kadar logam tembaga (Cu) sebesar 0,2310 mg/Kg, juga memenuhi standar karena tidak melebihi ambang batas yang ditentukan SNI 01-4320-2004 yaitu 40 mg/Kg. Sementara kadar logam Arsen (As) tidak terdeteksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa formulasi serbuk minuman formulasi P<sub>4</sub> (50%:50%) mengandung logam berat namun masih di bawah ambang batas yang ditentukan

oleh SNI. Hasil ini sejalan dengan [51] yang menyatakan bahwa perairan yang tercemar oleh unsur logam akan mencemari biota yang hidup di perairan tersebut. Namun, setiap kadar logam yang diperoleh tidak melebihi ambang batas yang telah ditetapkan

### Dugaan Umur Simpan Konsentrasi Optimum Simpan Serbuk Minuman

Dugaan umur simpan serbuk minuman kombinasi dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*) menggunakan metode ASLT (*Accelerated Self-Life Test*) model Arrhenius. Pengujian umur simpan serbuk berdasarkan aroma mengikuti persamaan orde 1 (**Tabel 10**) dan warna menggunakan persamaan orde 1 (**Tabel 11**).

**Tabel 10** Dugaan Umur Simpan Serbuk Minuman dari Kombinasi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*) berdasarkan Aroma.

Suhu (°C)	Suhu (K)	Konstanta Laju Reaksi Penurunan Mutu	Umur Simpan (Hari)
10	283	0,081604	35
27	300	0,107838	24
35	308	0,121650	32

**Tabel 11** Dugaan Umur Simpan Serbuk Minuman dari Kombinasi Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* dan Semangka (*Citrullus lanatus*) berdasarkan Warna.

Suhu (°C)	Suhu (K)	Konstanta Laju Reaksi Penurunan Mutu	Umur Simpan (Hari)
10	283	0,020540	33
27	300	0,033128	20
35	308	0,040734	27

Umur simpan menandakan produk masih layak untuk dikonsumsi berdasarkan parameter tertentu dan berada pada batas degradasi mutu yang disyaratkan [26]. Penentuan umur simpan produk dilakukan dengan menggunakan metode ASLT. Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) pada prinsipnya melakukan pendekatan Arrhenius dengan memperhitungkan pengaruh suhu terhadap laju kerusakan serbuk minuman [53].

Umur simpan serbuk minuman ditentukan berdasarkan perubahan warna dan aroma yang

diamati selama 24 hari yang diletakkan dalam botol kaca pada tiga tingkatan suhu (10°C, 27°C dan 37°C). Pengamatan pada tingkatan suhu ini dengan menyimpan serbuk minuman di kulkas untuk suhu 10°C, selanjutnya untuk suhu 27°C di simpan dalam ruang dan di luar ruang dengan cahaya matahari untuk suhu 35°C.

Penilaian mutu produk menggunakan uji organoleptik dilakukan dengan 5 kali pengamatan selama 24 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke 3, 7, 14, 21 dan 24 hari. Penilaian yang diberikan mencakup 5 skala. Penilaian 1 untuk perubahan yang sangat kontras dari hari pengamatan dengan hari pertama. Penilaian 2 untuk perubahan yang kontras dari hari pengamatan dengan hari pertama. Penilaian 3 untuk perubahan yang sedikit kontras dari hari pengamatan dengan hari pertama. Penilaian 4 untuk perubahan yang sangat sedikit kontras dari hari pengamatan dengan hari pertama. Penilaian 5 tidak adanya perubahan pada hari pengamatan dengan hari pertama.

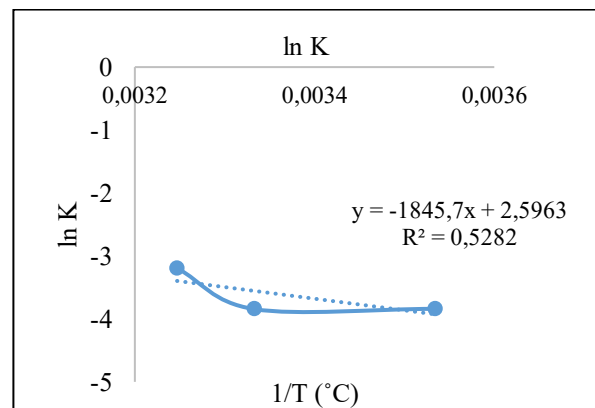
Penentuan umur simpan ditentukan dengan melakukan beberapa tahapan perhitungan. Tahapan pertama yaitu pembuatan grafik hubungan antara nilai organoleptik serbuk dengan lama penyimpanan. Grafik dibuat untuk menentukan orde reaksi produk. Orde reaksi yang dipilih berdasarkan nilai persamaan regresi ( $R^2$ ) yang lebih tinggi pada tiap parameter yang dilakukan [54]. Penentuan orde reaksi dilakukan dengan menggunakan persamaan orde 0 dan orde 1 pada hasil pengamatan organoleptik.

Berdasarkan hasil pengamatan, perubahan aroma dan warna lebih cepat terjadi saat berada pada suhu 35 °C baik pada orde reaksi 0 maupun orde reaksi 1. Nilai regresi yang dihasilkan pada grafik orde 0 dengan  $R^2$  tertinggi pada pada suhu 35°C sebesar 0,9424 (aroma); 0,9676 (warna) dan grafik orde 1 dengan  $R^2$  tertinggi pada pada suhu 35°C sebesar 0,8846 (aroma); 0,9845 (warna). Perubahan aroma dan warna terjadi seiring waktu yang telah ditentukan, menunjukkan adanya pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu serbuk minuman.

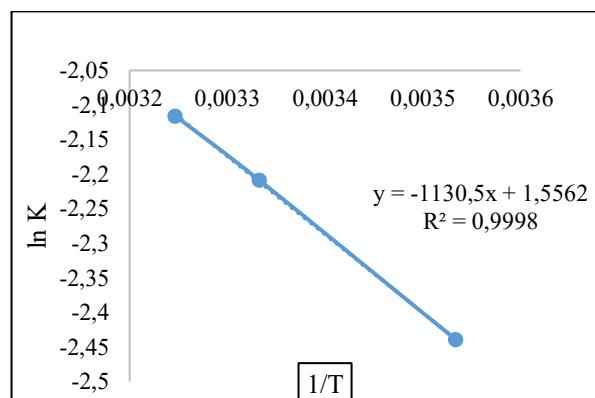
Orde reaksi yang diperoleh pada pengamatan organoleptik berdasarkan nilai regresinya yang tertinggi atau mendekati 1. Setelah diperoleh orde reaksi, dilakukan penentuan laju penurunan mutu dengan

memplotkan nilai K (slope) terhadap suhu penyimpanan. Selanjutnya pemodelan Arrhenius dibuat yaitu berupa kurva hubungan  $\ln K$  dengan  $1/T$ , dimana nilai T adalah temperatur dalam satuan suhu Kelvin. Kurva hubungan  $\ln K$  dengan  $1/T$  berdasarkan aroma pada orde 0 dan warna pada orde 1.

Pembuatan kurva dilakukan untuk memperoleh nilai intersep dan slope dari persamaan regresi linear  $\ln k = \ln K_0 - (E_a/R)(1/T)$  dimana  $\ln K_0 =$  intersep,  $E_a/R =$  slope,  $E_a =$  energi aktivasi, dan  $R =$  konstanta gas ideal [55]. Persamaan tersebut merupakan model umum Arrhenius. Berdasarkan pemodelan Arrhenius, di peroleh kurva  $\ln k$  dan  $1/T$ , yaitu sebagai berikut: Gambar 1 (Hubungan  $\ln K$  dan  $1/T$  Aroma) dan Gambar 2 (Hubungan  $\ln K$  dan  $1/T$  warna).



Gambar 1. Hubungan  $\ln K$  dan  $1/T$  Aroma.



Gambar 2. Hubungan  $\ln K$  dan  $1/T$  Warna.

Persamaan regresi linear diperoleh dari kurva hubungan  $\ln K$  dengan  $1/T$  pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** berdasarkan model umum Arrhenius secara berturut-turut yaitu ( $y = 25963 - 1845,7x(1/T)$ ) dan ( $y = 1,5562 - 1130,5(1/T)$ ). Nilai intersep dari persamaan di atas adalah nilai  $\ln k_0$ . Dalam hal ini nilai  $\ln k_0$  dan  $k_0$  didapatkan dari

plot hubungan  $\ln k$  dengan  $1/T$  pada aroma dan warna serbuk minuman. Berdasarkan data tersebut, pendugaan umur simpan serbuk minuman kombinasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan semangka (*Citrullus lanatus*) diperoleh berdasarkan aroma pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$  35 hari, suhu  $27^{\circ}\text{C}$  24 hari dan suhu  $35^{\circ}\text{C}$  32 hari. Sedangkan berdasarkan warna serbuk minuman, diperoleh dugaan umur simpan pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$  33 hari, suhu  $27^{\circ}\text{C}$  20 hari dan suhu  $35^{\circ}\text{C}$  27 hari.

Data yang diperoleh tidak sejalan dengan penelitian [54] yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan produk, maka laju kerusakan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh kelembaban udara yang meningkat seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan terjadinya degradasi mutu, seperti oksidasi lemak, degradasi vitamin, kerusakan protein, perubahan bau, reaksi pencokelatan, perubahan unsur organoleptik dan terbentuknya racun [56].

Selain itu, umur simpan sangat dipengaruhi oleh kadar air produk. Kadar air yang tinggi memudahkan terjadi kerusakan produk akibat pertumbuhan mikroorganisme perusak, maupun adanya reaksi kimia, seperti hidrolisis dan oksidasi [57].

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, formulasi optimum serbuk minuman instan berbasis kombinasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan semangka (*Citrullus lanatus*) diperoleh pada rasio 50%:50% (P4) dengan aktivitas antioksidan sebesar 29,19% dan nilai  $\text{IC}_{50}$  sebesar 152,203 ppm yang tergolong kategori lemah. Karakteristik fisikokimia pada formulasi optimum menunjukkan kelarutan 60%, kadar air 6,2%, kadar abu 2,4%, kadar logam timbal (Pb) 0,007 mg/kg, kadar logam tembaga (Cu) 0,231 mg/kg, dan kadar arsen (As) 0,000 mg/kg. Hasil uji organoleptik mengindikasikan bahwa aroma, warna, dan rasa berada pada kategori normal dengan nilai rata-rata berturut-turut 2,4; 2,6; dan 2,3, sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu fisik, kimia, dan keamanan pangan untuk dikembangkan sebagai minuman instan fungsional.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Institusi UIN Alauddin Makassar atas dukungan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada laboratorium kimia UIN Alauddin Makassar, tim peneliti, dan pihak yang membantu atas bantuan teknis, saran ilmiah, dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

## REFERENSI

- [1] M. Musarra, R. Jirillo, M. Rapa, and G. Vinci, "Canapa sativa L. and Moringa oleifera as Naturally Functional Beverages: Innovative Trends," Academic Press, 2019, pp. 243–265. doi: 10.1016/B978-0-12-816689-5.00009-2.
- [2] A. B. Oliveira, J. Lameiras, P. Mendes-Moreira, and G. Botelho, "Antioxidant Capacity and Cardiovascular Benefits of Fruits and Vegetables: A Proposal for Comparative Scales," *Nutraceuticals*, vol. 4, no. 4, pp. 695–709, Dec. 2024, doi: 10.3390/nutraceuticals4040039
- [3] R. Rani, K. N. Solanki, R. Kulshrestha, and J. Rehal, "Non-Thermal Processing Techniques for Enhancing Quality and Stability of Functional Beverages," pp. 169–185, Nov. 2024, doi: 10.1201/9781003436560-9.
- [4] B. A. Irawati and R. I. Affandi, "Kultur jaringan rumput laut *kappaphycus alvarezii* dengan metode embriogenesis somatik," *Ganec Swara*, Mar. 2024, doi: 10.35327/gara.v18i1.768.
- [5] I. N. Rahmawati, E. Liviawaty, and R. I. Pratama, "Carrageenan in Seaweed (*Eucheuma* sp.) and Use of Carrageenan in Fishery Food Products: A Review," *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, Jul. 2023, doi: 10.9734/ajfar/2023/v23i6617.
- [6] G. Brummer, "Antioxidants from the red algae *Kappaphycus alvarezii*," Elsevier eBooks, 2023, pp. 457–472. doi: 10.1016/b978-0-323-95086-2.00001-1.

- [7] S. Zamuz, P. E. S. Munekata, B. Gullón, G. Rocchetti, D. Montesano, and J. M. Lorenzo, "Citrullus lanatus as source of bioactive components: An up-to-date review," *Trends in Food Science and Technology*, vol. 111, pp. 208–222, May 2021, doi: 10.1016/J.TIFS.2021.03.002.
- [8] M. C. Galdeano *et al.*, "Lycopene-rich watermelon concentrate used as a natural food colorant: Stability during processing and storage.," *Food Research International*, vol. 160, p. 111691, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.foodres.2022.111691.
- [9] R. R. Milczarek and I. Sedej, "Enhancing nutritional quality of spray-dried concentrated watermelon juice using watermelon by-product carrier blends," *eFood*, vol. 4, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.1002/efd2.72.
- [10] H. Chang, "Advancements in Food Processing Technologies: Enhancing Safety, Quality, and Sustainability," *Indian Scientific Journal Of Research In Engineering And Management*, vol. 07, no. 06, Jun. 2023, doi: 10.55041/ijsrem23682.
- [11] S. Goyal and T. J. Kaur, "Antioxidants: Dietary scavengers in lifestyle diseases," *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 8, no. 4, pp. 96–102, Jul. 2019, [Online]. Available: <https://www.phytojournal.com/archives/2019.v8.i4.8830/antioxidants-dietary-scavengers-in-lifestyle-diseases>
- [12] J. Emiliano and M. Yasin, "Penguatan Industrialisasi dalam Investasi Berkelanjutan di Indonesia," *Menawan*, vol. 2, no. 5, pp. 01–06, Jul. 2024, doi: 10.61132/menawan.v2i5.756.
- [13] K. P. Sivakumar, B. Nallakurumban, A. Vijayakumar, A. Kalaiselvan, and T. BALAJI, "Development of Seaweed Based Value Added Products: Nutritional, Functional and
- [14] S. Sjamsiah, N. Ramli, R. Daik, *et al.*, "Nutritional study of Kapparazii powder<sup>TM</sup> as a food ingredient," *Journal of Applied Phycology*, vol. 26, pp. 1049–1055, 2014, doi: 10.1007/s10811-013-0206-1. Shelflife Properties," *European journal of nutrition & food safety*, vol. 16, no. 12, pp. 47–54, Dec. 2024, doi: 10.9734/ejnfs/2024/v16i121601.
- [15] Husnani and T. W. Ningsih, "Formulasi Minuman Serbuk Instan dari Campuan dan Sayur," *Komunitas Farm. Nsional*, vol. 3, no. 1, 2023.
- [16] Nurwanto and A. Suswatinah, "Metode Pengeringan Sari Pandan (*Pandanus amaryllifolius*) untuk meningkatkan Kualitas Bubuk Sari Pandan," *Indones. J. Lab.*, vol. 4, no. 3, pp. 116–123, 2021.
- [17] I. Adhayanti and T. Ahmad, "Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakter Mutu Fisik Dan Kimia Serbuk Minuman Instan Kulit Buah Naga," *Media Farm.*, vol. 16, no. 1, p. 57, 2021, doi: 10.32382/mf.v16i1.1418.
- [18] S. L. Eriyanti, M. D. R. Oedjoe, and A. D., "Kualitas sifat fisik karaginan, proksimat, dan organoleptik *Kappaphycus alvarezii* pada umur panen berbeda di perairan Pasir Panjang Kota Kupang," *J. Aquatik*, vol. 5, no. 1, pp. 68–82, 2022.
- [19] Husnani and R. Zulfitri, "Uji Stabilitas Fisik Sediaan Serbuk Instan Dengan Kombinasi Jahe, Temulawak, Kunyit Dan Sereh," *Komunitas Farm. Nsional*, vol. 2, no. 2, pp. 409–425, 2022.
- [20] K. M. Meigaria, I. W. Mudianta, and N. W. Martiningsih, "Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)," vol. 10, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [21] M. G. D. Muaja, M. R. J. Runtuwene, and V. S. Kamu, "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Dari Daun Soyogik (*Saurauia Bracteosa* DC.)," *J. Ilm. Sains*, vol. 17, no. 1, p. 68, 2017, doi: 10.35799/jis.17.1.2017.15614.
- [22] F. E. Putri, A. Diharmi, and R. Karnila, "Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Rumput Laut Coklat (*Sargassum plagyophyllum*) Dengan Metode Fraksinasi," *J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones.*, vol. 15, no. 1, pp. 40–46, 2023, doi: 10.17969/jtipi.v15i1.23318.
- [23] Suyatmi, C. Saleh, and D. Ryn Pratiwi, "Uji Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH) dari Daun Rambai (*Baccaurea motleyana* Mull.

- Arg.),” *Agritech*, vol. 4, no. 2, pp. 96–99, 2019.
- [24] E. Elfariyanti, I. Zarwinda, M. Mardiana, and R. Rahmah, “Analisis Kandungan Vitamin C Dan Aktivitas Antioksidan Buah-Buahan Khas Dataran Tinggi Gayo Aceh,” *J. Kedokt. dan Kesehat. Publ. Ilm. Fak. Kedokt. Univ. Sriwij.*, vol. 9, no. 2, pp. 161–170, 2022, doi: 10.32539/jkk.v9i2.16999.
- [25] S. Sudir, Y. Tumaruk, B. Taebe, and T. Naid, “Analisis Kandungan Logam Berat As, Cd Dan Pb Pada *Eucheuma Cottonii* Dari Perairan Takalar Serta Analisis Maximum Tolerable Intake Pada Manusia,” *Maj. Farm. dan Farmakol.*, vol. 21, no. 3, pp. 63–66, 2017, doi: 10.20956/mff.v21i3.6856.
- [26] M. S. Saputri, A. Nuryanti, R. Fitria, A. R. Budiani, and N. F. Fiprina, “Pendugaan umur simpan produk minuman ginger latte menggunakan model arrhenius shelf life estimation of rtd ginger latte beverage using arrhenius model,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 32, no. 2, pp. 188–196, 2022.
- [27] K. Apsari, A. Y. Chaerunisa, F. Farmasi, and U. Padjadjaran, “Review Jurnal: Upaya Peningkatan Kelartan Obat,” *Farmaka*, vol. 18, no. 2, pp. 56–68, 2020.
- [28] K. A. Wulansari, L. Hudi, and I. A. Saidi, “Physical , Chemical and Organoleptic Characteristics of Red Dragon Fruit Instant Drink Powder ( *Hylocereus polyrhizus* ) Karakteristik Fisik , Kimia dan Organoleptik Serbuk Minuman Instan Buah Naga Merah ( *Hylocereus polyrhizus* ),” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 2–7, 2022.
- [29] Khalisa, Y. M. Lubis, and R. Agustina, “Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh ( *Averrhoa bilimbi* . L ) ( Organoleptic Test Fruit Juice Drink ( *Averrhoa Bilimbi* . L )),” *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 6, no. November, pp. 594–601, 2021
- [30] A. Pratama, D. R. Nurhayati, and Siswadi, “Kajian Konsentrasi Pupuk Organik Cair Terhadap Dua Varietas Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard),” *J. Inov. Pertan.*, vol. 24, no. April, pp. 131–138, 2022.
- [31] N. H. Nasir, J. Pusmarani, and Filmaharani, “Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanolik Daging Buah Semangka (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) dengan Metode ABTS dan FRAP,” *J. Mandala Pharmacon Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 223–235, 2021.
- [32] W. Deglas and F. Apriliani, “Pembuatan Minuman Serbuk Instan Lidah Buaya dengan Penambahan Kacang Hijau,” *J. Bioenergy Food Technol.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–8, 2022.
- [33] F. Zainuddin and M. M. Rusdani, “Performa Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* dari Maumere dan Tembalang Pada Budidaya Sistem Longline,” *J. Aquac. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 116–127, 2018.
- [34] D. P. Anwar, U. M. Yusran, M. H. Syafar, and S. Fakhriyyah, “Pengaruh Penambahan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Terhadap Komposisi Proksimat Produk Sarabba INSTAN,” *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 14, no. 2, pp. 200–208, 2024.
- [35] R. Ridawati and A. Alsuhendra, “Pelatihan Pembuatan Minuman Serbuk Sari Buah untuk Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat,” *JPPM (Jurnal Pengabd. dan Pemberdaya. Masyarakat)*, vol. 5, no. 1, p. 111, 2022, doi: 10.30595/jppm.v5i1.9038
- [36] I. Sulistyarini, D. A. Sari, and T. A. Wicaksono, “Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*,” *J. Ilm. Cendekia Ekstakta*, vol. 10, no. 1, pp. 56–62, 2012.
- [37] P. L. Lantah, L. A. Montolalu, and A. R. Reo, “Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*,” *Media Teknol. Has. Perikan.*, vol. 5, no. 3, p. 73, 2017, doi: 10.35800/mthp.5.3.2017.16785.
- [38] A. Saifudin, S. Raharjo, and A. Eso, “Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Rumput Laut ( *Kappaphycus alvarezii* ) pada Berbagai Tingkat Konsentrasi terhadap Pertumbuhan Bakteri

- Streptococcus mutans*,” vol. 3, no. 1, pp. 185–191, 2015.
- [39] H. D. Putri, Sumomo, and NurHamidah, “Uji Aktivitas Asap Cair Cangkang Buah Karet (*Hevea brassiliensis*) dan Aplikasinya dalam Penghambatan Ketengikan Daging Sapi,” *J. Pendidik. dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–105, 2018.
- [40] R. Nugrahani, Y. Andayani, P. Pascasarjana, U. Mataram, and K. Words, “Skrining Fitokimia dari Ekstrak Buah Buncis,” *Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 2, no. 1, pp. 97–103, 2016.
- [41] Makalalag AK, Sangi M, and Kumaunang M., “Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Dari Daun Turi (*Sesbania grandiflora Pers.*)” *Univ. Sam*
- [42] I. Ishfahan and E. I. Setyawan, “Potensi Buah Semangka (*Citrullus lanatus*) Sebagai Bahan Aktif Sediaan Hair Tonic Alami: Literatur Review,” *Pros. Work. dan Semin. Nas. Farm.*, vol. 1, pp. 352–370, 2023, doi: 10.24843/wsnf.2022.v01.i01.p28.
- [43] D. Andriani and L. Murtisiwi, “Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria ternatea L*) dari Daerah Sleman dengan Metode DPPH,” *Pharmacon J. Farm. Indones.*, vol. 17, no. 1, pp. 70–76, 2020, doi: 10.23917/pharmacon.v17i1.9321.
- [44] I. N. Sastrawan, M. Sangi, and V. Kamu, “Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Adas (*Foeniculum vulgare*) Menggunakan Metode DPPH,” *J. Ilm. Sains*, vol. 13, no. 2, p. 110, 2013, doi: 10.35799/jis.13.2.2013.3054.
- [45] M. D. Putri, A. Arumasi, and N. Kurniaty, “Review Artikel: Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daging Buah Semangka dan Albedo Semangka (*Citrullus Lanatus*) dengan Metode DPPH dan FRAP,” *Pros. Farm.*, vol. 6, no. 1, pp. 992–997, 2020.
- [46] M. T. Septian, F. D. Wahyuni, and A. Nora, “Uji Aktivitas Antoksidan dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder pada Daging bi Jalar dari Berbagai Daerah di Indonesia,” *J. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 4, no. 2, pp. 185–196, 2022, doi: 10.20414/spin.v4i2.5734.
- [47] S. Purwaningsih and E. Deskawati, “Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Gracilaria sp.* Asal Banten,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 23, no. 3, pp. 503–512, 2021, doi: 10.17844/jphpi.v23i3.32808.
- [48] S. Karunia and Jariyah, “Karakteristik Fisikokimia Albedo Semangka dengan Penambahan Buah Naga dan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose),” *J. Ilmu Pangan dan Has. Pertan.*, vol. xx, no. xx, pp. 2–12, 2021.
- [49] S. Darniadi, R. Rachmat, P. Luna, W. Purwani, and D. A. Sandrasari, “Penentuan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) pada Bubuk Minuman Instan Stroberi Foam-Mat Drying,” *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 4, pp. 151–157, 2020, doi: 10.17728/jatp.7539.
- [50] M. T. Dolorosa, Nurjanah, S. Purwaningsih, E. Anwar, and T. Hidayat, “Kandungan Senyawa Bioaktif Bubur Rumput Laut *Sargassum plagyophyllum* dan *Eucheuma cottonii* Ssebagai Bahan Baku Krim Pencerah Kulit,” *Jphpi*, vol. 20, no. 3, pp. 633–644, 2017.
- [51] T. Alawiyah and Rahmadani, “Analisis Logam Timbal (Pb) ada Air dan Ikan Papuyu di Daerah Sungai Alalak dengan Metode Specrofotomeri Serapan Atom (SSA),” *J. Pharmaceutical Care Sciene*, vol. 2, no. 1, pp. 42–48, 2021.
- [52] M. S. Rusli, A. Nuryanti, R. Fitria, A. R. Budiani, and N. F. Fiprina, “Pendugaan umur simpan produk minuman ginger latte menggunakan model arrhenius shelf life estimation of rtd ginger latte beverage using arrhenius model,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 32, no. 2, pp. 188–196, 2022.
- [53] A. Hastuti, A. Rahmawati, I. Muhareza, and N. Choironi, “Analisis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Beku dalam Kemasan Menggunakan Metode Accerelated Shelf Life Testing ( ASLT ) Model Arrhenius,” *Kaimah Tauhid*, vol. 2, pp. 665–678, 2023.

- [54] R. Afistia, Nurhidajah, And Y. K. Sya'di, "Pendugaan Umur Simpan Minuman Ekstrak Beras Hitam Dalam Kemasan Metalized Dengan Pendekatan Arrhenius," Pangan Dan Gizi, Vol. 14, No. 2, 2024.
- [55] D. E. Saputri, U. Ahmad, and L. Pujantoro, "Pendugaan Umur Simpan Bubuk Jahe Merah dalam Kemasan Kertas Kraft Menggunakan Metode ASLT Model Arrhenius Shelf-life Estimation of the Red Ginger Powder in Paper Kraft Packaging using ASLT Method Arrhenius Model," vol. 11, no. 3, pp. 318–331, 2023, doi: 10.19028/jtep.011.3.318-331.
- [56] A. F. Inayah, Y. Hartati, A. Siregar, and M. Rotua, "Penentuan Umur Simpan Minuman Sereal Berbasis Tepung Mocaf dan Tepung Ikan Seluang," vol. 2, no. 2, pp. 53–57, 2023.
- [57] H. K. Tenginakai and A. Roy, "Identifying factors contributing to food spoilage and developing effective strategies for prevention," IDC international journal, vol. 11, no. 1, pp. 89–91, Jan. 2024, doi: 10.47211/idcij.2024.v11i01.018.