

Formulasi *Chewable Gummy* Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan *Gelling Agent* Konjak Glukomanan dan Kappa Karagenan

Karina Citra Rani¹, Komang Wulan Cahya Ningrat², Shelly Melinda² dan Nikmatul Ikhrom Eka Jayani³

¹ Departemen Farmasetika, Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya, Surabaya, Indonesia

³ Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya, Surabaya, Indonesia

Korespondensi: Karina Citra Rani

Email: karinacitrarani@staff.ubaya.ac.id

Submitted: 01-05-2022, Revised: 23-05-2022, Accepted: 01-06-2022

ABSTRAK: Salah satu upaya pemanfaatan serbuk daun kelor sebagai sumber antioksidan adalah pengembangan sediaan *chewable gummy*. *Chewable gummy* daun kelor diformulasi untuk menutupi rasa dan bau serbuk daun kelor yang khas dan kurang disukai, sekaligus meningkatkan kemudahan penggunaan sediaan. Pada penelitian ini dilakukan formulasi *chewable gummy* dengan dua jenis *gelling agent* yaitu konjak glukomanan (formula 1-3) dengan konsentrasi 0,25%; 0,50%; dan 0,75% serta kappa karagenan (formula 4-6) dengan konsentrasi 1%; 1,5%; dan 2%. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jenis dan konsentrasi *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan terhadap karakteristik fisik *chewable gummy* daun kelor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis *gelling agent* menghasilkan *chewable gummy* yang mudah hancur saat kontak dengan media aqueous (3,91-12,88 menit). Interaksi jenis *gelling agent* dan perbedaan konsentrasi berpengaruh signifikan terhadap *swelling ratio*, waktu hancur, persen sineresis, dan *hardness chewable gummy* ($p < 0,05$). Sementara itu, parameter *gumminess* dan *chewiness* hanya dipengaruhi jenis *gelling agent*. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jenis dan konsentrasi *gelling agent* menyebabkan perbedaan karakteristik fisik *chewable gummy* daun kelor. Peningkatan konsentrasi *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan menyebabkan waktu hancur sediaan menjadi lebih lama, sineresis sediaan menjadi lebih rendah, serta tekstur sediaan menjadi lebih kokoh dan kenyal. Konsentrasi konjak glukomanan yang direkomendasikan untuk pembuatan *chewable gummy* daun kelor adalah 0,75% (formula 3), sementara untuk kappa karagenan adalah 2,0% (formula 6).

Kata kunci: *chewable gummy*; daun kelor; kappa karagenan; konjak glukomanan

ABSTRACT: The development of *chewable gummy* is one of the approaches for developing Moringa leaf powder as a source of antioxidants. Formulation of *chewable gummy* based on Moringa leaf powder is conducted not only to mask the unacceptable taste and odor of Moringa leaf powder but also to enhance the ease of product application. The formulation of *chewable gummy* in this research has been conducted using konjac glucomannan (formula 1-3) and kappa-carrageenan (formula 4-6). The concentration of konjac glucomannan was 0.25%; 0.50%; and 0.75% respectively, hence the concentration of kappa-carrageenan was 1%; 1.5%; and 2%. This research aimed to analyze the effect of *gelling agent* type and *gelling agent* concentration on the physical characteristics of Moringa leaf powder-based *chewable gummy*. The results showed that these *gelling agents* provide a fast dispersion time of *chewable gummy* upon contact with aqueous media (3.91-12.88 minutes). Interaction of *gelling agent* type and *gelling agent* concentration significantly influenced the *swelling ratio*, dispersion time, syneresis, and *hardness* of *chewable gummy* ($p < 0.05$). Meanwhile, the *gumminess* and *chewiness* were only influenced by the type of *gelling agent*. It was concluded that the type and concentration of *gelling agents* significantly impact the physical characteristics of *chewable gummy*-based Moringa leaf powder. The increment of konjac glucomannan and kappa-carrageenan concentration exhibited an increase in dispersion time and a reduction of syneresis percentage, hence the texture of *chewable gummy* became harder and chewier. The recommended concentration of konjac glucomannan for the preparation of *chewable gummy*-based Moringa leaf powder was 0.75% (formula 3), while for kappa-carrageenan was 2.0% (formula 6).

Keywords: *chewable gummy*; Moringa oleifera leaf; kappa carrageenan; konjac glucomannan

1. Pendahuluan

Daun kelor merupakan bagian dari tanaman kelor yang bermanfaat untuk nutrisi dan kesehatan. Hal ini disebabkan daun kelor memiliki kandungan antioksidan dan nutrisi yang tinggi [1]. Daun kelor memiliki beberapa kandungan senyawa dan golongan senyawa yang berfungsi sebagai sumber antioksidan bagi tubuh [2]. Daun kelor juga memiliki kandungan vitamin C dan vitamin E yang berfungsi sebagai antioksidan dan mampu menghambat proliferasi sel abnormal [3]. Aktivitas antioksidan pada daun kelor juga didukung oleh tingginya kandungan golongan senyawa polifenol, seperti flavonoid dan asam fenolik. Beberapa senyawa golongan flavonoid yang terdapat dalam daun kelor antara lain mirisetin, kuersetin, dan kaempferol dengan konsentrasi 5,8; 0,207; dan 7,57 mg/g [4].

Tingginya kandungan antioksidan dan nutrisi pada daun kelor memungkinkan penggunaan daun kelor pada produk nutrasetikal dan olahan pangan [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan pada suhu 60°C dapat mempertahankan kandungan senyawa aktif pada daun kelor, sehingga efek terapeutik serbuk daun kelor tidak berbeda signifikan dengan daun kelor segar [6]. Salah satu bentuk produk nutrasetikal yang potensial dikembangkan melalui penghantaran per oral dengan bahan aktif serbuk daun kelor adalah *chewable gummy*. *Chewable gummy* merupakan bentuk sediaan padat yang efektif untuk mengatasi masalah disfagia pada anak-anak dan lansia [7].

Formulasi *chewable gummy* memungkinkan bahan aktif terlarut atau terdispersi dalam matriks lembut, kenyal, dan elastis yang merupakan basis gel [8]. Struktur matriks tersebut memungkinkan gaya yang minimal untuk mengunyah tablet di dalam rongga mulut, serta molekul air dengan mudah berpenetrasi ke dalam struktur gel memicu solubilisasi bahan aktif ke dalam cairan saliva. Sediaan *chewable gummy* daun kelor memiliki banyak keunggulan dibandingkan sediaan padat yang lain, yaitu mudah ditelan, praktis digunakan,

memiliki rasa dan aroma yang dapat diterima, serta mula kerja yang cepat [9]. Komponen formula sediaan *chewable gummy* terdiri dari *gelling agent*, gula, air, pemanis, dan *flavor*. Pemanis dan *flavor* ditujukan untuk menutupi rasa bahan aktif dan meningkatkan penerimaan konsumen [10].

Komponen penting dalam formulasi sediaan *chewable gummy* adalah *gelling agent* yang berfungsi membentuk struktur matriks. Jenis dan konsentrasi *gelling agent* memiliki dampak signifikan terhadap karakteristik fisik, terutama rheologi dan tekstur sediaan [11]. Gelatin merupakan *gelling agent* yang telah banyak digunakan dalam formulasi *chewable gummy*, namun penggunaan gelatin memiliki keterbatasan. Keterbatasan penggunaan gelatin sebagai *gelling agent* antara lain ketersediaan yang terbatas, harga yang tinggi, kualitas yang bervariasi, isu terkait kehalalan produk, higroskopisitas yang tinggi, dan perubahan konsistensi *chewable gummy* selama penyimpanan [12]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi jenis *gelling agent* lain untuk formulasi *chewable gummy* daun kelor.

Karagenan dan konjak glukomanan merupakan hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai alternatif *gelling agent* dalam formulasi *chewable gummy* [13]. Karagenan diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut, tersusun dari unit D-galaktosa dan 3,6-anhidro-D-galaktosa dengan ikatan α -1,3 dan β -1,4 pada polimer heksosanya [14]. Kappa karagenan merupakan jenis karagenan yang mampu membentuk gel dengan struktur kuat, persen sineresis rendah, dan kapasitas gelasi yang tinggi [14]. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan karagenan dalam pengembangan *chewable gel* ekstrak jahe merah menghasilkan struktur *chewable* yang kuat dan kenyal [15].

Penggunaan kappa karagenan dalam pengembangan formula permen *jelly* kulit anggur hitam telah dilakukan dengan rentang konsentrasi karagenan 1,0%-3,5%. Kappa karagenan dengan konsentrasi 2,0% menunjukkan karakteristik terbaik ditinjau dari kadar air, kadar abu, kadar an-

tosianin, dan kekenyalan tekstur [16]. Berdasarkan konsentrasi optimum kappa karagenan pada penelitian terdahulu, formula *chewable gummy* daun kelor dalam penelitian ini akan dikembangkan dengan tiga konsentrasi kappa karagenan yaitu 1,0% (formula 4); 1,5% (formula 5); dan 2,0% (formula 6).

Konjak glukomanan merupakan polisakarida alami yang berasal dari umbi *Araceae amorphophallus* [17]. Konjak glukomanan larut dalam air, mampu membentuk sistem hidrokoloid kuat, serta menghasilkan gel dengan viskositas tinggi [13]. Penelitian terdahulu mengenai pengembangan *chewable gummy* jeruk kalamansi dengan konjak glukomanan dilakukan dengan tiga konsentrasi *gelling agent* berbeda yaitu 1%; 1,5%; dan 2%. Hasil evaluasi menunjukkan tekstur permen jelly dengan konsentrasi konjak glukomanan 1% cukup keras dan kurang elastis [17]. Berdasarkan hasil tersebut, pengembangan *chewable gummy* daun kelor dalam penelitian ini dilakukan dengan konsentrasi konjak glukomanan yang lebih rendah yaitu 0,25% (formula 1); 0,5% (formula 2); dan 0,75% (formula 3).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh jenis *gelling agent* (kappa karagenan dan konjak glukomanan) dan konsentrasi *gelling agent* terhadap karakteristik fisik *chewable gummy*. Parameter karakteristik fisik yang dianalisis meliputi organoleptis, keragaman bobot, dimensi tablet, *swelling ratio*, waktu hancur, persen sineresis, dan tekstur (*chewiness*, *gumminess*, dan *hardness*). Melalui hasil penelitian ini diharapkan diperoleh gambaran mengenai potensi jenis dan konsentrasi *gelling agent* yang dapat digunakan dalam pengembangan *chewable gummy* dengan bahan aktif serbuk daun kelor.

2. Bahan dan metode

2.1. Bahan kimia

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kappa karagenan f.g (PT. Gumindo Perkasa Industri, Jakarta-Indonesia), konjak glu-

komanan (CV. Rajayashop, Surabaya-Indonesia), manitol (Qingdao Bright Moon Seaweed Group Co.LTD, Qingdao-China), sukrosa (PT. Sugar Group Companies, Mataram-Indonesia), propilen glikol (PT. Brataco, Surabaya-Indonesia), natrium benzoat (Emerald Kalama Chemical, B.V, Rotterdam- Netherlands), asam sitrat (PT. RZBC IMP & EXP. Co. LTD, Shandong-China), *corn oil* (AbMole), perisa melon (KH. Roberts, Buroh Lane-Singapura), *coloring agent* (PT. Anggana Catur Prima, Jakarta-Indonesia).

2.2. Bahan tanaman

Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk daun kelor dengan derajat kehalusan lolos mesh No.500. Serbuk daun kelor diperoleh dari PT. Moringa Organik Indonesia, Blora-Indonesia.

2.3. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik Ohaus Pioneer Soehnle (Darmstadt, Jerman), timbangan digital Ohaus Scout Pro SPS202F (Darmstadt, Jerman), panci pencampur, kompor gas, cetakan *chewable gummy* berbentuk persegi, termometer digital ThermoPro® (Shanghai, China), *stopwatch* digital Q&Q HS43 (Citizen watch, Tokyo-Jepang), jangka sorong Kenmaster® (Indonesia), lemari pendingin (PT. Haier *Electrical Appliances*, Indonesia), dan TA-XT plus texture analyzer (*Stable Micro System*, Inggris).

2.4. Formulasi *chewable gummy* daun kelor

Formulasi *chewable gummy* daun kelor yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan dua jenis *gelling agent* yaitu konjak glukomanan dan kappa karagenan. Terdapat tiga macam konsentrasi yang dioptimasi untuk masing-masing *gelling agent*, sehingga terdapat 6 formula yang dikembangkan. Formula *chewable gummy* daun kelor dengan *gelling agent* kappa karagenan dan konjak glukomanan ditampilkan pada Tabel 1. Pembuatan *chewable gummy* daun kelor dilakukan dengan metode cetak tuang. Metode tersebut

Tabel 1. Formula *chewable gummy* daun kelor dengan *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan

Komponen formula	Konsentrasi (%)					
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4	Formula 5	Formula 6
Serbuk daun kelor	2	2	2	2	2	2
Konjak glukomanan	0,25	0,5	0,75	-	-	-
Kappa karagenan	-	-	-	1	1,5	2
Manitol	15	15	15	15	15	15
Natrium benzoat	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Asam sitrat	1	1	1	0,5	0,5	0,5
Propilen glikol	4	4	4	4	4	4
Sukrosa	25	25	25	30	30	30
Corn oil	2	2	2	1	1	1
Melon flavor	4	4	4	4	4	4
Pewarna	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Aqua purificata	46,249	45,999	45,749	41,999	41,499	40,999
Total Konsentrasi	100	100	100	100	100	100

dilakukan dengan menuang masa *chewable gummy* ke dalam cetakan silikon kemudian didinginkan hingga memadat [18].

Pembuatan *chewable gummy* diawali dengan proses pembasahan serbuk daun kelor menggunakan propilen glikol dengan rasio bobot 1:1. Serbuk daun kelor yang telah dibasahi dengan propilen glikol kemudian dicampur dengan aqua purificata 5 ml hingga terbentuk *slurry*. Tahap berikutnya dilakukan penyiapan larutan sukrosa dengan cara melarutkan sukrosa ke dalam aqua purificata kemudian dipanaskan pada suhu 70-80°C. Manitol dicampur dengan *corn oil* kemudian ditambahkan ke dalam larutan sukrosa, sambil diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C. Propilen glikol dan kappa karagenan juga ditambahkan ke dalam campuran tersebut sambil diaduk pada suhu 80°C. Natrium benzoat dan asam sitrat masing-masing dilarutkan dalam 5 ml aqua purificata kemudian ditambahkan pada campuran dan diaduk homogen. Perisa melon dan *coloring agent* kemudian ditambahkan secara perlahan pada campuran sambil diaduk homogen. Setelah suhu campuran mencapai sekitar 60°C, dispersi serbuk kelor ditambahkan dan diaduk hingga homogen.

Masa yang telah homogen tersebut kemudian dituang ke dalam cetakan silikon dan didiamkan

selama 30 menit hingga tercapai suhu kamar (25-30°C). *Chewable gummy* kemudian dimasukkan ke dalam lemari es (suhu 8-15°C) selama 1 jam hingga struktur *chewable gummy* menjadi lebih kokoh. Setelah 1 jam, *chewable gummy* dikeluarkan dari lemari es dan disimpan pada suhu kamar (25-30°C) dalam wadah kedap udara selama 24 jam. *Chewable gummy* kemudian dilepaskan dari cetakan secara perlahan dan dikemas menggunakan kemasan plastik.

2.5. Evaluasi karakteristik fisik *chewable gummy* daun kelor

2.5.1. Evaluasi organoleptik

Chewable Gummy daun kelor yang dihasilkan pada penelitian ini dilakukan evaluasi organoleptik meliputi warna, rasa, bentuk, tekstur, dan bau. Observasi tekstur dilakukan dengan menekan lembut permukaan *chewable gummy* dengan kedua ujung jari. Parameter tekstur yang diamati meliputi kekenyalan, lengket atau tidaknya *chewable gummy*, dan kekasaran permukaan *chewable gummy* [19].

2.5.2. Evaluasi keragaman bobot

Evaluasi keragaman bobot dilakukan untuk menentukan keseragaman sediaan *chewable gummy* yang dihasilkan. Penentuan dilakukan

dengan mengambil sebanyak 20 unit sediaan kemudian dilakukan penimbangan satu per satu. Berdasarkan hasil tersebut kemudian dihitung bobot rata-rata *chewable gummy*. *Chewable gummy* dinyatakan memenuhi persyaratan bila tidak ada satu sediaan yang bobotnya menyimpang lebih besar dari 7,5% dari bobot rata-rata *chewable gummy*. Apabila terdapat 1 unit tablet yang berada pada luar rentang, maka pengujian dilakukan kembali dengan tambahan 20 *chewable gummy* tablet. *Chewable gummy* tablet dinyatakan memenuhi syarat apabila tidak ada satu unit pun yang menyimpang lebih besar dari 10% terhadap bobot rata-rata *chewable gummy* [10].

2.5.3. Evaluasi dimensi

Evaluasi dimensi *chewable gummy* digunakan untuk menentukan keseragaman ukuran tablet meliputi panjang, lebar, dan tebal. Informasi mengenai dimensi *chewable gummy* berkaitan dengan dimensi bahan kemas primer yang digunakan untuk melindungi sediaan. Evaluasi dimensi *chewable gummy* dilakukan dengan mengukur panjang, lebar, dan tebal 10 unit *chewable gummy* menggunakan jangka sorong. Hasil evaluasi dinyatakan memenuhi syarat bila standar deviasi dari pengukuran masing-masing dimensi (panjang, lebar, dan tebal) tidak lebih dari 5% [20].

2.5.4. Evaluasi swelling ratio

Evaluasi *swelling ratio* dilakukan untuk menentukan kapasitas absorpsi air *chewable gummy* dalam struktur gel. Evaluasi *swelling ratio* dilakukan dengan menimbang bobot awal *chewable gummy* (W_d), kemudian *chewable gummy* tersebut direndam dalam 100 ml aqua purificata selama 10 detik pada suhu ruang ($25-30^\circ\text{C}$). *Chewable gummy* kemudian diangkat dan dibersihkan permukannya dengan menggunakan kertas saring untuk menghilangkan air yang masih menempel [21]. *Swelling ratio* kemudian dihitung dengan cara membagi selisih bobot *chewable gummy* sebelum dan sesudah perendaman dengan bobot awal *chewable gummy* sebelum perendaman, sesuai persamaan berikut:

$$\text{Swelling ratio} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\%$$

dimana, W_s : berat *chewable gummy* setelah perendaman dan W_d : berat *chewable gummy* sebelum perendaman.

2.5.5. Evaluasi waktu dispersi

Evaluasi waktu dispersi digunakan untuk memprediksi kecepatan tablet untuk terdisintegrasi dalam media *aqueous*. Evaluasi dilakukan dengan memasukkan *chewable gummy* ke dalam *beaker glass* yang berisi aqua purificata dengan suhu 37°C [7]. Selama pengujian *chewable gummy* dilakukan pengadukan secara konstan dengan *magnetic stirrer* hingga seluruh *chewable gummy* terdispersi sempurna. Waktu yang diperlukan untuk seluruh *chewable gummy* terdispersi homogen pada media *aqueous* dicatat sebagai waktu dispersi.

2.5.6. Evaluasi sineresis

Sineresis merupakan fenomena pemisahan molekul air dari struktur gel *chewable gummy* selama penyimpanan. Evaluasi sineresis *chewable gummy* bertujuan untuk memprediksi stabilitas struktur gel terkait dengan kontraksi atau pengerutan gel [22]. Semakin tinggi persen sineresis sediaan *chewable gummy*, maka tekstur sediaan semakin cepat melunak dan mengurangi kualitas sediaan. Evaluasi sineresis dilakukan pada temperatur kamar ($25 \pm 5^\circ\text{C}$), dengan menempelkan kertas saring pada seluruh permukaan *chewable gummy*. Bobot sediaan akhir setelah sediaan dikontakkan dengan kertas saring ditimbang kemudian dibandingkan dengan berat awal sediaan [19]. Persen sineresis *chewable gummy* dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\text{Persen sineresis} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

dimana, A: bobot awal sediaan dan B: bobot akhir sediaan.

2.5.7. Analisis tekstur *chewable gummy*

Analisis tekstur dilakukan untuk menilai parameter *chewiness*, *gumminess*, dan *hardness*

sediaan *chewable gummy* daun kelor. Ketiga parameter tersebut mempengaruhi kemudahan sediaan untuk dikunyah dan tingkat penerimaan konsumen [23]. Analisis tekstur *chewable gummy* daun kelor dilakukan dengan instrumen TA-XT plus *texture analyzer*. Persiapan instrumen dilakukan dengan melakukan pengaturan dengan *low speed* 50 mm/s, *high speed* 100 mm/s, kekuatan 5,0 gram, *stroke after* 10 (0,1 mm). Dilakukan 2 *press slow* untuk mendapatkan parameter *chewiness* dan *gumminess*, serta 1 *press slow* untuk parameter *hardness*. Selanjutnya dilakukan pemasangan *probe* dengan mengatur posisi *probe* hingga mendekati sampel. Instrumen dijalankan sesuai waktu yang ditentukan kemudian diperoleh hasil berupa kurva antara gaya dan waktu. Pengujian selesai jika posisi *probe* kembali ke posisi semula. Sesuai data yang ditampilkan oleh kurva tersebut dilakukan perhitungan *chewiness*, *gumminess*, dan *hardness* [24].

2.6. Analisis data

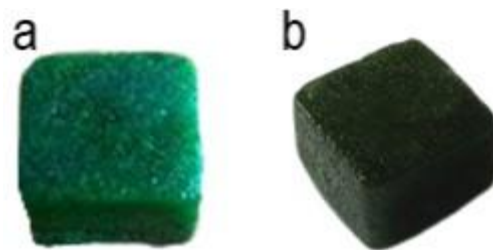
Penelitian ini dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor yang didesain pada penelitian ini yaitu jenis *gelling agent* (konjak glukomanan dan kappa karagenan) dan konsentrasi *gelling agent*. Data yang diperoleh pada penelitian ini dilakukan analisis deskriptif dan analisis statistik dengan RAL faktorial. Parameter yang dianalisis secara deskriptif meliputi organoleptis, keragaman bobot *chewable gummy*, dan dimensi *chewable gummy*. Hasil analisis ketiga parameter tersebut dibandingkan dengan nilai rujukan yang terdapat pada kompendia. Parameter yang lain meliputi *swelling ratio*, waktu dispersi, sineresis, dan hasil analisis tekstur dilakukan analisis statistik sesuai desain RAL faktorial ($\alpha=0,05$).

3. Hasil dan pembahasan

Hasil evaluasi karakteristik fisik meliputi organoleptis, keragaman bobot, *swelling ratio*, waktu dispersi, sineresis, dan tekstur *chewable gummy* ditampilkan pada Tabel 2.

3.1. Organoleptis *chewable gummy* daun kelor

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *chewable gummy* daun kelor dengan *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan berbentuk persegi, berwarna hijau, dengan rasa manis, dan berbau melon. Tekstur *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan kenyal dan elastis, sedangkan tekstur *chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan lebih kuat dan kaku dibandingkan *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan. Penggunaan konjak glukomanan dalam formula *chewable gummy* mampu menghasilkan gel yang elastis dengan viskositas rendah, sehingga kekuatan gel lebih rendah dibandingkan kappa karagenan [13]. Kappa karagenan mampu membentuk gel yang kuat dan kaku, sehingga bila dibandingkan dengan konjak glukomanan *chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan menunjukkan struktur yang lebih kaku dan kurang elastis [25]. Penampilan fisik *chewable gummy* daun kelor ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Chewable gummy* daun kelor dengan *gelling agent* konjak glukomanan (a) dan kappa karagenan (b)

3.2. Keragaman bobot *chewable gummy* daun kelor

Evaluasi keragaman bobot dapat digunakan sebagai informasi mengenai keseragaman kandungan pada sediaan *chewable gummy* [8]. Apabila bobot sediaan yang dihasilkan seragam, maka dapat dipastikan bahwa kandungan daun kelor pada setiap *chewable gummy* seragam. Hasil evaluasi keragaman bobot *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan menunjukkan bahwa rentang bobot *chewable gummy* berada antara 2,80-2,85 g. Perhitungan koefisien variasi dari masing-

masing formula menunjukkan pemenuhan terhadap persyaratan, yaitu tidak terdapat satu unit tablet pun yang menyimpang dari bobot rata-rata sebesar 7,5% [10].

3.3. *Swelling ratio chewable gummy daun kelor*

Evaluasi *swelling ratio* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *chewable gummy* untuk mengembang di dalam media aqueous [26]. *Swelling ratio* menggambarkan persentase air yang dapat masuk ke dalam struktur internal hidrogel. Proses masuknya air ke dalam struktur hidrogel akan meningkatkan entropi larutan, sehingga awal mula proses difusi dapat berlangsung. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi kedua faktor yaitu jenis *gelling agent* dan konsentrasi *gelling agent* berpengaruh signifikan terhadap *swelling ratio chewable gummy* daun kelor ($p < 0,05$). Hasil penelitian sebelumnya mengenai kinetika *swelling* hidrogel akrilamida-sodium akrilat menunjukkan hasil serupa. Kinetika *swelling* dipengaruhi oleh tipe polimer penyusun hidrogel dan konsentrasi polimer [27].

Berdasarkan data *swelling ratio*, diketahui bahwa pada *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan nilai *swelling ratio* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *gelling agent*. Konjak glukomanan diketahui memiliki sifat hidrofilik yang paling tinggi dibandingkan hidrokoloid yang lain [17]. Konjak glukomanan memiliki kemampuan menyerap air yang sangat besar disebabkan gugus hidrofilik dalam molekul konjak glukomanan. Hal ini menyebabkan jumlah air yang terjebak dalam struktur gel meningkat dan indeks pengembangan *chewable gummy* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi konjak glukomanan [28].

Kondisi yang berbeda teramati pada *chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan. Peningkatan konsentrasi kappa karagenan menyebabkan penurunan nilai *swelling ratio*. Hal ini disebabkan karena kemampuan kappa karagenan untuk mengembang dipengaruhi oleh protonasi gugus -OSO₃ pada kappa karagenan. Protonasi gugus -OSO₃ pada kondisi asam seperti dalam

pembuatan *chewable gummy* terjadi secara ekstensif. Kondisi ini menyebabkan peningkatan interaksi intermolekuler yang umumnya merupakan ikatan hidrogen. Peningkatan konsentrasi kappa karagenan menyebabkan interaksi intermolekuler meningkat, sehingga struktur jejaring polimer menjadi lebih rapat [29]. Kerapatan jejaring polimer yang meningkat, menyebabkan molekul air semakin sulit berpenetrasi ke dalam struktur *chewable gummy* dan nilai *swelling ratio* menurun.

3.4. *Waktu dispersi chewable gummy*

Waktu dispersi menggambarkan kecepatan *chewable gummy* untuk terdisintegrasi di dalam media aqueous. Evaluasi ini dilakukan untuk menjamin bahwa bahan aktif akan terlepas dari matriks saat sediaan mulai terdisintegrasi menjadi fragmen yang lebih kecil. Semakin cepat waktu dispersi sediaan *chewable gummy*, maka awal mula pelepasan bahan aktif serbuk daun kelor akan berlangsung lebih cepat [8]. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi jenis *gelling agent* dan konsentrasi *gelling agent* berpengaruh signifikan terhadap waktu dispersi *chewable gummy* daun kelor ($p < 0,05$). Keenam formula *chewable gummy* daun kelor menunjukkan waktu hancur dalam rentang 4,39-12,18 menit. Hasil tersebut memenuhi persyaratan waktu hancur *chewable gummy* yaitu kurang dari 15 menit [22].

Chewable gummy dengan *gelling agent* kappa karagenan menunjukkan waktu dispersi yang lebih lama dibandingkan *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan. Hal ini disebabkan kappa karagenan membentuk gel yang keras dan kaku. Kekokohan struktur gel kappa karagenan lebih tinggi dibandingkan konjak glukomanan, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama bagi molekul air berpenetrasi ke dalam struktur gel dan *chewable gummy* terdispersi [30]. Sementara itu, peningkatan konsentrasi *gelling agent* meningkatkan waktu dispersi *chewable gummy* baik dengan *gelling agent* konjak glukomanan maupun kappa karagenan. Pe-

ningkatan konsentrasi *gelling agent* berdampak signifikan terhadap kekerasan matriks gel akibat mekanisme sambung silang antar polimer. Peningkatan kekerasan matriks gel menyebabkan waktu dispersi tablet menjadi lebih lama [28].

3.5. Sineresis *chewable gummy* daun kelor

Sineresis merupakan parameter yang dapat digunakan untuk memprediksi stabilitas *chewable gummy*. Sineresis adalah peristiwa keluarnya air dari dalam struktur gel yang disebabkan oleh mengkerutnya struktur gel [22]. Kemampuan jaringan gel yang lemah dalam menahan air menyebabkan air dapat merembes keluar dari struktur *chewable gummy*. Semakin tinggi persentase sineresis sediaan mengindikasikan tekstur *chewable gummy* semakin cepat melunak, sehingga kualitas sediaan menurun [19].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua faktor yaitu jenis *gelling agent* dan konsentrasi *gelling agent* berpengaruh terhadap sineresis sediaan *chewable gummy* daun kelor. Sineresis umumnya terjadi pada sediaan *chewable gummy* dengan konsentrasi *gelling agent* yang terlalu rendah [19]. Hal ini disebabkan struktur gel kurang kuat dalam menahan molekul air, sehingga air akan keluar menuju permukaan *chewable gummy*. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian ini yaitu peningkatan konsentrasi *gelling agent* menyebabkan persen sineresis menurun. Penurunan persen sineresis disebabkan jejaring polimer semakin rapat seiring dengan peningkatan konsentrasi *gelling agent*. Hal ini menyebabkan kemampuan *chewable gummy* dalam menahan molekul air semakin kuat [31].

Jenis *gelling agent* juga berpengaruh terhadap sineresis *chewable gummy* daun kelor. Rigiditas dan struktur gel yang dibentuk oleh masing-masing *gelling agent* mempengaruhi proses difusi molekul kecil seperti air, sehingga perbedaan jenis *gelling agent* secara signifikan berdampak pada sineresis *chewable gummy*. *Chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan menunjukkan persen sineresis yang lebih tinggi dibandingkan konjak glukomanan. Kappa kara-

genan membentuk gel yang kaku namun rapuh, sehingga molekul air mudah bergerak menuju permukaan *chewable gummy* [31].

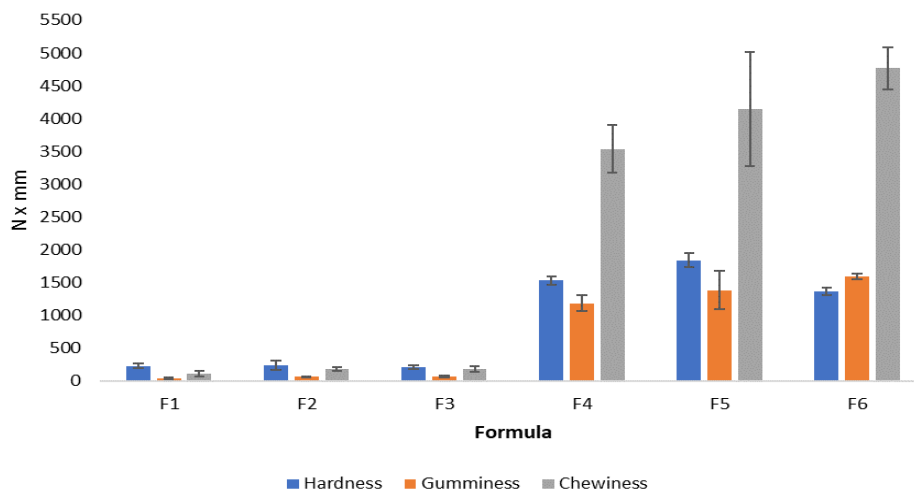
3.6. Tekstur *chewable gummy* daun kelor

Analisis tekstur dilakukan untuk mengevaluasi penerimaan produk *chewable gummy* daun kelor. Pengujian tekstur *chewable gummy* melibatkan dua siklus kompresi, menyerupai proses pengunyahan di dalam rongga mulut. Analisis tekstur berkaitan dengan parameter sensori seperti *hardness*, *gumminess*, dan *chewiness* [23]. Kekerasan atau *hardness* adalah gaya yang diberikan kepada objek hingga terjadi deformasi atau perubahan bentuk pada objek [30]. *Hardness* juga dapat didefinisikan sebagai gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan *chewable gummy* di antara gigi molar. *Gumminess* merupakan parameter yang berkaitan dengan kekerasan dan kohesivitas matriks gel. *Gumminess* adalah sifat deformasi bentuk yang dipengaruhi oleh gaya kohesi dan adhesi. Gaya kohesi yang tinggi membuat *chewable gummy* kompak dan tidak mudah terpecah, sementara gaya adhesi yang tinggi menyebabkan *chewable gummy* lengket di tangan, kemasan atau wadah [30]. *Chewiness* menggambarkan jumlah energi yang diperlukan untuk mengunyah produk makanan termasuk *chewable gummy* sebelum dapat ditelan. *Chewiness* adalah sensasi sensoris mengunyah produk akibat adanya resistensi elastik [23]. Hasil analisis tekstur *chewable gummy* daun kelor ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *hardness chewable gummy* daun kelor dipengaruhi oleh interaksi jenis *gelling agent* dan konsentrasi *gelling agent*. *Chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan menunjukkan nilai *hardness* yang lebih tinggi dibandingkan konjak glukomanan. Hal ini disebabkan kappa karagenan mampu membentuk gel dengan viskositas tinggi, keras, dan kaku [30]. Kekuatan struktur gel pada kappa karagenan disebabkan ikatan hidrogen intramolekuler dalam jejaring polimer kappa karagenan [13]. Peningkatan konsentrasi *gelling*

Tabel 2. Hasil evaluasi karakteristik fisik *chewable gummy* dengan *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagena

Karakteristik fisik		Konjak glukomanan			Kappa karagenan		
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
Organoleptis	Warna	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
	Bau	Melon	Melon	Melon	Melon	Melon	Melon
	Bentuk	Persegi	Persegi	Persegi	Persegi	Persegi	Persegi
	Rasa	Manis	Manis	Manis	Manis	Manis	Manis
	Tekstur	Sedikit kenyal, tidak kaku, agak lentur, dan tidak lengket	Kenyal, tidak kaku, agak lentur, dan tidak lengket	Kurang kenyal, tidak kaku, agak lentur, dan tidak lengket	Kenyal, kurang kokoh, & tidak lengket	Kenyal, kokoh, & tidak lengket	Kenyal, sangat kokoh, & tidak lengket
<i>Swelling ratio</i> (%)		1,60±0,21	2,08±0,32	3,00±0,14	3,02±0,38	2,09±0,32	1,75±0,34
Waktu dispersi (menit)		7,32±0,17	8,24±0,10	8,52±0,05	4,39±0,11	9,44±0,17	12,18±0,14
Sineresis (%)		0,60±0,20	0,35±0,00	0,12±0,20	1,79±0,02	1,08±0,01	0,34±0,01
Bobot tablet (g)		2,81±0,02	2,82±0,03	2,80±0,02	2,83±0,01	2,85±0,01	2,85±0,01
Dimensi tablet	Panjang (cm)	1,49±0,00	1,49±0,00	1,49±0,00	1,49±0,00	1,49±0,00	1,49±0,00
	Lebar (cm)	1,48±0,01	1,48±0,01	1,48±0,01	1,49±0,00	1,49±0,00	1,49±0,00
	Tebal (cm)	0,97±0,01	0,97±0,01	0,97±0,01	0,97±0,01	0,95±0,01	0,96±0,02
Analisis tekstur	<i>Hardness</i> (N x mm)	227,00±33,06	234,00±73,49	214,00±29,60	1532,67±65,00	1836,67±108,63	1363,00±63,98
	<i>Gumminess</i> (N x mm)	34,82±15,23	58,90±10,28	60,24±14,53	1178,81±121,80	1382,05±289,44	1588,43±440,02
	<i>Chewiness</i> (N x mm)	104,44±45,68	176,71±30,84	180,72±43,60	3536,44±365,42	4146,16±868,31	4765,30±1320,05



Gambar 2. Grafik nilai *hardness*, *gumminess*, dan *chewiness* *chewable gummy* daun kelor

agent baik konjak glukomanan maupun karagenan berdampak signifikan terhadap *hardness* *chewable gummy*. Kondisi ini disebabkan interaksi kompleks di dalam jejaring polimer *gelling agent* untuk membentuk struktur yang lebih rigid [32].

Chewiness dan *gumminess* *chewable gummy* daun kelor dalam penelitian ini hanya dipengaruhi oleh jenis *gelling agent* ($p < 0,05$). *Chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan menunjukkan nilai *gumminess* dan *chewiness* yang lebih tinggi dibandingkan konjak glukoma-

nan. Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu mengenai pengembangan permen jelly labu kuning yang menyebutkan bahwa nilai *gumminess* berbanding lurus dengan *hardness*. Semakin keras tekstur permen jelly, maka kelengketan (*gumminess*) yang teramati lebih tinggi [30]. *Gumminess* merupakan resultan dari nilai *hardness* dan *cohesiveness* suatu produk [33].

Chewiness merupakan parameter tekstur yang diperoleh dari resultan *hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness* [18]. *Chewiness* merupakan parameter yang paling sulit ditentukan karena melibatkan beberapa mekanisme di rongga mulut yaitu penekanan, penusukan, penggilingan, perobekan, dan pemotongan [33]. Profil *chewiness* *chewable gummy* menunjukkan tren yang serupa dengan nilai *gumminess*. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa *chewable gummy* dengan *gelling agent* kappa karagenan menghasilkan struktur *chewable gummy* yang kaku dan keras. Hal ini akan menyebabkan *chewable gummy* semakin lengket, ditandai dengan meningkatnya nilai *gumminess* [18]. Struktur *chewable gummy* yang semakin kaku membutuhkan gaya yang lebih besar untuk menghancurkan massa hingga siap ditelan, sehingga nilai *chewiness* meningkat.

4. Kesimpulan

Jenis *gelling agent* dan konsentrasi *gelling agent* merupakan parameter kritis yang menentukan karakteristik fisik *chewable gummy*. Interaksi kedua faktor tersebut dalam penelitian ini terbukti berpengaruh signifikan terhadap *swelling ratio*, waktu hancur, persen sineresis, dan *hardness* *chewable gummy*. Parameter *gumminess* dan *chewiness* lebih dipengaruhi oleh jenis *gelling agent* dan menunjukkan profil yang sejalan dengan nilai *hardness*. Peningkatan konsentrasi *gelling agent* konjak glukomanan dan kappa karagenan menyebabkan waktu hancur sediaan menjadi lebih lama, sineresis sediaan menjadi lebih rendah, serta tekstur sediaan menjadi lebih

kokoh dan kenyal. Berdasarkan kondisi tersebut, formula *chewable gummy* serbuk daun kelor dengan konsentrasi konjak glukomanan 0,75% (formula 3) dan kappa karagenan 2,0% (formula 6) merupakan formula optimum dalam penelitian ini. Kappa karagenan membentuk *chewable gummy* yang lebih kuat dan elastis dibandingkan konjak glukomanan.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Surabaya atas dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini pada tahun anggaran 2020-2021 dengan nomor 095/SP-Lit/LPPM-01/FF/MAN/VIII/2021.

Referensi

1. Oyeyinka AT, Oyeyinka SA. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of The Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2018;17(2):127-36.
2. Ferreira PPM, Farias DF, Oliveira JTDA, Carvalho ADF. *Moringa oleifera* : bioactive compounds and nutritional potential *Moringa oleifera* : compostos bioativos e potencialidade nutricional. *Revista de Nutricao*. 2008;21(4):431-7.
3. Vergara-Jimenez M, Almatrafi M, Fernandez M. Bioactive Components in *Moringa Oleifera* Leaves Protect against Chronic Disease. *Antioxidants*. 2017;6(4):91.
4. Coppin JP, Xu Y, Chen H, Pan MH, Ho CT, Juliani R, Simon JE, Wu Q. Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. *Journal of Functional Foods*. 2013;5(4):1892-9.
5. Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*. 2016;5(2):49-56.
6. Clement A, Olatunde M, Patrick O, Joyce O. Effect of Drying Temperature on Nutritional Content

- of *Moringa Oleifera* Leave. *World Journal of Food Science and Technology*. 2017;1(311):93–6.
7. Dille MJ, Hattrem MN, Draget KI. Soft, chewable gelatin-based pharmaceutical oral formulations: a technical approach. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2018;23(5):504–11.
 8. Matulyte I, Marksa M, Bernatoniene J. Development of Innovative Chewable Gel Tablets Containing Nutmeg Essential Oil Microcapsules and Their Physical Properties Evaluation. *Pharmaceutics*. 2021;13(6):873.
 9. Jadhav AV, Mohite SK. A comprehensive review on: medicated chewing gum. *Journal of Current Pharma Research*. 2014;4(3):1215–24.
 10. Davydova N. USP Chewable Gels Monographs. USP Diet Suppl Stakehold Forum. 2018;1–20. Available from: <https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/stakeholder-forum/chewable-gels.pdf>
 11. Pizzoni D, Compagnone D, Di Natale C, D'Alessandro N, Pittia P. Evaluation of aroma release of gummy candies added with strawberry flavours by gas-chromatography/mass-spectrometry and gas sensors arrays. *Journal of Food Engineering*. 2015;167:77–86.
 12. Kempka AP, Ulson De Souza SMAG, Ulson De Souza AA, Prestes RC, Ogliari D. Influence of bloom number and plastifiers on gelatin matrices produced for enzyme immobilization. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2014;31(1):95–108.
 13. Utomo BSB, Darmawan M, Hakim AR, Ardi DT. Physicochemical Properties And Sensory Evaluation Of Jelly Candy Made From Different Ratio Of K-Carrageenan And Konjac. *Squalen Bulletin of Marine Fisheries Postharvest Biotechnology*. 2014;9(1):25.
 14. Nu T, Viet T. Structure, Rheological Properties and Connectivity of Gels Formed by Carrageenan Extracted from Different Red Algae Species. *Rheological Propertie*. 2019;1–104.
 15. Bactiar A, Ali A, Rossy E. Pembuatan Permen Jelly Ekstrak Jahe Merah dengan Penambahan Karagenan. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*. 2017;4(1):72–6.
 16. Chaerunisaa AY, Husni P, Murthadiah FA. Modifikasi Viskositas Kappa Karagenan sebagai Gelling Agent Menggunakan Metode Polymer Blend. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*. 2020;12(2):73–83.
 17. Alvita RL, Elsyana V, Kining E. Formulasi Permen Jelly Jeruk Kalamansi Dengan Substitusi Glukomanan Konjak. *Journal of Nutrition and Culinary*. 2021;1(2):11–9.
 18. Čižauskaite U, Jakubaityte G, Žitkevičius V, Kasparavičiene G. Natural ingredients-based gummy bear composition designed according to texture analysis and sensory evaluation in vivo. *Molecules*. 2019;24(7).
 19. Prakash K, Satyanarayana VM, Nagiat HT, Fathi AH, Shanta AK, Prameela AR. Formulation development and evaluation of novel oral jellies of carbamazepine using pectin, guar gum, and gellan gum. *Asian Journal of Pharmaceutics*. 2014;8(4):241–9.
 20. Augsburger LL, Hoag SW, editors. *Pharmaceutical dosage forms-tablets*. CRC press; 2008.
 21. Kowalski G, Kijowska K, Witczak M, Kuterasiński L, Lukasiwicz M. Synthesis and effect of structure on swelling properties of hydrogels based on high methylated pectin and acrylic polymers. *Polymers*. 2019;11(1):1–16.
 22. Kadhim ZM, Ali WK. Preparation and evaluation of granisetron chewable pediatric oral jelly. *International Journal of Drug Delivery Technology*. 2019;9(3):145–9.
 23. Muzamir Mahat M, Sukarni Mohamad Sabere A, Shafiee A, Azizi Nawawi M, Hisham Hamzah H, Afiq Fikri Md Jamil M, Che Roslan N, Izzharif Abdul Halim M, Fauzi Safian M. The Sensory Evaluation and Mechanical Properties of Functional Gummy in the Malaysian Market. 2020;(October).
 24. Matulyte I, Mataraitė A, Velziene S, Bernatoniene J. The Effect of *Myristica fragrans* on Texture Properties and Shelf-Life of Innovative Chewable Gel Tablets. *Pharmaceutics*. 2021;13(2):238.
 25. Bagal-Kestwal DR, Pan MH, Chiang BH. Properties and applications of gelatin, pectin, and carrageenan gels. *Bio Monomers for Green Polymeric Composite Materials*. 2019;117–40.

26. Park H, Guo X, Temenoff JS, Tabata Y, Caplan AI, Kasper FK, Mikos AG, Box PO. *NIH Public Access*. 2010;10(3):541-6.
27. Kipcak AS, Ismail O, Doymaz I, Piskin S. Modeling and Investigation of the Swelling Kinetics of Acrylamide-Sodium Acrylate Hydrogel. *Journal of Chemistry*. 2014;2014.
28. Kaya AOW, Suryani A, Santoso J, Rusli MS. Karakteristik Dan Struktur Mikro Gel Campuran. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 2015;37(1):19-28.
29. Rasool A, Ata S, Islam A, Khan RU. Fabrication of novel carrageenan based stimuli responsive injectable hydrogels for controlled release of cephadrine. *RSC advances*. 2019;9(22):12282-90.
30. Kusumaningrum A, Parnanto NHR, Atmaka W. Kajian Pengaruh Variasi Konsentrasi Karaginan-Konjak Sebagai Gelling Agent Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia Dan Sensoris Permen Jelly Buah Labu Kuning (*Cucurbita maxima*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 2016;5(1):1-11.
31. Park JJ, Olawuyi IF, Park GD, Lee WY. Effects of gelling agents and sugar substitutes on the quality characteristics of carrot jelly. *Korean Journal of Food Preservation*. 2021;28(4):469-79.
32. Pereira PAP, de Souza VR, Silva AA, Queiroz F, Borges SV, Pinheiro ACM, Carneiro J de DS. Influence of gelling agent concentration on the characteristics of functional sugar-free guava preserves. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2019;31(7):501-10.
33. Chandra M V, Shamasundar BA. Texture profile analysis and functional properties of gelatin from the skin of three species of fresh water fish. *International Journal of Food Properties*. 2015;18(3):572-84.