

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kadar Air *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam pengujian kualitas *fruit leather*. *Fruit leather* umumnya memiliki kadar air rendah hingga sedang yang disebabkan oleh proses pengeringan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi kimia yang tidak diinginkan (Santos *et al.*, 2025).

Tabel 4. Kadar Air pada *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan CMC : Gum Arab	Kadar Air (%)
P1(1:4)	23,16 ± 2,89
P2(2:3)	24,19 ± 1,71
P3(3:2)	20,79 ± 0,91
P4(4:1)	21,69 ± 1,74

Keterangan: menunjukkan *not significant* atau tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Hasil uji menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa variasi perbandingan CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air *fruit leather*. Nilai kadar air diperoleh dari rentang 20,79%–24,19%. Nilai yang diperoleh tersebut masih berada pada batas maksimum kadar air produk manisan kering berdasarkan SNI 01–1718–1996 yaitu sebesar 25%. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh total konsentrasi hidrokoloid yang seragam pada tiap perlakuan. Pada penelitian Fitriana *et al.*, (2021) menyatakan bahwa penambahan konsentrasi CMC pada *fruit leather* semangka memang cenderung meningkatkan

kadar air secara linear, namun pada rentang konsentrasi yang sempit, perbedaan tersebut seringkali tidak terdeteksi secara signifikan karena dominansi proses penguapan air selama pengeringan. Hal ini diperkuat oleh Ihsan dan Derosya (2024) yang menyatakan bahwa kadar air produk pangan semi basah lebih banyak ditentukan oleh suhu dan durasi pengeringan yang konsisten dibandingkan dengan variasi jenis penstabil dalam jumlah kecil.

CMC dikenal sebagai polimer hidrokoloid semi-sintetis turunan selulosa yang bersifat sangat hidrofilik karena memiliki gugus fungsional karboksimetil bermuatan negatif yang melimpah (Warepam & Jena, 2022). Gugus polar tersebut memiliki energi bebas yang sangat rendah sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen intermolekuler yang kokoh dengan molekul air bebas di sekelilingnya (Rahman *et al.*, 2021). Aktivitas ini memberikan CMC kapasitas mengikat air yang sangat kuat, sehingga memaksa molekul air masuk ke dalam jalinan jaring-jaring matriks gel tiga dimensi yang dibentuknya. Hal ini menyulitkan air bebas untuk bermigrasi atau mengalami difusi air menuju permukaan lembaran untuk dievaporasi selama dehidrasi termal (Fitriana *et al.*, 2021).

Gum arab sebagai hidrokoloid mampu membentuk *edible film* yang berfungsi sebagai penghalang perpindahan air, tetapi efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh konsentrasi yang digunakan dalam formulasi produk (Salehi, 2020). Interaksi antara padatan terlarut (seperti gula dalam adonan) dan hidrokoloid menciptakan matriks yang stabil sehingga retensi air pada setiap perlakuan menjadi hampir serupa selama proses termal berlangsung (Sarkar *et al.*, 2020). Perbedaan rasio CMC dan gum arab pada konsentrasi total yang relatif sama tidak cukup kuat

untuk memodifikasi kadar air secara signifikan, sehingga proses pengeringan menjadi faktor dominan dalam menentukan kadar air akhir *fruit leather*. Rendahnya fluktuasi kadar air akibat variasi hidrokoloid penstabil ini sejalan dengan penelitian Haryati *et al.* (2021) pada *fruit leather* pepaya, di mana suhu pengeringan dan ketebalan adonan di atas loyang jauh lebih dominan dalam mengontrol kadar air dibandingkan jenis pengikat organik yang digunakan.

Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan jika dibandingkan dengan penelitian Mardiyana *et al.*, (2022) pada *fruit leather* jambu air camplong putih, di mana penambahan CMC 0,5%–2% memberikan pengaruh nyata yang meningkatkan kadar air secara linear dari 14,17% menjadi 16,42%. Penelitian Fitriana *et al.*, (2021) pada *fruit leather* semangka kuning juga menunjukkan pengaruh nyata penambahan CMC 0,5%–1,5% terhadap peningkatan kadar air pada rentang 16,45%–21,23%. Perbedaan signifikansi ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan basis bahan baku dan rentang konsentrasi hidrokoloid yang digunakan, di mana penelitian Mardiyana dan Fitriana menggunakan satu jenis penstabil dengan rentang konsentrasi yang lebih lebar.

4.2. Aktivitas Air *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Aktivitas air merupakan parameter yang merepresentasikan jumlah air bebas yang tersedia dan dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk proses metabolisme dan pertumbuhan, serta menjadi pemicu reaksi kimia pemicu kerusakan pangan. Aktivitas air didefinisikan sebagai rasio antara tekanan uap air di dalam bahan pangan dengan tekanan uap air murni pada suhu dan tekanan

lingkungan yang sama. Pengujian aktivitas air dilakukan dengan menggunakan alat a_w meter.

Tabel 5. Aktivitas Air pada *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan CMC : Gum Arab	Aktivitas Air
P1(1:4)	$0,42 \pm 0,10$
P2(2:3)	$0,41 \pm 0,10$
P3(3:2)	$0,42 \pm 0,15$
P4(4:1)	$0,44 \pm 0,08$

Keterangan: menunjukkan *not significant* atau tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai a_w berkisar antara 0,41 hingga 0,44. Hasil uji ANOVA menyatakan bahwa variasi perbandingan CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap aktivitas air *fruit leather* papaya-albedo semangka. Nilai a_w yang diperoleh berada dalam kisaran umum *fruit leather* yaitu sekitar 0,3–0,7 (Chen *et al.*, 2024). Angka tersebut berada jauh di bawah batas kritis pertumbuhan mikroorganisme, khususnya kapang dan khamir yang umumnya membutuhkan nilai a_w minimal 0,60–0,70 untuk dapat berkembang biak. Hal ini menunjukkan bahwa *fruit leather* yang dihasilkan memiliki stabilitas penyimpanan yang baik (Werdhosari *et al.*, 2019).

Tidak adanya perbedaan nyata pada nilai a_w berkaitan dengan mekanisme interaksi air oleh kedua hidrokoloid yang digunakan. CMC adalah senyawa hidrokoloid turunan selulosa yang kaya akan gugus hidroksil dan gugus karboksimetil yang bersifat sangat polar. Ketika CMC dilarutkan ke dalam bubur buah (*puree*), gugus polar ini akan membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul air bebas. Akibatnya, air bebas terperangkap ke dalam jaringan matriks gel tiga dimensi yang dibentuk oleh CMC. Bersamaan dengan itu, gum arab yang

merupakan polisakarida dengan struktur bercabang tinggi berkontribusi menahan pergerakan air melalui peningkatan viskositas adonan. Dikarenakan hidrokoloid yang ditambahkan memiliki konsentrasi dengan rentang yang dekat, ketersediaan gugus fungsional untuk mengikat air pada tiap perlakuan tidak memiliki selisih yang ekstrem. Akibatnya jumlah air bebas yang terperangkap dalam matriks polimer menjadi ekuivalen, sehingga nilai a_w yang terukur pada alat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Kestabilan nilai a_w (0,41-0,44) berbanding lurus dengan hasil pengujian kadar air yang juga tidak menunjukkan perbedaan nyata. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fachriah dan Rahmawati (2021) dimana penambahan gum arab dengan konsentrasi 0–2,5% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas air *fruit leather* belimbing jambu merah. Namun pada penelitian Khairunnisa *et al.*, (2015) melaporkan bahwa penambahan CMC pada konsentrasi 0,5-1,5 % berpengaruh terhadap a_w *fruit leather* semangka. Penelitian tersebut menyatakan pada CMC konsentrasi 1,5% yang berbeda secara signifikan terhadap nilai a_w , dimana pada CMC 1,5% ini memiliki nilai a_w tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Jika konsentrasi CMC yang diuji hanya berkisar di angka yang rapat, maka jumlah gugus karboksimetil yang tersedia untuk mengikat air tidak berbeda jauh. Jumlah air bebas yang terperangkap pada perlakuan tersebut menjadi serupa, sehingga saat diukur menggunakan a_w meter, angka yang keluar berada di rentang yang sama.

4.3. Rendemen *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Rendemen merupakan parameter kuantitatif yang menunjukkan efisiensi suatu proses pengolahan pangan, di mana nilai persentasenya diperoleh dari perbandingan berat akhir produk dengan berat awal bahan baku. Nilai rendemen berfungsi sebagai parameter keberhasilan pemanfaatan bahan pengisi dalam mempertahankan massa padatan selama dehidrasi termal (Berk, 2018).

Tabel 6. Rendemen pada *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan CMC : Gum Arab	Rendemen (%)
P1 (1:4)	22,18 ± 3,47
P2 (2:3)	22,82 ± 3,83
P3 (3:2)	22,91 ± 6,40
P4 (4:1)	22,20 ± 3,65

Keterangan: menunjukkan *not significant* atau tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Hasil nilai rendemen diperoleh dari rentang 22,18% – 22,91%. Hasil uji statistik menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa variasi perbandingan CMC dan gum arab yang digunakan tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap rendemen produk akhir. Nilai rendemen mengalami kenaikan dari perlakuan P1 hingga P3 dan menurun pada perlakuan P4. Tidak adanya perbedaan yang nyata pada rendemen disebabkan karena total konsentrasi hidrokoloid yang ditambah pada setiap perlakuan memiliki jumlah total yang sama sehingga kemampuan mempertahankan padatan selama pengeringan juga relatif sama. Proses pengeringan yang dilakukan pada suhu dan waktu yang sama menyebabkan laju penguapan air antar perlakuan relatif tidak berbeda. Tontul dan Topuz (2017) menjelaskan bahwa suhu dan metode pengeringan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik *fruit leather*, termasuk stabilitas massa produk selama proses

pengeringan. Nilai rendemen berkaitan erat dengan kadar air karena tingginya kehilangan air selama proses pengeringan menyebabkan penurunan bobot akhir dan menghasilkan rendemen yang lebih rendah (Widyasanti *et al.*, 2018). Menurut Anggita *et al.*, (2019) bobot rendemen *fruit leather* dipengaruhi oleh komponen yang ada dalam bahan baku *fruit leather* tersebut seperti komponen kadar air. *Puree* pepaya-albedo semangka memiliki kandungan air yang tinggi sehingga pada saat diberi perlakuan CMC, kadar air tersebut akan berikatan dengan CMC. Semakin sedikit pemberian CMC maka air yang terikat pada CMC juga semakin sedikit sehingga akan ada banyak air bebas pada adonan awal sebelum pengeringan. Air bebas ini lebih mudah menguap dibandingkan dengan air yang terikat. Banyaknya air bebas yang menguap ini mempengaruhi bobot akhir produk *fruit leather* yang terbentuk.

Nilai rendemen yang diperoleh diduga dipengaruhi oleh kandungan pektin alami pada albedo semangka. Petkowicz *et al.*, (2017) menyatakan bahwa pektin albedo semangka memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan gel yang stabil sehingga dapat mempertahankan struktur produk selama proses pengeringan. Selain itu, Fitriana *et al.*, (2021), kandungan pektin alami dalam albedo semangka dapat bersinergi dengan CMC untuk membentuk jaringan polimer yang kuat sehingga mampu mempertahankan massa produk selama proses pengeringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa albedo semangka memberikan kontribusi padatan yang baik. CMC sebagai hidrokoloid berfungsi membentuk struktur gel dan meningkatkan viskositas adonan sehingga mampu membantu mempertahankan komponen padatan selama proses pengeringan. Sementara itu, gum arab berperan

sebagai penstabil emulsi dan pembentuk lapisan film tipis pada permukaan produk. Penelitian Mardiyana *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa penggunaan CMC pada konsentrasi 0,5–2% menunjukkan adanya pengaruh pada parameter rendemen *fruit leather* jambu biji. Namun, karena konsentrasi hidrokoloid yang digunakan pada penelitian ini relatif rendah jika dibandingkan dengan penelitian tersebut dan total konsentrasinya sama pada setiap perlakuan, maka pengaruh perbedaan rasio CMC dan gum arab terhadap rendemen menjadi tidak signifikan. Pengaruh konsentrasi hidrokoloid terhadap rendemen juga terjadi pada penelitian Aliyah dan Handayani, (2019) yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi gum arab yang ditambahkan maka semakin bertambah pula rendemennya. Penelitian tersebut menggunakan konsentrasi gum arab 10%, 15%, dan 20%. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan perbedaan yang nyata pada pemberian konsentrasi gum arab 20%.

4.4. Uji Organoleptik Metode Ranking *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Uji organoleptik yang dilakukan menggunakan metode pengujian ranking. Uji ranking adalah metode pengujian sensori yang digunakan untuk menyusun urutan beberapa sampel berdasarkan kriteria atau atribut tertentu, seperti warna, aroma, rasa, atau tekstur (Setyaningsih *et al.*, 2017). Pelaksanaan uji ranking, panelis menyusun sampel berdasarkan intensitas atau kesesuaian terhadap atribut sensori, di mana nilai terkecil diberikan kepada sampel yang paling menonjol dan nilai terbesar diberikan pada sampel yang paling kurang menonjol. Uji Friedman banyak digunakan dalam analisis sensori untuk menentukan perbedaan pada data berbentuk peringkat dan sesuai digunakan untuk evaluasi sensori yang bersifat non-

parametrik (Lozano *et al.*, 2023). Atribut yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur untuk mengetahui tingkat intensitas karakteristik produk berdasarkan persepsi panelis.

Tabel 7. Uji Organoleptik pada *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Atribut	Perbandingan CMC : Gum Arab			
	P1(1:4)	P2(2:3)	P3(3:2)	P4(4:1)
Warna	2,83 ± 1,26	2,43 ± 0,93	2,40 ± 1,19	2,33 ± 1,06
Aroma	2,27 ± 1,15	2,60 ± 1,07	2,50 ± 1,25	2,63 ± 0,99
Rasa	2,75 ± 1,00	2,70 ± 1,08	1,97 ± 1,16	2,58 ± 1,10
Tekstur	2,40 ± 1,24	2,23 ± 0,97	3,03 ± 1,09	2,33 ± 1,04

Keterangan: menunjukkan *not significant* atau tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa variasi perbandingan CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap seluruh atribut sensori. Hasil uji menunjukkan bahwa atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan hidrokoloid pada konsentrasi rendah belum mampu menghasilkan perbedaan karakteristik sensori yang dapat dibedakan secara signifikan oleh panelis.

Nilai mean rank atribut warna berada pada rentang yang sempit, yaitu antara 2,42 hingga 2,65. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi perbandingan CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh nyata terhadap atribut warna *fruit leather* pepaya-albedo semangka ($p > 0,05$). Hal ini terjadi akibat karakteristik fisik CMC dan gum arab yang bersifat transparan hingga putih pucat ketika dilarutkan, sehingga polimer ini gagal mendominasi atau mengubah profil visual produk akhir. Warna *fruit leather* secara mutlak dikontrol oleh tingginya pigmen alami beta-karoten dari pepaya matang yang memancarkan warna oranye-kemerahan sangat pekat. Kondisi ini selaras dengan penelitian Kamaluddin dan Handayani (2018)

yang menegaskan bahwa perbedaan jenis hidrokoloid tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kesukaan warna fruit leather pepaya karena sifat warna dasar bahan baku yang sangat kuat. Hal ini tentu akan berbeda jika hidrokoloid tersebut diaplikasikan pada buah berpigmen lemah seperti kulit melon, di mana penambahan gum arab akan secara langsung memberikan pengaruh nyata karena warna dasar melon mudah tertutupi oleh warna penstabilnya (Griselda & Hapsari, 2024). Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Fachriah dan Rahmawati (2022) yang melaporkan bahwa penambahan gum arab pada *fruit leather* belimbing–jambu merah memberikan pengaruh nyata terhadap warna sensoris, dengan skor warna meningkat pada penambahan gum arab 1%. Perbedaan hasil tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan baku dan kandungan pigmen alami. Pada penelitian ini, warna kuning-oranye yang berasal dari karotenoid pepaya lebih dominan sehingga perubahan rasio CMC dan gum arab tidak cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan warna yang dapat dibedakan panelis. Keadaan ini membuktikan bahwa penilaian subyektif panelis terhadap parameter visual luar produk cenderung homogen. Hal ini disebabkan karena komponen utama pembentuk warna pada produk *fruit leather* ini adalah pigmen alami dari buah pepaya dan albedo semangka, bukan berasal dari zat penstabil hidrokoloid yang ditambahkan. Buah pepaya matang kaya akan kandungan pigmen karotenoid dan likopen yang memberikan warna oranye kemerahan yang sangat dominan, sementara CMC dan gum arab secara visual bersifat putih transparan hingga krem ketika terlarut dalam fase cair adonan. Oleh karena itu, panelis memberikan penilaian ranking intensitas karakteristik warna yang seragam pada seluruh

formulasi.

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa atribut aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan nilai mean rank berkisar antara 2,27 hingga 2,63. Nilai mean rank terendah diperoleh pada perlakuan P1 (1:4) sebesar 2,27, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (4:1) sebesar 2,63. Meskipun tidak berbeda nyata, terlihat kecenderungan bahwa perlakuan dengan proporsi gum arab yang lebih tinggi menghasilkan nilai ranking aroma yang lebih rendah atau lebih sesuai dengan karakteristik yang diinginkan. Aroma relatif stabil karena gum arab mampu melindungi senyawa volatil. Aroma pada produk *fruit leather* ini didominasi oleh senyawa volatil khas buah pepaya, seperti golongan ester, terpenoid, dan alkohol, serta aroma segar dari komponen albedo semangka. CMC dan gum arab murni merupakan senyawa polimer karbohidrat berbobot molekul tinggi yang bersifat tidak berbau sehingga pergantian proporsi keduanya tidak menyumbang aroma baru maupun menutupi aroma asli bahan baku utama. Hal ini didukung oleh pernyataan Rahman *et al.* (2021) menyebutkan bahwa CMC memiliki karakteristik yang tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung kalori, serta berbagai keunggulan lainnya. Di samping itu, suhu pengeringan yang seragam (50°C) menyebabkan laju evaporasi air dan senyawa volatil pembentuk aroma terjadi secara konstan di semua perlakuan, sehingga menghasilkan profil aroma akhir yang homogen di mata panelis. Penelitian Griselda dan Hapsari (2024) mengenai *fruit leather* melon dengan penambahan gum arab (0%; 0,4%; 0,6%; dan 0,8%) menunjukkan hasil yang sejalan dengan penelitian ini. Penelitian tersebut menegaskan bahwa fluktuasi konsentrasi gum arab pada

parameter aroma tidak memberikan pengaruh yang nyata. Analisis penyebab hasil ini merujuk pada teori bahwa gum arab murni hanya bertindak sebagai pengental dan mikroenkapsulator yang mempertahankan profil bau awal tanpa menambahkan aroma sekunder.

Hasil uji ranking menunjukkan bahwa nilai ranking rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka berkisar antara 1,97 hingga 2,75. Nilai ranking terendah diperoleh pada perlakuan P3 sebesar 1,97, sedangkan nilai ranking tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 2,75. Berdasarkan hasil uji Friedman, variasi rasio CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh nyata terhadap atribut rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka ($p > 0,05$). Hal ini disebabkan karena baik CMC maupun gum arab tidak memiliki rasa bahkan dapat mempertahankan flavor dan rasa pada produk yang dihasilkan (Kamaluddin dan Handayani, 2018). Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Griselda dan Hapsari (2024) pada *fruit leather* melon dengan penambahan gum arab, dimana perubahan konsentrasi gum arab tidak menyebabkan perbedaan nyata terhadap rasa produk karena gum arab tidak memiliki karakteristik rasa yang dominan. Gum arab yang ditambahkan memberikan pengaruh tidak nyata terhadap rasa *fruit leather* karena gum adalah komponen yang tidak memiliki rasa. Selain itu rasa tidak berbeda nyata karena konsentrasi gula dan asam sitrat yang digunakan sama pada setiap perlakuan. Nilai ranking terendah pada perlakuan P3 diduga menunjukkan bahwa rasio CMC dan gum arab pada perlakuan tersebut menghasilkan keseimbangan yang lebih baik antara kemampuan mempertahankan flavor oleh gum arab dan kemampuan membentuk struktur oleh CMC. Akibatnya rasa khas pepaya dan keseimbangan

rasa manis-asam dari gula serta asam sitrat dapat dirasakan panelis dengan lebih baik.

Tekstur juga relatif seragam karena keseimbangan antara CMC sebagai pembentuk gel dan gum arab sebagai stabilizer menghasilkan struktur yang stabil. Hasil analisis Friedman Test terhadap atribut tekstur menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dengan nilai *mean rank* berkisar antara 2,33 hingga 2,57. Meskipun secara teoritis CMC berperan dalam membentuk kekenyalan fisik melalui jaringan polimer linier dan gum arab berkontribusi pada kekerasan melalui struktur bercabangnya, panelis secara sensori tidak merasakan perbedaan ketebalan atau kekenyalan yang kontras saat produk dikunyah. Fenomena tidak berbeda nyata ini dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja CMC dan gum arab dalam membentuk tekstur. Apabila ditinjau dari hasil penelitian ini, variasi proporsi gum arab terhadap CMC seolah "tidak berpengaruh" secara statistik terhadap seluruh atribut. Namun, secara saintifik, hasil tidak beda nyata ini justru merupakan bukti bahwa fungsi pemlastis dari gum arab telah bekerja secara maksimal dalam mengimbangi dan bersinergi dengan sifat kaku dari CMC. CMC diketahui memiliki kapasitas mengikat air yang jauh lebih masif sehingga cenderung membentuk tekstur gel yang sangat keras dan liat (Yudhistira *et al.*, 2020). Kehadiran gum arab pada setiap rasio perlakuan secara langsung memecah kekakuan struktural CMC tersebut, sehingga plastisitas matriks adonan tetap terjaga pada taraf kelenturan yang ekuivalen dan konsisten dapat diterima oleh organ pengunyah panelis. Mekanisme kerja utama CMC dalam formulasi *fruit leather* adalah sebagai agen pengikat air dan pembentuk kerangka gel (gelasi). Gugus polar pada rantai CMC

membentuk ikatan hidrogen intermolekuler yang sangat kuat dengan molekul air bebas di dalam *puree* buah. Penelitian Fitriana *et al.* (2021) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi CMC dari 0,5% menjadi 1,5% menyebabkan tekstur *fruit leather* semangka berubah dari lunak menjadi lebih keras. Namun, pada penelitian *fruit leather* pepaya-albedo semangka ini CMC tidak digunakan secara tunggal, melainkan dikombinasikan dengan gum arab dalam total konsentrasi hidrokoloid yang konstan. Kehadiran gum arab diduga mampu mengimbangi sifat kaku CMC sehingga terbentuk matriks yang relatif stabil dan memiliki tingkat kelenturan yang serupa antar perlakuan. Penelitian oleh Puspaningrum *et al.* (2018) pada *fruit leather* apel-pisang candi membuktikan bahwa perubahan kadar air secara langsung memodifikasi nilai elastisitas kekerasan produk. Karena hasil pengujian kimia pada penelitian ini menunjukkan kadar air yang seragam (20,79%–24,19%), maka tingkat kepadatan jaringan dan kelembapan plastis produk pun sama

Tidak adanya perbedaan nyata pada seluruh atribut sensori menunjukkan bahwa variasi rasio CMC dan gum arab belum mampu memberikan perubahan sensori yang dapat dibedakan secara signifikan oleh panelis. Hal ini diduga karena konsentrasi hidrokoloid yang digunakan relatif rendah sehingga pengaruhnya terhadap karakteristik sensori tertutupi oleh dominasi rasa dan aroma bahan utama, yaitu pepaya.

4.5. Penentuan Perlakuan Terbaik *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan uji efektivitas metode De Garmo. Uji indeks efektivitas metode De Garmo ini

digunakan untuk mengetahui perlakuan sampel yang memiliki nilai terbaik sehingga dapat membantu menentukan perlakuan terbaik. Berdasarkan hasil perhitungan indeks efektivitas diperoleh efektivitas masing masing perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perlakuan Terbaik pada *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan CMC : Gum Arab	Nilai Hasil
P1(1:4)	0,41
P2(2:3)	0,58
P3(3:2)	0,71
P4(4:1)	0,40

Berdasarkan hasil perhitungan indeks efektivitas, perlakuan P3 dengan perbandingan CMC dan gum arab sebesar 3:2 menghasilkan nilai hasil tertinggi yaitu 0,71, sehingga ditetapkan sebagai perlakuan terbaik pada penelitian ini. Keunggulan perlakuan P3 didukung oleh beberapa parameter utama, yaitu memiliki kadar air terendah sebesar 20,79%, serta nilai rendemen tertinggi sebesar 22,91. Kombinasi seluruh parameter setelah diberikan bobot menghasilkan nilai hasil total tertinggi pada perlakuan P3. Formulasi CMC : gum arab 3:2 direkomendasikan sebagai formulasi terbaik dalam pembuatan *fruit leather* pepaya–albedo semangka berdasarkan metode indeks efektivitas De Garmo.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi CMC dan gum arab pada total konsentrasi 1 gram tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter kadar air, aktivitas air, rendemen, maupun atribut sensori (warna, aroma, rasa, dan tekstur) *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Hasil pengujian fisikokimia menunjukkan kadar air produk telah memenuhi standar SNI, serta nilai a_w berada di bawah batas kritis pertumbuhan mikroorganisme.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, variasi rasio CMC dan gum arab pada konsentrasi yang digunakan menunjukkan hasil yang relatif seragam dan stabil. Namun, untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian dengan rentang konsentrasi hidrokoloid yang lebih luas atau lebih tinggi guna menentukan titik optimasi kualitas (*quality optimization*) serta untuk mengetahui batas kritis (*critical limit*) penggunaan hidrokoloid agar tidak memberikan efek negatif terhadap profil sensoris produk. Selain itu, penggunaan albedo semangka sebagai bahan baku fungsional sangat disarankan untuk terus dikembangkan sebagai langkah pemanfaatan limbah pertanian yang bernilai tambah tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F. dan Sukron, M. 2022. Deteksi kematangan buah pepaya menggunakan algoritma YOLO berbasis android. *Jurnal Infokam*, 18(2), 70–78.
- Al-Baadani, H.H., Al-Mufarrej, S.I., Al-Garadi, M.A., Alhidary, I.A., Al-Sagan, A.A., dan Azzam, M.M. 2021. The use of gum Arabic as a natural prebiotic in animals: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 274(14894), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114894>.
- Almaidah, A., Rifqi, M., dan Kurniawan, M.F. 2022. Karakteristik sensori dan fisikokimia pepaya california hasil pemeraman dengan menggunakan daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*). *Teknotan*, 16(2), 103–110. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.6>
- Al Rivan, M.E., dan Sung, G.R. 2021. Identifikasi mutu buah pepaya California (*Carica papaya* L.) menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*, 10(1), 113–119.
- Anggita, D., Rejeki, F. S., Endang, D., dan Wedowati, R. 2019. Proporsi mangga podang-pisang kepok dan konsentrasi jeruk nipis terhadap karakteristik *fruit leather* mangga. *Journal Of Research And Technology*, 5(2), 179–190.
- Ardiyan, E., Tari, A.I.N., dan Asmoro, N.W. 2021. Karakteristik sifat fisik dan organoleptik *fruit leather* dengan variasi perbandingan pepaya dan daun kelor. *Pro Food*, 7(1), 766–772.
- Ayalew, G.M., dan Emire, S.A. 2019. Formulation and characterization of fruit leather based on *Annona muricata* L. fruit and *Avena sativa* flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14284. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14284>.
- Ayustaningwarno, F., Ayu, A.M., Afifah, D.N., Anjani, G., Nuryanto, N., Wijayanti, H.S., Fitrianti, D.Y., Tsaniya, L.R., Afiani, S., Razaq, A., dan Zhu, F. 2024. Physicochemical and sensory quality of high antioxidant fruit leather of red dragon fruit and watermelon rind enriched with seaweed. *Discover Food*, 4(1), 92–106. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00169-6>
- Badan Pusat Statistik. 2026. Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. SNI 01-1718-1996. *Manisan Kering Buah-Buahan*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- Bandaru, H., dan Bakshi, M. 2020. Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1699–1709.
- Bitibalyo, M., dan Mustamu, Y.A. 2021. Kadar kemanisan tebu (*saccharum officinarum* L.) di kampung Wariori Indah Distrik Masni Kabupaten Manokwari. *Agrotek*, 9(1), 39–44.
- Cantika, A.A.N., Putri, S.H., dan Nurliasari, D. 2023. Pemanfaatan limbah kulit buah semangka (*Citrullus lanatus*) sebagai antioksidan alami dalam sediaan masker wajah berbentuk gel. *Jurnal Dialektika: Jurnal Ilmu Sosial*, 21(2), 122–130.
- Chen, G., Mantilla, S.M.O., Netzel, M.E., Cozzolino, D., Sivakumar, D., dan Sultanbawa, Y. 2024. Physicochemical, antioxidant and microbial stability of Burdekin plum leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 2716–2726. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17023>.
- Chairuni, A.R., Sholihati, Hidayat, F., Safitri, I., dan Yanda. 2022. Pengaruh konsentrasi gum arab dan gula dalam meningkatkan mutu fruit leather buah kelapa (*Cocos nucifera*). *Serambi Akademica: Jurnal Pendidikan, Sains, dan Humaniora*, X(6), 706–712.
- Dewi, R.T., Nabila, F.S., Cahyaningrum, R., dan Aini, N. 2022. Karakteristik fisikokimia rice paper dengan substitusi tepung pektin albedo semangka (*Citrullus lanatus*). *Jurnal Agroteknologi*, 16(01), 49–60. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v16i01.26769>.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2024. Statistik produksi buah-buahan tahunan di Indonesia. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat Kementerian Kesehatan RI 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Fachriah, K., dan Rahmawati, R. 2022. Physicochemical, sensory characteristics and sensory of starfruit-red guava fruit leather as affected by the addition of arabic gum. *Jurnal Teknologi*, 84(1), 11–19. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.16642>.
- Fauziyah, A.N., Romalasari, A., dan Ramadhan, M.G. 2022. Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi pektin terhadap karakteristik vegetable leather brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 7(6), 5615–5627.

- Fitriana, I., Putri, S.K., dan Sari, A.R. 2021. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik fruit leather semangka kuning (*Citrullus lanatus*) dengan variasi konsentrasi CMC. Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, 16(1), 1–9. <http://dx.doi.org/10.26623/jtphp.v16i1.3498>
- Griselda, A., dan Hapsari, M.W. 2024. Pengaruh penambahan gum arab terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather melon (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis*). Journal of Tropical Agrifood, 6(1), 27–34.
- Herlina, H., Belgis, M., dan Wirantika, L. 2020. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Fruit Leather Kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.) dengan Penambahan CMC dan Karagenan. Jurnal Agroteknologi, 14(02), 103–114
- Hidayah, N., Kasmiyatun, M., dan Purwaningtyas, E.F. 2020. Pengambilan pektin dari kulit bagian dalam (albedo) semangka dengan proses ekstraksi. CHEMTAG Journal of Chemical Engineering, 1(2), 57–61. <https://doi.org/10.56444/cjce.v1i2.1771>.
- Ihsan, T., dan Derosya, V. 2024. Tinjauan strategi pengemasan buah dan sayur dalam memerangi *food loss* dalam rantai pasokan pascapanen di Indonesia. Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(4), 1078–1087. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1078-1087>.
- John, A., George, D.R., Sam, J.S., Joseph, L., Aravind, A., dan Mohan, L. 2025. Development and Evaluation of Physicochemical, Sensory, and Microbiological Properties of Fruit Leather From Underutilized Tropical Fruits. Future Postharvest and Food, 2(4), 432–443.
- Junior, B., Pranata, F.S., dan Purwijantiningsih, L.M.E. 2021. Kualitas selai lembaran kombinasi pektin albedo semangka (*Citrullus vulgaris* Schard) dan filtrat buah kelengkeng (*Dimocarpus longan*). Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian, 4(2), 146–162.
- Kamaluddin, M.J.N., dan Handayani, M.N. 2018. Pengaruh perbedaan jenis hidrokoloid terhadap karakteristik fruit leather pepaya. Edufortech, 3(1), 23–32.
- Khairunnisa, A., Atmaka, W., dan Widowati, E. 2015. Pengaruh penambahan hidrokoloid (CMC dan agar-agar tepung) terhadap sifat fisik, kimia, dan sensoris fruit leather semangka (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. Et Nakai). Jurnal Teknosains Pangan, 4(1), 1–9.
- Khoramabadi, H.N., Arefian, M., Hojjati, M., Tajzad, I., Mokhtarzade, A., Mazhar, M., dan Jamavari, A. 2020. A review of polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose (PVA/CMC) composites for various applications. Journal of

Composites and Compounds, 2(2), 69–76.
<https://doi.org/10.29252/jec.2.2.2>.

Kurniadi, M., Parnanto, N.H.R., Saputri, M.W., Sari, A.M., Indrianingsih, A.W., Herawati, E.R.N., Ariani, D., Juligani, B., Kusumaningrum, A., dan Frediansyah, A. 2022. The effect of kappa-carrageenan and gum Arabic on the production of guava-banana fruit leather. *Journal of Food Science and Technology*, 59(11), 4415–4426. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05521-1>.

Linggawati, Utomo, A.R., dan Kuswardani, I. 2020. Pengaruh penggunaan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) sebagai *gelling agent* terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik selai kawis (*Limonia acidissima*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 19(2), 109–113.

Lestari, M.D., Suketi, K., Widodo, W.D., dan Wiyono, S. 2020. Pemanfaatan khamir antagonis untuk memperpanjang umur simpan dan mengendalikan penyakit antraknosa buah pepaya. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(3), 300–306. <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v48i3.32167>.

Lestari, N., Widjajanti, R., Junaidi, L., dan Isyanti, M. 2018. Pengembangan modifikasi pengolahan fruit leather dari puree buah-buahan tropis. *Warta IHP*, 35(1), 12–19.

Lozano, L., Iglesias, I., Puy, J., dan Echeverria, G. 2023. Performance of an expert sensory panel and instrumental measures for assessing eating fruit quality attributes in a pear breeding programme. *Foods*, 12(7), 1426. <https://doi.org/10.3390/foods12071426>.

Mardiah, Z., Rakhmi, A.T., Indrasari, S.D., dan Kusbiantoro, B. 2016. Evaluasi mutu beras untuk menentukan pola preferensi konsumen di Pulau Jawa. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), 205–212.

Mardiyana., Handayani, M., dan Fadillah. 2022. Pengaruh penambahan hidrokoloid CMC terhadap karakteristik fruit leather jambu air camplong putih (*Syzygium samarangense*). *Teknotan*, 16(3), 159–166. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n3.5>.

Mardiyana, Handayani, M., Fadilah, dan Kurniawati, A. 2023. Pengembangan produk lembaran buah (*fruit leather*) jambu air dengan fortifikasi *Spirulina* sp. *Jurnal Agroindustri Halal*, 9(2), 120–129.

Mariod, A.A. 2018. *Gum Arabic: Structure, properties, application, and economics* (1st ed.). Academic Press.

Ningtias, N., Susilawati., Herdiana, N., dan Sartika, D. 2024. Pengaruh penggunaan berbagai jenis hidrokoloid terhadap karakteristik sensori selai lembaran

- campuran pepaya (*Carica papaya*) dan sirsak (*Annona muricata*). Jurnal Agroindustri Berkelanjutan, 3(2), 263–274
- Niu, F., Zhang, Y., Chang, C., Pan, W., Sun, W., Su, Y., dan Yang, Y. 2017. Influence of the preparation method on the structure formed by ovalbumin/gum arabic to observe the stability of oil-in-water emulsion. Food Hydrocolloids, 63, 602–610. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.10.007>
- Novidahlia, N., Rohmayanti, T., dan Nurmilasari, Y. 2019. Karakteristik fisikokimia jelly drink daging semangka, albedo semangka, dan tomat dengan penambahan karagenan dan tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Jurnal Agroindustri Halal, 5(1), 57–66.
- Panjaitan, T.W.S., dan Rosida, D.A. 2021. Pengaruh kombinasi kulit semangka (*Citrullus lanatus*) dan jambu biji merah (*Psidium guajava*) terhadap kualitas selai lembaran. Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa, 14(2), 71–81.
- Prasetyo, A., dan Rasmiyana. 2025. Pengaruh media molase dan media sukrosa terhadap pertumbuhan *Aspergillus niger* dalam memproduksi asam sitrat. Journal of Food Industrial Technology, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.25047/jofit.v2.i1.5800>.
- Petkowicz, C. L. O., L. C. Vriesmann, dan P. A. Williams. 2017. Pectins from food waste: Extraction, characterization and properties of watermelon rind pectin. Food Hydrocolloids, 65, 57–67.
- Purba, M.F., Djarkasi, G.S.S., dan Langi, T.M. 2021. Tingkat kesukaan panelis dan sifat kimia manisan kering kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan variasi penambahan sukrosa. Journal of Food Research, 1(1), 20–26.
- Puspaningrum, L., Yuwono, S.S., dan Martati, E. 2018. Karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather apel manalagi (*Malus sylvestris* mill) dengan substitusi pisang candi (*Musa paradisiaca*). Jurnal Teknologi Pertanian, 19(3), 173–182.
- Putri, R.M.S., Nurjanah., dan Tarman, K. 2018. Pendugaan umur simpan serbuk minuman fungsional lintah laut (*Discodoris* sp.) dengan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT): Model Arrhenius. Marinade, 1(1), 45–55.
- Rahmah, N. 2018. Karakteristik mutu fruit leather dengan konsentrasi penambahan labu kuning (*Cucurbita moschata*) dan nanas (*Ananas comosus*). Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.

- Rahman, M.S., Hasan, M.S., Nitai, A.S., Nam, S., Karmakar, A.K., Ahsan, M.S., Shiddiky, M.J.A., and Ahmed, M.B. 2021. Recent developments of carboxymethyl cellulose. *Polymers*, 13(8), 1–48.
- Riram, O., Devahastin, S., dan Chiewchan, N. 2024. Effects of drying techniques on quality attributes and microstructural changes of fruit leathers. *Drying Technology*, 42(3), 389–402.
- Rofida, A., Farid, U.M., dan Utami, V.K. 2024. Pengaruh konsentrasi gula dan CMC (carboxymethyl cellulose) terhadap kadar air dan sifat organoleptik fruit leather siwalan (*Borassus flabellifer* L.). *Tape: Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 1(1), 10–18.
- Salehi, F. 2020. Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 20(52), S570–S589
- Santos, K.L., Guevara-Guerrero, B., Lara Junior, J.M., de Sousa, P.H.M., dan de Vasconcelos, L.B. 2025. Recent advances in fruit leather development: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 48(1), 1–12.
- Santoso, B., dan Lestari, D. 2021. Yield and efficiency in food processing. *Jurnal Agroindustri* 11(2).
- Sari, I.P., Sarungallo, Z.L., dan Santoso, B. 2024. Pengaruh penambahan karboksimetil selulosa dan agar-agar terhadap fisikokimia dan sensori fruit leather buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk). *Jurnal Agroindustri*, 14(1), 26–39. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.14.1.26-39>
- Sarkar, S., Gupta, S., dan Variyar, P. S. 2020. Functionality of hydrocolloids in modern food systems. *Food Hydrocolloids Research*, 103,
- Sasmitaloka, K.S. 2017. Produksi asam sitrat oleh *Aspergillus niger* pada kultivasi media cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 116–122.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., dan Sari, M. P. 2017. Metode analisis sensori untuk produk pangan dan hasil pertanian. IPB Press.
- Sjarif, S.R., dan Rosmaeni, A. 2019. Pengaruh penambahan bahan pengawet alami terhadap pertumbuhan mikroba pada pasta tomat. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 11(2), 71–82.
- Suliasih, N.S., Sumartini, Hadaryun, E.K., dan Ghaffar, R.M. 2023. Pengaruh perbandingan sari kulit semangka (*Citrullus lanatus* (thunb.)) dengan sari daun kelor (*Moringa oleifera*) dan konsentrasi karagenan terhadap karakteristik *jelly drink*. *Pasundan Food Technology Journal*, 10(2), 40–46.

- Susianti, Amalia, U., dan Rianingsih, L. 2020. Penambahan gum arab dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kandungan senyawa volatil bubuk rusip ikan teri (*Stolephorus Sp.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 10–19.
- Tarwendah, I.P. 2017. Jurnal review: Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), 66–73.
- Tontul, I., dan Topuz, A. 2017. Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT - Food Science And Technology*, 80, 294–303.
- Werdhosari, N., Hintono, A., dan Dwiloka, B. 2019. Pengaruh proporsi bengkung (*Pachyrrhizus erosus*) dan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap karakteristik dan kesukaan *fruit leather*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 343–348.
- Widyasanti, A., Pratiwi, R.A.N., dan Nurjanah, S. 2018. Pengaruh proses blansing dan suhu pengeringan terhadap karakteristik leder buah (*fruit leather*) terong belanda (*Chyphomandra betaceae* Sendt.). *Jurnal Pangan dan Gizi*, 8(2), 105–118.
- Warisin, M., Purwandari, U., dan Santoso, H. 2024. Evaluasi stabilitas penyimpanan dan estimasi umur simpan *fruit leather* berbasis komoditas lokal menggunakan metode akselerasi. *Jurnal Mutu Pangan* 11(1), 12–20. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.1.12>
- Yudhistira, B., Putri, R.A.A., dan Basito. 2020. Pengaruh carboxymethyl cellulose (CMC) dan gum arab dalam velva buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*). *WARTA IHP*, 37(1), 20–29.