

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi nilai pH, total asam tertitrasi, dan vitamin C. Tingkat penerimaan produk *fruit leather* pepaya-albedo semangka ditinjau melalui pengujian mutu hedonik. Hasil penelitian dari setiap parameter dijabarkan pada uraian sebagai berikut.

4.1. Nilai pH

Analisis nilai pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman produk. Tingkat keasaman pada *fruit leather* menjadi parameter penting dalam menentukan stabilitas produk akhir selama penyimpanan. Hasil uji nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda yang diukur menggunakan pH meter dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai pH *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Nilai pH
1 : 4	4,40 ± 0,02 ^a
2 : 3	4,52 ± 0,03 ^b
3 : 2	4,62 ± 0,02 ^c
4 : 1	4,69 ± 0,01 ^d

Keterangan:

^{a-d}*Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji statistik menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan gum arab dengan proporsi berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka, sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT. Hasil seluruh uji pH yang tergolong rendah menunjukkan bahwa

produk bersifat asam karena adanya kandungan asam organik pada buah pepaya dan albedo semangka. Keberadaan asam organik sebagai asam lemah berkontribusi dalam mempertahankan sistem pada kondisi asam dengan kisaran pH di bawah 5,5 (Jemere *et al.*, 2025). Berdasarkan hasil pengukuran pH bahan baku, buah pepaya memiliki nilai pH sebesar 4,88 dan albedo semangka memiliki pH 5,62. Selain itu, rendahnya nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka juga dipengaruhi oleh bahan tambahan berupa asam sitrat. Penambahan asam sitrat sebagai asidulan mampu menurunkan nilai pH melalui pelepasan ion hidrogen dalam sistem (Asasia *et al.*, 2018). Namun, penggunaan asam sitrat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH antar perlakuan karena ditambahkan dalam konsentrasi yang sama.

Rendahnya nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka juga dipengaruhi oleh penggunaan hidrokoloid berupa CMC dan gum arab. Seiring dengan peningkatan konsentrasi CMC dan penurunan konsentrasi gum arab, nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka mengalami kenaikan yang merepresentasikan adanya penurunan derajat keasaman produk. Semakin tinggi konsentrasi CMC yang ditambahkan, maka semakin besar nilai pH yang dihasilkan. CMC sebagai bentuk garam hasil reaksi basa kuat dan asam lemah memiliki sifat larutan cenderung menuju basa (Ramadan *et al.*, 2025). Hal itu disebabkan karena CMC tersusun atas gugus karboksil dalam bentuk garam ($-\text{COONa}$) yang mudah larut dalam air dan mengalami disosiasi. Ion karboksilat (COO^-) yang terbentuk dari hasil disosiasi gugus karboksil akan bertindak sebagai akseptor proton (H^+). Sebagian besar ion karboksilat akan terprotonasi pada kondisi asam (Shin *et al.*, 2021). Banyaknya ion karboksilat yang mengikat ion H^+ menyebabkan konsentrasi H^+ semakin berkurang

sehingga derajat keasaman menurun dan nilai pH meningkat. Hal itu sejalan dengan hasil pengujian larutan CMC yang menunjukkan nilai pH sebesar 6,94. Sebagai senyawa anionik, CMC bersifat mudah terurai, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, mudah larut dalam air, serta memiliki kisaran pH 6,5–8,0 (Arifan dan Primartu, 2023). Sifat CMC yang cenderung basa mampu menyeimbangkan pH sistem supaya tidak terlalu rendah sehingga berkontribusi dalam mendukung pembentukan gel pada *fruit leather* dengan tekstur akhir yang tidak terlalu keras.

Sementara itu, nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab. Semakin tinggi konsentrasi gum arab, maka nilai pH yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena struktur gum arab tersusun atas sebagian kecil asam organik berupa asam glukuronat yang dapat menurunkan nilai pH produk. Gum arab mengandung residu asam glukuronat yang memiliki gugus karboksil ($-\text{COOH}$) sebagai gugus fungsional utama (Igartúa *et al.*, 2024). Gugus karboksil pada gum arab tersebut berada dalam bentuk bebas sehingga akan terionisasi membentuk ion H^+ dan menghasilkan larutan dengan nilai pH dari hasil uji sebesar 4,23. Keberadaan asam glukuronat dalam gum arab menyebabkan tingginya tingkat keasaman gum arab dengan kisaran pH 3,9–4,9 (Suriati *et al.*, 2026). Kombinasi gum arab dengan CMC mampu menciptakan kondisi pH optimum dalam pembentukan gel sehingga produk akhir tidak memiliki tingkat keasaman yang sangat tinggi dan menyebabkan rendahnya kualitas tekstur produk yang dihasilkan. Nilai pH *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada perlakuan P_1 sebesar 4,40 dan P_2 sebesar 4,52 telah sesuai dengan kisaran standar pH selai yang berkisar 3,5–4,5

(FDA, 2007). Rentang nilai pH tersebut merepresentasikan bahwa pembentukan struktur gel produk telah terjadi pada kondisi pH optimum dengan konsistensi yang baik. Nilai pH berpengaruh terhadap pembentukan gel karena pH yang terlalu tinggi menyebabkan pembentukan gel semakin kaku, sedangkan pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan terjadinya sineresis (Utami *et al.*, 2024).

4.2. Total Asam Titrasi

Analisis total asam titrasi diperlukan untuk mengetahui keseluruhan jumlah asam organik yang terdapat dalam produk *fruit leather* pepaya-albedo semangka, baik asam yang terdisosiasi maupun tidak terdisosiasi. Banyaknya komponen asam organik yang terkandung dalam produk akan mencerminkan karakteristik produk akhir, khususnya intensitas rasa asam yang berpengaruh terhadap preferensi konsumen. Hasil uji total asam titrasi *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda yang diukur menggunakan metode titrasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Asam *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Total Asam Titrasi (%)
1 : 4	4,28 ± 0,40 ^d
2 : 3	3,56 ± 0,24 ^c
3 : 2	2,92 ± 0,38 ^b
4 : 1	2,34 ± 0,47 ^a

Keterangan:

^{a-d}*Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji statistik dengan menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan gum arab dengan proporsi yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap persentase total asam titrasi *fruit leather* pepaya-albedo

semangka, sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT. Komponen asam yang terhitung dalam total asam titrasi dapat berasal dari kandungan asam organik alami pada buah pepaya dan albedo semangka serta asam sitrat yang ditambahkan. Kandungan asam organik yang dominan pada pepaya, yaitu asam sitrat sebesar 182 mg/100 g dan asam malat sebesar 121 mg/100 g (Tambunan *et al.*, 2024). Begitu juga dengan albedo semangka yang didominasi oleh asam sitrat sebagai kandungan asam organik di dalamnya. Asam sitrat dan asam malat termasuk komponen asam organik utama pada buah-buahan yang terbentuk sebagai metabolit sekunder dari siklus krebs (Zhang *et al.*, 2020). Keberadaan asam organik pada bahan baku pembuatan *fruit leather* tersebut berkontribusi terhadap nilai total asam titrasi, tetapi adanya perbedaan persentase antar perlakuan dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang digunakan.

Penggunaan hidrokoloid berupa CMC dan gum arab dalam konsentrasi yang berbeda telah memberikan pengaruh terhadap total asam titrasi *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Persentase total asam titrasi mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi CMC dan menurunnya gum arab. Hal ini sejalan dengan Sánchez Riaño *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa *fruit leather* mangga dengan penambahan CMC memiliki total asam titrasi sebesar 2,25% dengan persentase yang lebih rendah dibandingkan gum arab yang bernilai 2,42%. Tingginya total asam titrasi pada *fruit leather* dengan proporsi gum arab yang lebih besar dari CMC dipengaruhi oleh komponen penyusunnya. Secara alami, gum arab mengandung asam glukuronat yang berkontribusi terhadap peningkatan total asam titrasi. Asam glukuronat merupakan asam organik golongan asam

karboksilat yang terdapat pada gum arab sebesar 215 g/kg (Al-baadani *et al.*, 2024). Sementara itu, CMC hanya memberikan kontribusi kecil terhadap nilai total asam tertitrasi karena gugus karboksilnya berasal dari hasil modifikasi selulosa.

Penurunan total asam tertitrasi diikuti dengan peningkatan konsentrasi CMC terjadi karena adanya kemampuan CMC sebagai hidrokoloid dalam mengikat air yang berikatan dengan asam-asam organik. Banyaknya gugus fungsional hidroksil pada struktur CMC mampu meningkatkan kemampuan pengikatan air oleh CMC (Susi *et al.*, 2024). Gugus polar pada CMC akan mengikat molekul-molekul air melalui ikatan hidrogen hingga membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat memerangkap molekul air beserta komponen larut air (Intariani *et al.*, 2022). Semakin banyak asam organik yang terperangkap dalam jaringan yang terbentuk, maka jumlah asam organik bebas pada sistem akan semakin berkurang sehingga nilai total asam tertitrasi produk yang terukur akan semakin rendah. Begitu juga dengan gum arab yang memiliki kemampuan pengikatan air beserta komponen larut air dalam bahan pangan. Kemampuan gum arab dalam mengikat air disebabkan karena sifatnya sebagai golongan polisakarida hidrofilik yang memiliki gugus hidroksil bebas ($-OH$) dalam struktur penyusunnya (Jabr dan Al-Mudhaffar, 2025). Asam organik yang terikat oleh gum arab dapat dipertahankan dalam jumlah lebih besar seiring dengan peningkatan konsentrasi gum arab (Winokan *et al.*, 2022).

Namun, gum arab memiliki daya pengikatan air dan komponen larut air yang lebih rendah dibandingkan dengan CMC. Daya ikat air oleh CMC lebih unggul dibandingkan hidrokoloid lainnya karena tingginya kandungan gugus hidroksil dengan sifat hidrofilik yang mampu mengikat air secara efektif (Marchelina *et al.*,

2020). Kemampuan CMC dalam mengikat air secara lebih efektif didukung oleh struktur molekulnya yang bersifat linier sehingga distribusi gugus polar merata dan mampu berinteraksi dengan molekul air membentuk ikatan hidrogen yang lebih kuat (Li *et al.*, 2025). Sementara itu, gum arab memiliki struktur molekul yang bercabang sehingga kurang efektif dalam pengikatan air. Rendahnya daya ikat gum arab menyebabkan komponen asam organik yang terperangkap dalam jaringan semakin berkurang. Semakin rendah asam organik yang terperangkap, maka jumlah asam organik bebas yang terukur semakin tinggi (Perwira *et al.*, 2018). Oleh karena itu, P₁ dan P₂ dengan proporsi gum arab lebih tinggi dari CMC menghasilkan persentase total asam tertitrasi yang lebih besar dibandingkan P₃ dan P₄.

Persentase total asam tertitrasi menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik dengan nilai pH. Semakin tinggi persentase total asam tertitrasi, maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan Fadhillah *et al.* (2024) bahwa peningkatan konsentrasi CMC pada *puree* asam jawa menyebabkan penurunan total asam tertitrasi diikuti dengan peningkatan nilai pH. Penurunan kadar total asam tertitrasi merepresentasikan rendahnya jumlah asam organik dalam produk yang berkontribusi terhadap penurunan ketersediaan ion H⁺ bebas sehingga derajat keasaman produk semakin menurun dengan diikuti peningkatan nilai pH.

4.3. Vitamin C

Analisis kadar vitamin C dilakukan untuk mengetahui besarnya kandungan vitamin C dari buah pepaya dan albedo semangka yang dapat dipertahankan setelah melalui seluruh tahapan pengolahan. Kadar vitamin C pada *fruit leather* menjadi

parameter penting dalam menilai kualitas gizi produk yang menjadi pertimbangan konsumen dalam memenuhi kebutuhan tubuh akan vitamin C. Hasil uji vitamin C *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda yang diukur dengan metode titrasi iodometri dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Vitamin C *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Vitamin C (mg/100 g)
1 : 4	67,52 ± 2,68 ^a
2 : 3	72,49 ± 2,53 ^b
3 : 2	76,91 ± 1,46 ^c
4 : 1	79,78 ± 1,95 ^c

Keterangan:

^{a-c}Superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji statistik menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan gum arab dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar vitamin C *fruit leather* pepaya-albedo semangka, sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT. Kandungan vitamin C pada *fruit leather* pepaya-albedo semangka bersumber dari kombinasi bahan baku yang digunakan, yaitu pepaya dengan vitamin C sebesar 106,6 mg/100 g (Lestari dan Darmayanti, 2021) dan albedo semangka sekitar 5,87 mg/100 g (Junior *et al.*, 2021). Penurunan kadar vitamin C pada *fruit leather* dibandingkan buah segar disebabkan karena panas selama proses pemasakan dan pengeringan. Vitamin C mudah mengalami oksidasi akibat paparan oksigen yang dipercepat dengan adanya panas, enzim, dan kondisi alkali (Septyani, 2021). Namun, oksidasi vitamin C dapat dihambat oleh kondisi asam *fruit leather* akibat penambahan asam sitrat dan hidrokoloid yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai pH produk sehingga vitamin C produk akhir tidak jauh berbeda dengan kandungan vitamin C buah pepaya dan albedo semangka.

Kehilangan kadar vitamin C dapat diminimalisir melalui upaya penggunaan hidrokoloid berupa CMC dan gum arab dalam konsentrasi yang tepat. Kadar vitamin C pada *fruit leather* pepaya-albedo semangka mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi CMC dan menurunnya konsentrasi gum arab. Hal ini sejalan dengan penelitian Teyen *et al.* (2019) bahwa sari buah tapus dengan penstabil CMC memiliki kadar vitamin C sebesar 20,90 mg/100 g dengan kadar yang lebih tinggi dibandingkan gum arab yang bernilai 17,60 mg/100 g. Kandungan vitamin C *fruit leather* pepaya-albedo semangka dapat dipertahankan karena adanya CMC dan gum arab sebagai hidrokoloid yang memiliki kemampuan dalam menekan laju oksidasi komponen asam askorbat. CMC mampu membentuk ikatan silang pada rantai polimer yang menyebabkan molekul air terperangkap dan terjadi imobilisasi hingga terbentuk struktur yang kaku (Basito dan Meriza, 2018). Meningkatnya kerapatan struktur CMC akan menyebabkan oksigen sukar berdifusi sehingga kontak antara oksigen dan komponen asam askorbat yang larut air dapat ditekan serta stabilitas vitamin C selama proses pengolahan dapat ditingkatkan. Mekanisme perlindungan vitamin C oleh hidrokoloid CMC juga berlangsung melalui enkapsulasi dengan membentuk matriks polimer hidrofilik yang menyelimuti komponen asam askorbat (Delviani *et al.*, 2024).

Gum arab juga memiliki kemampuan menghambat proses oksidasi melalui pembentukan lapisan gel yang akan melindungi komponen asam askorbat. Gum arab bekerja sebagai enkapsulan yang tahan terhadap panas sehingga mampu melindungi senyawa dari oksidasi dan penguapan (Sarabandi *et al.*, 2019). Kemampuan gum arab dalam mengikat molekul air juga berkontribusi dalam

menghambat difusi oksigen ke dalam bahan. Gum arab akan mempertahankan stabilitas senyawa yang disalut terhadap panas selama pengolahan melalui peningkatan viskositas (Jati *et al.*, 2023). Namun, penggunaan CMC lebih efektif dalam menjaga stabilitas vitamin C dalam bahan dibandingkan gum arab. Kerusakan vitamin C diminimalisir secara lebih efektif oleh CMC karena daya ikatnya lebih kuat dibandingkan *stabilizer* lainnya sehingga lebih mampu membatasi difusi oksigen ke dalam sistem (Marchelina *et al.*, 2020). Oleh karena itu, P₃ dan P₄ dengan proporsi CMC lebih banyak dari gum arab menghasilkan kadar vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan P₁ dan P₂.

Hubungan kadar vitamin C berbanding terbalik dengan total asam tertitrasi dan berbanding lurus dengan nilai pH. Hal itu disebabkan karena asam askorbat hanya menyumbang sebagian nilai total asam tertitrasi dan sebagiannya berasal dari asam organik lain. Asam askorbat, asam sitrat, asam malat, asam oksalat, dan asam tartrat termasuk asam organik alifatik yang umum terkandung dalam buah-buahan (Zhang *et al.*, 2023). Keberadaan komponen asam askorbat juga akan meningkatkan konsentrasi ion H⁺ sehingga menciptakan nilai pH dalam rentang asam.

4.4. Mutu Hedonik

Penilaian mutu hedonik dilakukan untuk merepresentasikan preferensi panelis terhadap karakteristik sensoris *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi hidrokoloid CMC dan gum arab yang berbeda. Atribut sensoris yang dievaluasi meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall* produk. Hasil analisis mutu hedonik dapat diuraikan sebagai berikut.

4.4.1 Warna

Penilaian uji hedonik warna dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap perubahan warna produk setelah melalui proses pengolahan. Produk dengan warna menarik cenderung memiliki tingkat kesukaan dan penerimaan yang baik. Hasil uji hedonik warna *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Warna *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Skor Warna	Kriteria Skoring
1 : 4	$2,67 \pm 0,99^a$	Tidak suka–Suka
2 : 3	$2,97 \pm 0,61^a$	Tidak suka–Suka
3 : 2	$3,13 \pm 0,57^{ab}$	Suka–Sangat Suka
4 : 1	$3,37 \pm 0,67^b$	Suka–Sangat Suka

Keterangan:

^{a-b}*Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis statistik *Kruskal-Wallis* terhadap tingkat kesukaan warna *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan penggunaan konsentrasi CMC dan gum arab yang berbeda menunjukkan signifikansi ($p < 0,05$), sehingga dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Secara visual, *fruit leather* pepaya-albedo semangka memiliki warna yang tidak jauh berbeda yaitu jingga kecoklatan. Warna tersebut berasal dari komponen bahan penyusun berupa buah pepaya dengan proporsi yang lebih banyak dibandingkan albedo semangka. Adanya pigmen karotenoid seperti beta-karoten dan likopen telah memberikan warna jingga atau oranye pada buah pepaya (Tambunan *et al.*, 2024). Sementara itu, warna kecoklatan *fruit leather* dihasilkan akibat terjadinya oksidasi vitamin C sebagai salah satu bentuk reaksi pencoklatan non enzimatis. Oksidasi asam askorbat akan menghasilkan

dehidroaskorbat yang kemudian terdegradasi membentuk diketogulonat, lalu terjadi dehidrasi membentuk furfural hingga dapat terbentuk melanoidin akibat polimerasi furfural. Vitamin C dapat bertindak sebagai prekursor dalam pembentukan pigmen coklat melalui adanya oksigen dalam kondisi asam (Gunawan *et al.*, 2018).

Fruit leather pepaya-albedo semangka dengan kategori disukai hingga sangat disukai panelis telah ditunjukkan pada P₃ dan P₄ dengan proporsi CMC lebih banyak dari gum arab. Hal itu disebabkan karena CMC memiliki kemampuan dalam menghambat terjadinya oksidasi warna selama proses pengolahan yang dinilai lebih efektif dibandingkan gum arab sehingga warna produk akhir yang dihasilkan tampak lebih cerah dibandingkan P₁ dan P₂. Mekanisme pencegahan oksidasi vitamin C oleh CMC bekerja melalui peningkatan viskositas yang menyebabkan difusi oksigen ke dalam campuran menjadi terhambat. Hal ini sejalan dengan penelitian Becti *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi CMC pada *puree* labu siam akan meningkatkan kecerahan warna selai labu siam karena CMC memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap air dan menahan oksidasi warna selama pengolahan. Tingginya konsentrasi CMC yang ditambahkan juga tidak memengaruhi warna produk akhir karena CMC berwarna putih dan bening ketika larut dalam air. Sementara itu, gum arab memiliki warna putih kekuningan yang dapat menurunkan tingkat kecerahan warna produk. Penggunaan hidrokoloid yang baik memiliki sifat yang tidak mengubah warna asli dari produk (Purdi *et al.*, 2020). Oleh karena itu, P₁ dan P₂ dengan proporsi gum arab lebih banyak memiliki tingkat kesukaan warna lebih rendah dibandingkan P₃ dan P₄ karena *fruit leather* dengan warna jingga cerah lebih disukai sebagian besar panelis.

4.4.2 Aroma

Penilaian uji hedonik aroma dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis tingkat penerimaan panelis terhadap aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada berbagai konsentrasi kombinasi CMC dan gum arab. Aroma suatu produk yang khas dan menarik dapat meningkatkan kesukaan dan daya terima produk. Hasil uji kesukaan aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Aroma *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokolid CMC : Gum Arab	Skor Aroma ^{ns}	Kriteria Skoring
1 : 4	2,87 ± 0,73	Tidak suka–Suka
2 : 3	3,13 ± 0,63	Suka–Sangat Suka
3 : 2	2,97 ± 0,72	Tidak suka–Suka
4 : 1	2,93 ± 0,87	Tidak suka–Suka

Keterangan:

**ns* menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata ($p > 0,05$)

Hasil analisis statistik *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi CMC dan gum arab yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai kesukaan aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka, sehingga tidak dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Aroma yang dihasilkan tersebut berasal dari bahan baku yang digunakan meliputi buah pepaya dan albedo semangka serta penggunaan gula dan asam sitrat. Namun, aroma manis khas pepaya cenderung mendominasi karena penggunaannya dalam proporsi yang lebih banyak dibandingkan albedo semangka. Aroma khas pepaya yang tajam dapat timbul akibat penguapan komponen volatil di dalamnya yang terdiri dari golongan hidrokarbon, ester (etil butirat), aldehid, keton, dan alkohol (Az Zahra *et al.*, 2025). Kuatnya

aroma pepaya yang dihasilkan pada produk akhir *fruit leather* telah menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka.

Penggunaan kombinasi hidrokoloid CMC dan gum arab pada berbagai konsentrasi tidak memengaruhi tingkat kesukaan aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yudhistira *et al.* (2020) bahwa penggunaan variasi kombinasi CMC dan gum arab tidak memberikan pengaruh terhadap tingkat penerimaan panelis pada aroma *velva* buah naga. Hal tersebut terjadi karena pembentukan aroma *fruit leather* pepaya-albedo semangka hanya berasal dari bahan baku sehingga panelis merasakan aroma yang hampir sama pada setiap perlakuan. Selain itu, CMC dan gum arab bersifat netral dan tidak memiliki aroma. CMC dan gum arab termasuk jenis hidrokoloid yang tidak mengandung senyawa volatil sehingga penggunaannya tidak akan memengaruhi aroma produk akhir yang dihasilkan (Lestari *et al.*, 2017). Meskipun demikian, CMC dan gum arab memiliki kemampuan dalam mengikat komponen volatil pada konsentrasi yang optimum sehingga aroma bahan baku masih dapat dipertahankan.

4.4.3 Rasa

Penilaian uji hedonik rasa dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada berbagai konsentrasi kombinasi CMC dan gum arab. Rasa manis dan asam yang seimbang pada produk dapat meningkatkan kesukaan dan daya terima produk. Hasil uji hedonik rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rasa *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Skor Rasa ^{ns}	Kriteria Skoring
1 : 4	3,10 ± 0,66	Suka–Sangat Suka
2 : 3	3,23 ± 0,68	Suka–Sangat Suka
3 : 2	3,07 ± 0,83	Suka–Sangat Suka
4 : 1	3,13 ± 0,63	Suka–Sangat Suka

Keterangan:

**ns* menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata ($p > 0,05$)

Hasil analisis statistik *Kruskal-Wallis* terhadap terhadap nilai kesukaan rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan penggunaan konsentrasi CMC dan gum arab yang berbeda tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p > 0,05$), sehingga tidak dilanjutkan uji *Mann-Whitney*. Rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka tergolong hampir sama antar perlakuan sehingga cenderung tidak dapat dibedakan panelis. Hal itu dikarenakan komposisi buah, gula, dan asam sitrat digunakan dengan konsentrasi yang sama. Penggunaan *puree* pepaya dalam proporsi banyak menyebabkan rasa *fruit leather* dominan dengan rasa manis dari kandungan gula sederhana (Primawidya *et al.*, 2017). Namun, *fruit leather* pepaya-albedo semangka yang dihasilkan memiliki rasa manis dan asam yang seimbang karena adanya penambahan asam sitrat. Hal tersebut dinilai mampu meningkatkan nilai kesukaan panelis terhadap rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka karena memberikan rasa manis dan asam yang menyegarkan.

Penggunaan kombinasi CMC dan gum arab pada berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan rasa *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa kombinasi CMC dan gum arab yang digunakan tidak memengaruhi rasa *velva* ubi jalar ungu baik secara deskriptif maupun hedonik.

Tidak adanya pengaruh dari kedua jenis hidrokoloid terhadap rasa *fruit leather* disebabkan karena CMC dan gum arab bersifat tidak memiliki rasa dan dapat mempertahankan rasa sesuai dengan bahan penyusunnya. Namun, penambahannya dalam konsentrasi yang cukup tinggi dapat menurunkan ketajaman rasa produk akhir yang dihasilkan. Tingginya konsentrasi penambahan hidrokoloid hingga lebih dari 1% menyebabkan tertutupnya interaksi antara rasa manis dan asam sehingga *fruit leather* yang dihasilkan menjadi hambar (Kamaluddin dan Handayani, 2018).

4.4.4 Tekstur

Penilaian uji hedonik tekstur dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap tingkat plastisitas tekstur *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada berbagai konsentrasi kombinasi CMC dan gum arab. Hasil uji hedonik tekstur *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Tekstur *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Skor Tekstur	Kriteria Skoring
1 : 4	$3,53 \pm 0,63^a$	Suka–Sangat Suka
2 : 3	$3,33 \pm 0,55^a$	Suka–Sangat Suka
3 : 2	$2,87 \pm 0,86^b$	Tidak suka–Suka
4 : 1	$2,80 \pm 0,89^b$	Tidak suka–Suka

Keterangan:

^{a-b}*Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis statistik *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi CMC dan gum arab yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kesukaan tekstur *fruit leather* pepaya-albedo semangka, sehingga dilanjutkan uji *Mann-Whitney*. *Fruit leather* pepaya-albedo semangka yang tidak

disukai oleh panelis adalah *fruit leather* dengan tekstur yang keras dan lengket sehingga kurang nyaman saat dikonsumsi. Sementara itu, *fruit leather* yang baik memiliki tekstur yang lunak, mudah digigit, dan tidak menempel (Lestari *et al.*, 2018). Tekstur plastis *fruit leather* terbentuk akibat adanya proses pembentukan gel selama pemanasan. Pembentukan gel dipengaruhi oleh keseimbangan konsentrasi pektin, gula, dan asam yang digunakan (Winokan *et al.*, 2022). Kondisi asam pada *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan kisaran pH 4 juga menciptakan kondisi optimum dalam pembentukan gel sehingga dapat mendukung terbentuknya tekstur akhir *fruit leather* yang lebih baik. Selain itu, pembentukan gel *fruit leather* juga dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang ditambahkan.

Penggunaan kombinasi hidrokoloid CMC dan gum arab dalam konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh terhadap nilai kesukaan tekstur *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Nilai hedonik tekstur *fruit leather* mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi CMC dan menurunnya konsentrasi gum arab. Hal ini sejalan dengan penelitian Kamaluddin dan Handayani (2018) bahwa *fruit leather* pepaya dengan penambahan 1% hidrokoloid gum arab menghasilkan skor kesukaan tekstur sebesar 3,10 yang lebih tinggi dibandingkan penambahan CMC dengan skor hanya 2,25. *Fruit leather* dengan kategori tidak disukai hingga disukai panelis telah ditunjukkan pada perlakuan P₃ dan P₄ dengan proporsi CMC lebih banyak dibandingkan gum arab. Penggunaan CMC meningkatkan kekerasan tekstur *fruit leather* karena memiliki kemampuan mengikat air secara kuat sehingga banyaknya air bebas dalam produk semakin berkurang. Semakin tinggi konsentrasi penggunaan CMC, maka kekompakan matriks gel akan semakin meningkat dan

struktur berongga menurun sehingga terjadi peningkatan kekerasan dan penurunan tingkat kekenyalan produk (Fitriana *et al.*, 2021).

Sementara itu, perlakuan P₁ dan P₂ dengan proporsi gum arab lebih banyak dibandingkan CMC menunjukkan tingkat kesukaan tekstur yang lebih tinggi dibandingkan P₃ dan P₄. Hal itu disebabkan karena gum arab sebagai hidrokoloid memiliki kemampuan pengikatan air yang lebih stabil pada batas konsentrasi tertentu sehingga menghasilkan tekstur yang plastis. Hal ini sejalan dengan penelitian Perwira *et al.* (2018) bahwa *fruit leather* selaput biji carica dengan penambahan gum arab 0,6% mampu menghasilkan tekstur akhir yang lembut, tidak lengket, dan mudah digulung. Gum arab memiliki kemampuan mengikat air yang lebih stabil dibandingkan CMC sehingga tekstur *velva* ubi jalar dengan proporsi CMC dan gum arab sebesar 1:2 memiliki tekstur yang lebih lembut (Lestari *et al.*, 2017). Selain itu, nilai pH gum arab yang lebih rendah dibandingkan CMC juga menyebabkan pembentukan gel berada dalam kondisi asam yang optimum sehingga penggunaan konsentrasi gum arab yang lebih tinggi mampu meningkatkan keplastisan *fruit leather*. Oleh karena itu, P₁ dan P₂ dengan proporsi gum arab lebih banyak memiliki tingkat kesukaan tekstur yang lebih tinggi dibandingkan P₃ dan P₄ karena *fruit leather* dengan tekstur plastis lebih disukai oleh sebagian besar panelis.

4.4.5 Overall

Penilaian *overall* diberikan secara subjektif berdasarkan preferensi setiap individu. Analisis *overall* dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis secara keseluruhan terhadap *fruit leather* pada berbagai konsentrasi CMC dan gum

arab. Hasil uji hedonik *overall fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab berbeda dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. *Overall Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Perbandingan Hidrokoloid CMC : Gum Arab	Skor <i>Overall</i>	Kriteria Skoring
1 : 4	$3,17 \pm 0,75^a$	Suka–Sangat Suka
2 : 3	$3,40 \pm 0,67^a$	Suka–Sangat Suka
3 : 2	$3,13 \pm 0,73^a$	Suka–Sangat Suka
4 : 1	$2,63 \pm 0,93^b$	Tidak suka–Suka

Keterangan:

^{a-b}*Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis statistik *Kruskal-Wallis* terhadap tingkat kesukaan *overall fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan penggunaan konsentrasi CMC dan gum arab yang berbeda menunjukkan signifikansi ($p < 0,05$), sehingga dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Secara keseluruhan, perlakuan yang paling disukai oleh panelis adalah *fruit leather* pepaya-albedo semangka dengan proporsi CMC dan gum arab sebesar 2:3 karena perlakuan P₂ memiliki warna, aroma, dan rasa yang dapat dipertahankan serta tekstur dengan tingkat plastisitas yang baik. Semakin tinggi penggunaan gum arab seiring dengan rendahnya CMC, maka penilaian keseluruhan terhadap *velva* ubi jalar semakin meningkat (Lestari *et al.*, 2017).

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

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh parameter pengujian sehingga dapat diketahui perlakuan yang menghasilkan kualitas *fruit leather* pepaya-albedo semangka paling baik. Metode yang digunakan dalam menentukan formulasi terbaik tersebut, yaitu Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) melalui sistem pembobotan pada setiap parameter uji. Analisis

perlakuan terbaik dengan metode MPE disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Perlakuan Terbaik *Fruit Leather* Pepaya-Albedo Semangka

Parameter	Bobot (%)	P ₁		P ₂		P ₃		P ₄	
		Rank	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor
Nilai pH	10	1	0,10	2	0,20	3	0,30	4	0,40
TAT	10	1	0,10	2	0,20	3	0,30	4	0,40
Vitamin C	25	3	0,75	2	0,50	1	0,25	1	0,25
Warna	15	2	0,30	2	0,30	2	0,30	2	0,30
Aroma	5	3	0,15	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Rasa	5	2	0,10	2	0,10	2	0,10	2	0,10
Tekstur	15	2	0,30	2	0,30	3	0,45	3	0,45
<i>Overall</i>	15	2	0,30	2	0,30	2	0,30	3	0,45
Total Skor	100		2,10		2,05		2,15		2,50
Ranking		II		I		III		IV	

Keterangan:

* P₁, P₂, P₃, dan P₄ = konsentrasi CMC dan gum arab (1:4, 2:3, 3:2, 4:1)

Hasil analisis formulasi terbaik *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada Tabel 14. menunjukkan bahwa perlakuan pada setiap parameter uji memiliki urutan ranking yang berbeda-beda. Perlakuan terbaik berdasarkan parameter nilai pH dengan skor dan ranking terendah ditunjukkan oleh perlakuan P₁ yang memiliki nilai pH terendah. Rentang pH seluruh perlakuan pada penelitian ini (4,40–4,69) berada dalam kisaran nilai pH asam. Namun, hanya P₁ dengan pH 4,40 dan P₂ dengan pH 4,52 yang memenuhi persyaratan pH ideal selai (3,5–4,5) yang sesuai acuan FDA (2007) karena kisaran pH tersebut optimum dalam pembentukan gel. Selai lembaran dengan tingkat keasaman terlalu tinggi menyebabkan gel yang terbentuk mudah mengalami sineresis (Amanda dan Rahmadhia, 2024). Sementara itu, nilai pH yang semakin tinggi menyebabkan interaksi antar molekul dalam gel meningkat sehingga gel yang terbentuk semakin kaku (Maslii *et al.*, 2020). Selain itu, *fruit leather* dengan nilai pH yang lebih rendah mampu menciptakan kondisi lingkungan yang berpotensi menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga

dapat memperpanjang umur simpan produk. Rendahnya nilai pH produk berhubungan dengan tingginya total asam tertitrasi. Oleh karena itu, perlakuan terbaik dari segi parameter total asam tertitrasi juga ditunjukkan oleh P₁ dengan persentase tertinggi sebesar 4,28%. Berbeda dengan parameter nilai pH dan total asam tertitrasi, perlakuan terbaik *fruit leather* dari segi parameter vitamin C ditunjukkan oleh P₄ dengan kadar vitamin C tertinggi sebesar 79,78 mg/100 g. Besarnya kadar vitamin C yang dihasilkan menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan gum arab pada proporsi tersebut mampu meminimalisir hilangnya kandungan asam askorbat dengan baik. Selain karakteristik kimia, preferensi panelis juga harus dipertimbangkan dalam penentuan formulasi terbaik. *Fruit leather* dengan karakteristik warna dan tekstur paling disukai oleh panelis mencerminkan perlakuan terbaik yang ditunjukkan oleh P₄ dan P₁. Sementara itu, *fruit leather* dengan aroma, rasa, dan *overall* terbaik ditunjukkan oleh P₂.

Hasil seluruh pembobotan dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) menunjukkan bahwa P₂ dengan proporsi CMC dan gum arab sebesar 2:3 ditetapkan sebagai formulasi terbaik dalam pembuatan *fruit leather* pepaya-albedo semangka. Perlakuan P₂ menghasilkan *fruit leather* dengan nilai pH 4,52, total asam tertitrasi 3,56%, kadar vitamin C 72,49 mg/100 g, serta tingkat kesukaan aroma, rasa, dan *overall* tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan gum arab pada konsentrasi perlakuan P₂ mampu menghasilkan karakteristik kimia dan mutu hedonik yang paling optimal sehingga dapat diterima oleh konsumen.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan kombinasi hidrokoloid CMC dan gum arab memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik kimia serta mutu hedonik *fruit leather* pepaya-albedo semangka pada atribut warna, tekstur, dan *overall*. Peningkatan konsentrasi CMC yang diikuti penurunan konsentrasi gum arab memengaruhi terjadinya peningkatan nilai pH dan kadar vitamin C serta penurunan total asam tertitrasi. Penggunaan kombinasi CMC dan gum arab pada proporsi 2:3 ditetapkan sebagai formulasi terbaik dalam pembuatan *fruit leather* pepaya-albedo semangka karena memiliki tingkat penerimaan tertinggi dengan karakteristik kimia yang baik.

5.2. Saran

Ditinjau dari hasil analisis formulasi terbaik yang ditunjukkan oleh proporsi CMC dan gum arab (2:3), maka disarankan supaya penelitian selanjutnya dapat menggunakan formulasi tersebut sebagai dasar pengembangan olahan sejenis yang membutuhkan hidrokoloid sebagai bahan penstabil. Selain itu, diperlukan analisis terhadap umur simpan serta stabilitas mutu *fruit leather* selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Asmari, F., Abdelshafy, A.M., Neetoo, H., dan Zhang, Y. 2025. Natural gums (gum arabic, guar gum and xanthan gum) as a promising source of prebiotics: a review on their functional roles and food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 318(145101), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.145101>.
- 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(114894), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114894>.
- Al Rivan, M.E., dan Suherman, J. 2020. Penentuan mutu buah pepaya california (*Carica papaya* L.) menggunakan fuzzy mamdani. *Jurnal Elkha*, 12(2), 76–83. <https://doi.org/10.26418/elkha.v12i2.41164>.
- 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. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v10i1.1105>.
- Alam, M., Kaur, S., Dar, B.N., dan Nanda, V. 2025. Classification, techno-functional properties, and applications of diverse hydrocolloids in fruits-based products: a concise review. *Journal of Food Science*, 90(3), 1–26. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70119>.
- Amalya, A.P., Legowo, A.M., dan Rahmani, A. 2023. Pengaruh jenis pengental terhadap sifat fisikokimia dan hedonik sirup kulit buah kopi arabika. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 13(1), 8–24.
- Amanda, D.S., dan Rahmadhia, S.N. 2024. The effect of drying duration on the physicochemical characteristics of beetroot (*Beta vulgaris* L.) sheet jam. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(3), 445–454. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i3.85165>.
- Ameliya, R., Nazaruddin, dan Handito, D. 2018. Pengaruh lama pemanasan terhadap vitamin c, aktivitas antioksidan dan sifat sensoris sirup kersen (*Muntingia calabura* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 4(1), 289–297. <https://doi.org/10.29303/profood.v4i1.77>.
- Anggraini, S.A., Yuniningsih, S., dan Sota, M.M. 2017. Pengaruh pH terhadap kualitas produk etanol dari molasses melalui proses fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, 2(2), 99–105. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v2i2.725>.

- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 16th ed. AOAC International, Virginia USA.
- Apriani, M., Setiani, V., dan Thalib, F.N. 2023. Pemanfaatan pepaya sebagai biostarter dalam pengomposan limbah ikan dan daun mangrove menggunakan larva *black soldier fly*. Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan, 5(1), 98–109. <https://doi.org/10.35970/jppl.v5i1.1703>.
- 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. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 7(1), 766–772. <https://doi.org/10.29303/profood.v7i1.160>.
- Arifan, F., dan Primartu 2023. Physical and chemical characteristics of carboxymethyl cellulose from kepok banana (*Musa paradisiaca formatypica*) and corncobs (*Zea mays*) modified alkalization-carboxymethylation process in ice cream products. Food Research, 7(2), 31–36. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(2\).355](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(2).355).
- Arista, N.I.D., dan Ardiningtyas, S.A. 2024. Comparative analysis of ethylene-induced ripening in climacteric and non-climacteric fruits : implications for post-harvest management. Social Agriculture, Food System, and Environmental Sustainability, 2(1), 90–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.61511/safses.v1i2.2024.1202>.
- Arsyad, M. 2018. Pengaruh konsentrasi gula terhadap pembuatan selai kelapa muda (*Cocos nucifera* L). Agriculture Technology Journal, 1(2), 35–45. <https://doi.org/10.32662/gatj.v1i2.424>.
- Asasia, P.A.A., dan Yuwono, S.S. 2018. Pengaruh konsentrasi tepung maizena dan konsentrasi asam sitrat terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik selai mawar. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 6(1), 64–74. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.01.8>.
- Ayustaningwarno, F., Ayu, A.M., Afifah, D.N., Anjani, G., Nuryanto, N., Wijayanti, H.S., Fitranti, 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>.

- Az Zahra, M.H.A., Rohman, N., Salsabila, S., Salsabila, N.A., Hamidah, A., Tentia, I., Saparuddin, dan Siburian, J. 2025. Identifikasi spesies lalat buah dengan media buah pepaya dan buah mangga di kenali asam, jambi. *Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan*, 11(2), 218–224. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol11issue2page218-224>.
- Badan Pusat Statistik. 2026. Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. SNI 01-3710-2018. Buah Kering. Dewan Standarisasi Indonesia, Jakarta.
- Basito, Yudhistira, B.B., dan Meriza, D.A. 2018. Kajian penggunaan bahan penstabil CMC (*carboxil methyl cellulosa*) dan karagenan dalam pembuatan *velva* buah naga super merah (*Hylocereus Costaricensis*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(1), 42–49. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v10i1.9577>.
- Bekti, E., Prasetyowati, Y., dan Haryati, S. 2019. Berbagai konsentrasi CMC (*Carboxyl methyl cellulose*) terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik selai labu siam (*Sechium edule*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 14(2), 41–52.
- Borman, R.I., dan Helmi, F. 2018. penerapan metode perbandingan eksponensial (MPE) dalam sistem pendukung keputusan penerima beasiswa siswa berprestasi pada SMK XYZ. *Journal of Computer Engineering, System and Science*, 3(1), 17–22. <https://doi.org/10.24114/cess.v3i1.8227>.
- Cindaramaya, L., dan Handayani, M.N. 2019. Pengaruh penggunaan asam alami terhadap karakteristik sensori dan fisikokimia *fruit leather* labu kuning. *Edufortech*, 4(1), 41–50. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v4i1.16349>.
- Delviani, D., Maharani, V.G.R., Shadrina, P.N., Ali, N., dan Tarigan, I.L. 2024. Synthesis of carboxymethyl cellulose from mangrove nipah (*Nypa fruticans*) as vitamin C coating for drug delivery system. *Chempublish Journal*, 8(1), 19–28. <https://doi.org/10.22437/chp.v8i1.31722>.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 2018. Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Endrina, I., Nurwantoro, dan Pramono, Y.B. 2018. Karakteristik kimia dan mutu hedonik selai kolang kaling dengan variasi konsentrasi *modified cassava flour* (mocaf) sebagai alternatif pengganti pektin. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2), 113–119. <https://doi.org/10.14710/jtp.2.2.113-119>.

- Fadhillah, M.A., Marwati, M., Prabowo, S., Andriyani, Y., dan Pujokaroni, S.A. 2024. Mutu pasta asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan CMC (*Carboxymethyl cellulose*) sebagai bahan pengental. Jurnal Teknotan, 18(1), 65–70. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n1.8>.
- Fajrin, H.R., Zakiyyah, U., dan Supriyadi, K. 2020. Alat pengukur pH air berbasis arduino. Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia, 1(2), 35–43. <https://doi.org/10.51530/jutekin.v12i1.842>.
- Feyera, M., dan Abdo, T. 2022. Post harvest treatments and shelf life of some tropical fruit. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, 25(9), 48–55. <https://doi.org/10.9734/JABB/2022/v25i9598>.
- Firdhaus, M.L., Romadlon, F., dan Wibowo, F.M. 2019. Akurasi estimasi kadar sukrosa pada penentuan tingkat kematangan pepaya menggunakan nilai RGB berbasis aplikasi *mobile*. Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, 8(2), 79–86. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2019.008.02.1>.
- 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. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v16i1.3498>.
- Food and Drug Administration (FDA). 2007. Approximate pH of Foods and Food Products. USA: Center For Food Safety and Applied Nutrition.
- Griselda, A., dan Hapsari, M.W. 2024. Fisikokimia dan sensoris *fruit leather* melon (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis*). Journal of Tropical Agrifood, 6(1), 27–34.
- Gunawan, R., Susanto, W.H., dan Wijayanti, N. 2018. Pengaruh lama pemanasan dan konsentrasi maizena terhadap karakteristik fisik, kima, dan organoleptik lempok jambu biji merah (*Psidium guajava* L.). Jurnal Pangan dan Agroindustri, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.01.1>.
- Handarbeni, R.G., Rahmayuni, dan Rossi, E. 2024. Karakteristik fisikokimia dan sensori *fruit leather* dari campuran buah sirsak dan buah nangka. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, 16(2), 166–174. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v16i2.32962>.
- Hashem, A., Farag, S., dan Badawy, S.M. 2025. Carboxymethyl cellulose: past innovations, present applications, and future horizons. Results in Chemistry, 17(102534), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102534>.
- Hastuti, D., Wibowo, H., Malinda, D., dan Subantoro, R. 2024. Analisis efisiensi penggunaan faktor faktor produksi pada usahatani semangka inul di Kabupaten Demak. Jurnal Agrica, 17(1), 59–70. <https://doi.org/10.31289/agrica.v17i1.10964>.

- Herlina, H., Belgis, M., dan Wirantika, L. 2020. Physicochemical and organoleptic characteristics of fruit leather from star apple (*Chrysophyllum cainito* L.) added with CMC and carrageenan. *Jurnal Agroteknologi*, 14(2), 103–114. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i02.12938>.
- Herlinawati, L., Ningrumsari, I., dan Anggraeni, T. 2022. Kajian konsentrasi gula dan asam sitrat terhadap sifat kimia dan organoleptik selai pisang nangka (*Musa paradisiaca formatypica*). *Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pangan*, 2(2), 72–89. <https://doi.org/10.32627/agritekh.v2i2.397>.
- Hidayat, U., Murwani, R., dan Kumoro, A.C. 2023. Ekstraksi pigmen karotenoid dari buah pepaya (*Carica papaya* L.) dan aplikasinya sebagai pewarna pangan alami nasi instan melalui teknologi mikroenkapsulasi. *Indonesian Journal of Nutrition Science and Food*, 2(1), 35–46.
- Igartúa, D.E., Dichano, M.C., Morales Huanca, M.N., Palazolo, G.G., dan Cabezas, D.M. 2024. Rice proteins – gum arabic coacervates: effect of pH and polysaccharide concentration in oil-in-water emulsion stability. *Food Research International*, 188(114399), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114399>.
- Indrajaya, I.N.R., Irfansyah, A.N., dan Pirngadi, H. 2021. Titrator otomatis untuk mengukur kadar kalsium karbonat (CaCO_3) pada batu kapur. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 108–113. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.67249>.
- Intariani, N.P., Puspawati, G.A.K.D., dan Wisaniyasa, N.W. 2022. Pengaruh konsentrasi *carboxyl methyl cellulosa* (CMC) terhadap karakteristik bubuk daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dengan metode *foam mat drying*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(4), 744–755. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i04.p14>.
- Istiqomah, K., Windrati, W.S., dan Praptiningsih, Y. 2017. Karakterisasi es krim edamame dengan variasi jenis dan jumlah penstabil. *Jurnal Agroteknologi*, 11(2), 139–147. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i02.6522>.
- Jabr, Z.H., dan Al-Mudhaffar, A.W.H. 2025. Study of the physicochemical and functional properties of gum extracted from roselle petals. *International Journal Environmental Sciences*, 11(2), 231–239. <https://doi.org/10.64252/q8fbp888>.
- Jantika, T., Ulfa, M.N., dan Talitha, Z.A. 2026. Pengaruh suhu dan waktu penyangraian terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik kopi liberika lampung. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 20(1), 31–40. <https://doi.org/10.24198/jt.vol20n1.4>.

- Jati, I.R.A., Hadisaputra, N., Setijawaty, E., dan Yoshari, R.M. 2023. Aplikasi enkapsulan hydroxy propyl methyl cellulose dan gum arab pada pembuatan bubuk semangka. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(4), 896–907. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i4.17231>.
- Jemere, E.M., Satheesh, N., Awol, S.J., Tadesse, E.E., Kassa, M.G., dan Teferi, D.A. 2025. Influence of selected organic acid concentration on the quality and shelf life of teff injera. *Discover Food*, 5(44), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00299-5>.
- Jiang, H., Wang, F., Ma, R., dan Tian, Y. 2023. Advances in gum arabic utilization for sustainable applications as food packaging: reinforcement strategies and applications in food preservation. *Trends in Food Science Technology*, 142(104215), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104215>.
- 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. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v4i2.6776>.
- John, A., George, D.R., Sam, J., 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. <https://doi.org/10.1002/fpf2.70025>.
- Kaimudin, N.I., Lestari, H., dan Afa, J.R. 2017. Skrining dan determinasi kejadian anemia pada remaja putri SMA Negeri 3 Kendari tahun 2017. *Jurnal Ilmu Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(6), 1–10.
- Kamaluddin, M.J.N., dan Handayani, M.N. 2018. Pengaruh perbedaan jenis hidrokoloid terhadap karakteristik *fruit leather* pepaya. *Edufortech*, 3(1), 24–32. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v3i1.13542>.
- Kartini, T.D., Rowa, S.S., dan Adam, A. 2022. Pengaruh penambahan gum arab terhadap kualitas zat gizi minuman biunik. *Media Gizi Mikro Indonesia*, 13(2), 117–126. <https://doi.org/10.22435/mgmi.v13i2.5316>.
- Kersten, F., Martin, D., Van Der Schaaf, U.S., dan Wefers, D. 2025. Gum arabic – same but different: comparative analysis of structural characteristics and emulsifying properties of 20 acacia senegal samples of various qualities. *Food Hydrocolloids*, 165(111231), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111231>.
- Khoshy, D., Suyanto, A., dan Astar, I. 2025. Pengaruh penambahan carboxymethyl cellulose (CMC) terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik *fruit leather* jeruk siam pontianak (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa*). *Jurnal Agrosains*, 18(1), 1–6.

- Lepar, D.M.E., Oessoe, Y.Y.E., dan Sumual, M.F. 2023. Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap sifat fisik dan kimia tepung kentang (*Solanum tuberosum* L.). Jurnal Teknologi Pertanian, 14(2), 99–109. <https://doi.org/10.35791/jteta.v14i2.54532>.
- Lestari, N., Widjajanti, R., Junaidi, L., dan Isyanti, M. 2018. Pengembangan modifikasi pengolahan *fruit leather* dari *puree* buah-buahan tropis. Journal of Agro-based Industry, 35(1), 12–19. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v35i1.3802>.
- Lestari, R., dan Darmayanti, S. 2021. Qualitative and quantitative analysis of vitamin C in papaya by UV-Vis spectrophotometry method. Jurnal Proteksi Kesehatan, 10(1), 62–68. <https://doi.org/10.36929/jpk.v10i1.361>.
- Lestari, S.D., Ayu, D.F., dan Rahmayuni. 2017. Pengaruh kombinasi CMC dan gum arab terhadap mutu sensori *velva* ubi jalar ungu. Jom Faperta, 4(2), 1–10.
- Lestari, T.A., Hapsari, D.R., Iznillillah, W., dan Aprilia, S. 2025. Pengaruh penambahan sari buah albedo semangka (*Citrullus lanatus*) pada sifat kimia marshmallow dengan pemanis sorbitol. Jurnal Ilmiah Pangan Halal, 7(1), 108–116. <https://doi.org/10.30997/jiph.v7i1.16236>.
- Li, R., Mei, X., Jin, W., Yang, Z., Liu, Y., Li, Z., Xu, X., dan Wang, P. 2025. Perfect balance between the water absorption and mechanical properties of carboxymethyl cellulose/polyvinyl alcohol electrospun nanofibre pads through citric acid cross-linking. Food Production, Processing, and Nutrition, 7(62), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s43014-025-00341-0>.
- Liampotis, M., Ioannou, Z., Ellinas, K., dan Gkatzionis, K. 2025. Physicochemical and sensory analysis of apple cream fillings for use in the pastry industry. Applied Sciences, 15(15), 1–21. <https://doi.org/10.3390/app15158386>.
- Linggawati, Utomo, A.R., dan Kuswardani, I. 2020. Pengaruh penggunaan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) sebagai *gelling agent* terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik selai kawis (*Limonium acidissima*). Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi, 19(2), 109–113.
- Lund, P.A., De Biase, D., Liran, O., Scheler, O., Mira, N.P., Cetecioglu, Z., Fernández, E.N., Bover-Cid, S., Hall, R., Sauer, M., dan O’Byrne, C. 2020. Understanding how microorganisms respond to acid pH is central to their control and successful exploitation. Frontiers in Microbiology, 11(556140), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.556140>.
- Mamuaja, C.F., Tuju, T.D.J., dan Tueno, S.M.I. 2022. Effect of maltodextrin concentration on physicochemical properties and level of instant drink liked powder fruit (*Ananas comosus* L. merr). Applied Agroecotechnology Journal, 3(2), 172–180. <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.42503>.

- Marchelina, C., Sinaga, H., dan Lubis, L.M. 2020. Effect of the types and percentages of stabilizer on the quality of instant garfish condiment. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 3(1), 10–22. <https://doi.org/10.32734/injar.v3i1.3615>.
- Maslii, Y., Ruban, O., Kasparaviciene, G., Kalveniene, Z., Materiienko, A., Ivanauskas, L., Mazurkeviciute, A., Kopustinskiene, D., dan Bernatoniene, J. 2020. The Influence of pH values on the rheological, textural and release properties of carbomer polacril 40P-based dental gel formulation with plant-derived and synthetic active components. *Molecules*, 25(21), 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules25215018>.
- Munawaroh, A.A., dan Islam, A.F. 2021. Pemanfaatan buah pepaya sebagai keripik pepaya. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), 29–34. <https://doi.org/10.32682/jp-mas.v3i2.2203>.
- Mutiarahma, S., Pramono, Y.B., dan Nurwantoro, N. 2019. Evaluasi kadar gula, kadar air, kadar asam dan pH pada pembuatan tablet *effervescent* buah nangka. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 36–41. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.20519>.
- Mutryarny, E., dan Rizal, M. 2022. Korelasi karakteristik kuantitatif morfologi dengan jumlah buah tanaman pepaya (*Carica pepaya*). *Jurnal Agrotela*, 1(2), 21–27.
- Nisah, A.K., dan Romauli, N.D.M. 2025. Pengaruh blansir dan konsentrasi cmc terhadap karakteristik sirup kulit kopi robusta (*Coffea Canephora*). *Jurnal Mutu Pangan*, 12(2), 169–177. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2025.12.2.169>.
- Nurani, F.P. 2020. Penambahan penambahan pektin, gula, dan asam sitrat dalam pembuatan selai dan marmalade buah-buahan. *Journal of Food Technology Agroindustry*, 2(1), 27–32. <https://doi.org/10.24929/jfta.v2i1.924>.
- Okokon, E.J., dan Okokon, E.O. 2019. Proximate analysis and sensory evaluation of freshly produced apple fruit juice stored at different temperatures and treated with natural and artificial preservatives. *Global Journal of Pure Applied Sciences*, 25(1), 31–37. <https://doi.org/10.4314/gjpas.v25i1.5>.
- 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. <https://doi.org/10.36456/stigma.14.02.4563.71-81>.
- Patil, S., Shere, P., Sawate, A., dan Mete, B. 2017. Effect of hydrocolloids on textural and sensory quality of date-mango leather. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 399–402.

- Perwira, C., Fitriana, I., dan Sani, E.Y. 2018. Pengaruh perbedaan konsentrasi gum arab terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik pada pembuatan *fruit leather* selaput biji carica (*Carica pubescens*). Jurnal Mahasiswa, 1–14.
- Pirsa, S., dan Hafezi, K. 2023. Hydrocolloids: structure, preparation method, and application in food industry. Food Chemistry, 399(1339677), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133967>.
- Primawidya, S., Hamzah, F., dan Rahmayuni 2017. Pemanfaatan bubur buah jambu biji putih dan bubur buah pepaya dalam pembuatan *fruit leather*. Jom Faperta, 4(2), 1–14.
- 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.
- Purdi, T.S., Pramono, Y.B., dan Bintoro, V.P. 2020. Total padatan, uji mutu hedonik warna dan aroma *velva* buah sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan penggunaan jenis penstabil yang berbeda. Jurnal Teknologi Pangan, 4(2), 144–148. <https://doi.org/10.14710/jtp.2020.26577>.
- Puspita, D., Rahardjo, M., dan Kirana, S.F. 2021. Formulasi *food bar* dari kacang lokal pulau timor sebagai pangan darurat. Science Technology and Management Journal, 1(1), 47–55. <https://doi.org/10.53416/stmj.v1i2.18>.
- Putri, S.G., Pramono, Y.B., dan Hintono, A. 2024. *Overrun*, uji mutu hedonik kekentalan dan rasa asam *velva* sirsak (*Annona muricata* L.) dengan berbagai tingkat konsentrasi karagenan. Jurnal Teknologi Pangan, 8(2), 21–24. <https://doi.org/10.14710/jtp.2024.28379>.
- Raj, G.V.S.B., Dash, K.K., Shams, R., Mukarram, S.A., dan Kovács, B. 2024. Development of kiwi fruit leather incorporated with hydrocolloids and betacyanin microcapsules: rheological behaviour and release kinetics of betacyanin. Applied Food Research, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100596>.
- Ramadan, Q., Priyono, S., dan Saputri, N.E. 2025. Study on the effect of carboxymethyl cellulose (CMC) concentration on the quality of lacum fruit syrup (*Cayratia trifolia* (L.) Domin). Jurnal Inovasi Pangan dan Gizi, 2(1), 35–44. <https://doi.org/10.61511/jipagi.v2i1.1503>.
- Rozi, F., Ash Siddiq, M.N.A., dan Majiding, C.M. 2023. Analisis kapasitas antioksidan minuman sumber vitamin C. Integrated Nutrition Journal, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.30872/137pk375>.
- Sabahannur, S. 2020. Penggunaan NaCl dan asam sitrat untuk memperpanjang umur simpan dan mutu cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Jurnal Galung Tropika, 9(1), 31–40. <https://doi.org/10.31850/jgt.v9i1.546>.

- Saidi, I.A., Miftakhurrohmat, A., Wulandari, F.E., Nurbaya, S.R., dan Widiyanto, A. 2020. Mixed vegetable-fruit leathers properties on various proportions on several fruits with mustard greens (*Brassica juncea*). Earth Environmental Science, 519(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/519/1/012035>.
- Sánchez Riaño, A.M., Bermeo Andrade, H.P., dan Valenzuela Real, C.P. 2018. Incidence of hydrocolloid type on quality parameters in mango leathers (*Mangifera indica* L.) yulima variety. Food Science and Technology, 38, 109–115. <https://doi.org/10.1590/fst.16917>.
- Saputri, A.A.T., Purwanti, R., dan Christiandari, H. 2022. Perbandingan kadar vitamin C pada daun kelor (*Moringa oleifera*) yang tumbuh di dataran rendah, dataran rendah menengah, dan dataran tinggi. Jurnal Permata Indonesia, 13(1), 62–67. <https://doi.org/10.59737/jpi.v13i1.46>.
- Sarabandi, K., Jafari, S.M., Mahoonak, A.S., dan Mohammadi, A. 2019. Application of gum arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. International Journal of Biological Macromolecules, 140, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.133>.
- Sasmitaloka, K.S. 2017. Produksi asam sitrat oleh *Aspergillus niger* pada kultivasi media cair. Jurnal Integrasi Proses, 6(3), 116–122. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.1747>.
- Septyani, L.V. 2021. Pengaruh waktu dan suhu pemanasan terhadap stabilitas sediaan vitamin C diukur dengan metode titrasi iodometri. Jurnal Dunia Farmasi, 5(2), 74–81. <https://doi.org/10.33085/jdf.v5i2.4840>.
- Sharew, G.A., dan Woldemariam, H.W. 2025. Optimization of bee pollen addition on the physicochemical, antioxidant, and sensory properties of functional mango (*Mangifera indica* L.) fruit leather. Applied Food Research, 5(2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101222>.
- Shin, Y., Kim, D., Hu, Y., Kim, Y., Hong, I.K., Kim, M.S., dan Jung, S. 2021. pH-responsive succinoglycan-carboxymethyl cellulose hydrogels with highly improved mechanical strength for controlled drug delivery systems. Polymers, 13(3197), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/polym13183197>.
- Sihombing, D.R., Daniela, C., dan Pandiangan, M. 2025. Pengembangan jeli buah lokal dari kombinasi sari markisa dan terung belanda dengan penambahan asam sitrat dan gula kelapa. Jurnal Riset Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, 5(2), 150–157.
- Silsia, D., Efendi, Z., dan Timotius, F. 2018. Karakterisasi karboksimetil selulosa (CMC) dari pelepah kelapa sawit. Jurnal Agroindustri, 8(1), 53–61. <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.8.1.53-61>.

- Siskawardani, D.D., Kartika, R.A., Warkoyo, dan Khotimah, K. 2018. The study of watermelon rind (*Citrullus lanatus*) and pinenapple fruit (*Ananas comosus* L.) proportion with caragenan addition on fruit leather physicochemical characteristic. Food Technology and Halal Science Journal, 1(1), 71–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/fths.v1i1.7552>.
- Soejana, F.A. 2021. Pengendalian mutu proses produksi gula di PT. Perkebunan Nusantara X pabrik gula Gempolkrep, Mojokerto. Jurnal Teknotan, 14(2), 55–60. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n2.4>.
- Srinivas, M.S., Jain, S.K., Jain, N.K., dan Lakhawat, S.S. 2020. A Review on the preparation method of fruit leathers. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(5), 773–778. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.085>.
- Suharyanto, Wimpy, dan Christiana, V. 2022. Potensi vitamin C dengan pada buah pepaya bangkok (*Carica papaya* L.) sebagai imunostimulan pada pandemi COVID 19 dengan waktu penyimpanan yang bervariasi. Jurnal Ilmiah Permas, 12(2), 281–292.
- Sukasih, E., dan Widayanti, S.M. 2024. Physicochemical and sensory characteristics of fruit leather from various indonesian local fruits physicochemical and sensory characteristics of fruit leather from various indonesian local fruits. Earth and Environmental Science, 1024(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012035>.
- 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. <https://doi.org/10.23969/pftj.v10i2.10481>.
- Sulistijowati, R., Tahir, M., dan Nur, K.U. 2021. Effect type chilli and concentration of CMC toward vitamin c and dissolved solid of smoked fish chilli sauce. Earth Environmental Science, 681(1), 1–4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012011>.
- Suriati, L., Elopere, B., Chindrawati, A., dan Damayanti, N. 2026. Application of gum arabic and drying temperature in aloe-buni instant drink. Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment, 10(1), 24–31. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v10i1.875>.
- Susi, S., Ainuri, M., Wagiman, W., dan Fajar, M.A.F. 2024. Enhanced carboxymethyl cellulose based on empty fruit bunches in a high degree of substitution and thermal stability as a biocomposite film backbone. International Journal Chemical Engineering, 1(3319401), 1–22. <https://doi.org/10.1155/2024/3319401>.

- 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. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.8083>.
- Tambunan, L.O., Hintono, A., dan Bintoro, V.P. 2024. Karakteristik fisik saus tomat analog berbahan dasar pepaya (*Carica papaya* L.) dengan penambahan asam sitrat. Jurnal Teknologi Pangan, 7(2), 40–47. <https://doi.org/10.14710/jtp.2023.33931>.
- Tantono, E., Effendi, R., dan Hamzah, F. 2017. Variasi rasio bahan penstabil CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dan gum arab terhadap mutu *velva* alpukat (*Parsea Americana* Mill.). Jom Faperta, 4(2), 1–15.
- Tarwendah, I.P. 2017. Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan comparative. Research Journal Pharmacy and Technology, 5(2), 1383–1390. <https://doi.org/10.5958/0974-360x.2019.00231.2>.
- Teyen, T., Priyono, S., dan Mayasari, E. 2019. Karakteristik fisikokimia dan sensori sari buah tapus (*Curculigo latifolia* Dryand) siap minum dengan penambahan bahan penstabil CMC dan gum arab. Jurnal Sains Pertanian Equator, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.26418/jspe.v8i1.28380>.
- Triwahyuni, A., Puspitasari, D., dan Solichah, K.M. 2025. Daya terima dan analisis kandungan serat pada *brownies* panggang berbahan dasar tepung sorgum dan tepung kacang merah. Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian, 7(2), 69–80. <https://doi.org/10.36526/jipang.v7i02.6268>.
- Utami, H.S., Susanto, S., dan Hapsari, D.P. 2022. Keragaman Kualitas fisik dan kimia buah pepaya calina di Balumbangjaya. Jurnal Hortikultura Indonesia, 13(2), 109–119. <https://doi.org/10.29244/jhi.13.2.109-119>.
- Utami, R.A., Saloko, S., dan Cicilia, S. 2024. Analisis aktivitas antioksidan dan karakteritik selai campuran dami nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan buah nanas (*Ananas comosous* (L.)). Jurnal Edufood, 2(4), 30–42.
- Warisin, C., Wahyuni, S., dan Faradila, R.F. 2024. Pendugaan umur simpan produk buah menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*). Jurnal Riset Pangan, 25(1), 89–97.
- Widowati, N.C., dan Ismawati, R. 2024. Pengaruh penambahan *pure* labu kuning terhadap sifat organoleptik kandungan gizi dan nilai ekonomi *dumbeg* sebagai alternatif jajanan tinggi vitamin A. Jurnal Gizi Unesa, 4(3), 690–700.

- Winokan, G., Koapaha, T., dan Lamaega, J. 2022. Pengaruh pencampuran gum arab terhadap karakteristik sensoris dan kimia *fruit leather* mangga kweni (*Mangifera odorata* Griff.). Jurnal Teknologi Pertanian, 13(2), 67–79. <https://doi.org/10.35791/jteta.v13i2.50344>.
- Wiyono, T.S., dan Kartikawati, D. 2017. Pengaruh metode ekstraksi sari nanas secara langsung dan osmosis dengan variasi perebusan terhadap kualitas sirup nanas (*Ananas comosus* L.). Jurnal Ilmiah Untag Semarang, 6(2), 2302–2752.
- Yudhistira, B., Andini Ayu Putri, R., dan Basito, B. 2020. Pengaruh *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan gum arab dalam *velva* buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*). Journal of Agro-Based Industry, 37(1), 20. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v37i1.5293>.
- Zhang, L., Zhang, P., Xia, C., Cheng, Y., Guo, X., dan Li, Y. 2020. Effects of malic acid and citric acid on growth performance, antioxidant capacity, haematology and immune response of *Carassius auratus gibelio*. Aquaculture Research, 51(7), 2766–2776. <https://doi.org/10.1111/are.14616>.
- Zhang, W., Jiang, Y., dan Zhang, Z. 2023. The role of different natural organic acids in postharvest fruit quality management and its mechanism. Food Frontiers, 4(3), 1–17. <https://doi.org/10.1002/fft2.245>.