



The Effect of Pectin and Agar Ratios on the Chemical Characteristics and Microorganisms of Cavendish Banana (*Musa Acuminata*)

Pengaruh Rasio Pektin dan Agar – agar Terhadap Karakteristik Kimia dan Mikroorganisme Selai Lembaran Kulit Pisang Cavendish (*Musa Acuminata*)

Kharisma Yulia Safitri*, Mukhammad Azkal Asror, and Pinctada Putri Pamungkas

Program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Jawa Timur

*Corresponding Author: skharisma843@gmail.com

How to Cite :

Safitri, K.Y., Asror M.A., Pamungkas, P.P. (2026). The Effect of Pectin and Agar Ratios on the Chemical Characteristics and Microorganisms of Cavendish Banana (*Musa Acuminata*). *SINTA Journal: Science, Technology and Agriculture Journal*, 7(1), 155–164. <https://doi.org/10.37638/sinta.7.1.155-164>

ARTICLE HISTORY

Received 20 March 2026

Revised 22 April 2026

Accepted 12 May 2026

KEYWORDS

Antioxidant, moisture content, hydrocolloid, total plate count, shelf life.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Limbah kulit pisang Cavendish berpotensi dikembangkan menjadi produk pangan fungsional berupa selai lembaran karena mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio pektin dan agar-agar terhadap karakteristik kimia dan mikroorganisme selai lembaran kulit pisang Cavendish (*Musa acuminata*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan lima taraf perlakuan rasio pektin : agar-agar, yaitu P1 (1:0), P2 (2:1), P3 (1:1), P4 (1:2), dan P5 (0:1), masing-masing diulang tiga kali. Parameter yang dianalisis meliputi aktivitas antioksidan (metode DPPH), kadar air (metode oven), pH, total asam, dan jumlah mikroorganisme (metode TPC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio hidrokoloid berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ($F = 7,339$; $p = 0,025$) dan kadar air ($F = 265,83$; $p = 4,18 \times 10^{-10}$), namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroorganisme ($p = 0,159$). Nilai pH seluruh perlakuan berkisar 5,4–5,6 dan

total asam berkisar 1,28–3,20%. Perlakuan P2 menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 74,61% dengan kadar air 15,46%. Lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan mikroorganisme, dengan produk masih aman dikonsumsi hingga hari ke-2 penyimpanan. Formulasi P2 direkomendasikan sebagai perlakuan terbaik dalam pengembangan selai lembaran kulit pisang Cavendish berbasis limbah agroindustri.

ABSTRACT

*Cavendish banana peel waste has the potential to be developed into a functional food product in the form of sheet jam due to its bioactive compounds such as phenolics and flavonoids. This study aimed to analyze the effect of pectin and agar ratios on the chemical characteristics and microorganisms of Cavendish banana (*Musa acuminata*) peel sheet jam. A completely randomized design (CRD) with one factor and five treatment levels of pectin : agar ratio was applied, namely P1 (1:0), P2 (2:1), P3 (1:1), P4 (1:2), and P5 (0:1), each replicated three times. Parameters analyzed included antioxidant activity (DPPH method), moisture content (oven method), pH, total acid, and microorganism count (TPC method). Results showed that the hydrocolloid ratio significantly affected antioxidant activity ($F = 7.339$; $p = 0.025$) and moisture content ($F = 265.83$; $p = 4.18 \times 10^{-10}$), but did not significantly affect microorganism count ($p = 0.159$). pH values ranged from 5.4–5.6 and total acid ranged from 1.28–3.20% across all treatments. Treatment P2 yielded the highest antioxidant activity of 74.61% with a moisture content of 15.46%. Storage duration had a highly significant effect on microbial growth, with the product remaining safe for consumption up to day 2 of storage. The P2 formulation is recommended as the optimal treatment for developing Cavendish banana peel sheet jam as an agroindustrial waste-based functional food.*

PENDAHULUAN

Produksi pisang di Indonesia yang terus meningkat berbanding lurus dengan jumlah limbah yang dihasilkan, terutama kulit pisang. Limbah ini umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung dibuang, padahal kulit pisang diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan serat pangan yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami. Pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan baku produk pangan fungsional menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah sekaligus mengurangi limbah agroindustri (Ivy Dian Puspitasari Prabowo dkk., 2023).

Salah satu bentuk diversifikasi produk yang dapat dikembangkan adalah selai lembaran (*fruit leather*). Produk ini memiliki keunggulan dalam hal kepraktisan, daya simpan yang relatif lama, serta kandungan gizi yang masih terjaga. Dalam proses pembuatan selai lembaran, penggunaan bahan pengental atau hidrokoloid menjadi faktor penting yang memengaruhi tekstur, stabilitas, serta karakteristik kimia produk. Hidrokoloid yang umum digunakan antara lain pektin dan agar, yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda dalam membentuk gel dan mengikat air (Kaban, t.t.).

Pektin dikenal mampu membentuk gel yang stabil melalui interaksi dengan gula dan asam, sehingga sering digunakan dalam produk berbasis buah (Herawati, 2018). Sementara itu, agar memiliki kemampuan gelasi yang kuat dan mampu membentuk struktur gel yang lebih kaku (Kamaluddin, 2018). Perbedaan sifat ini diduga dapat memengaruhi karakteristik kimia produk, terutama kadar air dan stabilitas senyawa antioksidan selama proses pengolahan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan pemanfaatan limbah kulit buah sebagai bahan baku produk pangan, namun kajian yang secara khusus membahas kombinasi hidrokoloid pektin dan agar pada produk selai lembaran berbasis kulit pisang masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh rasio kedua hidrokoloid tersebut terhadap kualitas kimia produk yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio pektin dan agar yang ditambahkan terhadap karakteristik kimia selai lembaran kulit pisang Cavendish, karakteristik kimia yang dianalisa antara lain aktivitas antioksidan, kadar air, Ph, total asam, dan mikroorganisme. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait formulasi optimal dalam pengembangan produk pangan fungsional berbasis limbah kulit pisang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan dan Laboratorium Mutu Terpadu Universitas Nahdlatul Ulama' Pasuruan. Waktu Penelitian dilaksanakan pada Bulan September 2025 sampai dengan bulan April 2026. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi hidrokoloid pektin dan agar-agar terhadap mutu kimia selai lembaran kulit pisang Cavendish.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan utama dan bahan analisis. Bahan utama meliputi pisang Cavendish matang, kulit pisang, gula pasir, pektin, agar-agar, dan jeruk nipis. Bahan kimia untuk analisis meliputi metanol, reagen DPPH, aquades, NaOH, HCl, NaCl, indikator fenoltalein, serta larutan buffer pH standar. Alat yang digunakan dalam pembuatan selai meliputi blender, oven, loyang, timbangan digital, panci, kompor, spatula, dan gelas ukur. Peralatan analisis meliputi spektrofotometer, pH meter, timbangan analitik, vortex mixer, buret, erlenmeyer, dan desikator.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu rasio hidrokoloid pektin dan agar. Perlakuan yang diterapkan terdiri atas lima taraf, yaitu P1; 1:0 (Pektin 1 : agar 0), P2 2:1 (Pektin 2 : Agar 1), P3 1:1 (Pektin 1 : Agar 1), P4 1:2

(Pektin 1 : Agar 2), dan P5 0:1 (Pektin 0 : Agar 1), dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 15 satuan percobaan (Soedirga, 2023).

Prosedur Penelitian

Proses pembuatan selai lembaran diawali dengan sortasi dan pencucian bahan, kemudian kulit pisang direbus selama 10–15 menit untuk mengurangi rasa sepat. Kulit dan daging pisang kemudian dihaluskan dan dicampur dengan perbandingan tertentu. Selanjutnya ditambahkan gula, jeruk nipis, serta hidrokoloid sesuai perlakuan, lalu dipanaskan sambil diaduk hingga mengental. Adonan kemudian dicetak pada loyang dan dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam hingga terbentuk lembaran, kemudian didinginkan dan dipotong. Produk yang telah kering didinginkan sebelum dilakukan analisis.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi aktivitas antioksidan, kadar air, total asam, Ph, dan mikroorganisme. Analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, kadar air yang dianalisa menggunakan metode oven, mikroorganisme menggunakan metode TPC (*total plate count*), dan pengujian umur simpan menggunakan metode real time (konvensional).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila terdapat perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengetahui kemampuan selai lembaran pisang dalam menangkal radikal bebas pada setiap perlakuan. Pengujian ini dilakukan dengan metode DPPH, Hasil pengujian aktivitas antioksidan selai lembaran kulit pisang Cavendish dengan variasi rasio pektin dan agar-agar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa aktivitas antioksidan selai lembaran kulit pisang Cavendish pada berbagai perlakuan rasio pektin dan agar-agar

Perlakuan / <i>Treatment</i>	Aktivitas Antioksidan (%) / <i>Antioxidant Activity (%)</i>
P1	71,78 $\pm$ 3,72
P2	74,61 $\pm$ 3,36
P3	63,01 $\pm$ 5,00
P4	59,80 $\pm$ 1,24
P5	57,55 $\pm$ 4,97

Keterangan: Data merupakan rata-rata $\pm$ standar deviasi dari tiga ulangan

Data diatas menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan selai lembaran kulit pisang Cavendish berkisar antara 57,55% hingga 74,61%. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 dengan rasio pektin : agar-agar sebesar 2 : 1, yakni 74,61 $\pm$ 3,36%,

sedangkan nilai terendah tercatat pada perlakuan P5 yang menggunakan agar-agar tunggal tanpa penambahan pektin, yaitu sebesar $57,55 \pm 4,97\%$.

Hasil uji statistik menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) menunjukkan nilai F hitung sebesar 7,339 dengan nilai p sebesar 0,025 ($p < 0,05$). Nilai tersebut lebih besar dari F tabel (5,192), yang mengindikasikan bahwa perbedaan rasio hidrokoloid pektin dan agar-agar memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan produk. Pola yang teramati memperlihatkan kecenderungan penurunan aktivitas antioksidan seiring dengan meningkatnya proporsi agar-agar dalam formulasi, dari P2 hingga P5.

Tingginya aktivitas antioksidan pada perlakuan P2 berkaitan erat dengan peran pektin sebagai matriks gel yang mampu mempertahankan kestabilan senyawa bioaktif selama proses pengolahan. Pektin diketahui dapat membentuk kompleks dengan senyawa fenolik melalui ikatan hidrofobik dan hidrogen, sehingga senyawa tersebut terlindungi dari oksidasi termal akibat pemanasan (Herawati, 2018). Kulit pisang Cavendish sendiri diketahui kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid yang merupakan kontributor utama aktivitas antioksidan (Ivy Dian Puspitasari Prabowo dkk., 2023), sehingga kemampuan pektin dalam mempertahankan senyawa tersebut menjadi faktor penentu kualitas antioksidan produk.

Sebaliknya, penurunan aktivitas antioksidan yang konsisten pada perlakuan dengan proporsi agar-agar yang lebih tinggi (P3, P4, P5) diduga disebabkan oleh karakteristik struktural agar-agar yang berbeda dengan pektin. Agar-agar membentuk gel melalui mekanisme gelas fisik berbasis ikatan hidrogen antar rantai agarosa, tanpa kemampuan interaksi spesifik dengan gugus fenolik. Kondisi ini menyebabkan senyawa antioksidan lebih rentan terdegradasi selama proses pemanasan pada suhu 80°C (Kamaluddin, 2018). Selain itu, sifat agar-agar yang lebih hidrofil dan kurang fleksibel dalam membentuk jaringan gel yang rapat diduga turut berkontribusi terhadap rendahnya retensi senyawa bioaktif dalam matriks produk.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan beberapa studi terdahulu yang melaporkan bahwa jenis dan konsentrasi hidrokoloid berpengaruh signifikan terhadap stabilitas antioksidan pada produk pangan berbasis buah (Herawati, 2018). Temuan ini menunjukkan bahwa optimasi rasio pektin dan agar-agar merupakan faktor kritis dalam formulasi selai lembaran kulit pisang guna memaksimalkan retensi aktivitas antioksidan produk akhir.

pH dan Total Asam

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman pada produk selai lembaran pisang yang dihasilkan. Nilai pH ditentukan menggunakan pH meter, sedangkan Hasil perhitungan total asam selai lembaran pisang yang diperoleh melalui metode titrasi. Nilai pH dan total asam merupakan dua parameter yang saling berkaitan dalam menggambarkan karakteristik keasaman suatu produk pangan. Hasil pengukuran kedua parameter tersebut pada selai lembaran kulit pisang Cavendish disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai pH dan total asam selai lembaran kulit pisang Cavendish pada berbagai perlakuan rasio pektin dan agar-agar

Perlakuan / Treatment	Nilai pH / pH Value	Total Asam (%) / Total Acid (%)
P1	5,5	2,56
P2	5,5	1,28
P3	5,4	1,92

Perlakuan / Treatment	Nilai pH / pH Value	Total Asam (%) / Total Acid (%)
P4	5,5	3,20
P5	5,6	2,56
Rata-rata	5,5	2,30

Keterangan: Data merupakan hasil pengamatan dari satu ulangan / *Note: Data are results from a single observation (no replication)*

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH selai lembaran kulit pisang Cavendish pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 5,4–5,6. Rentang nilai ini tergolong asam lemah dan merupakan kondisi yang lazim dijumpai pada produk olahan berbasis buah pisang, mengingat kandungan asam organik alami yang terdapat pada bahan baku. Secara deskriptif, perbedaan nilai pH antar perlakuan sangat kecil dan tidak menunjukkan pola yang substansial, sehingga dapat diindikasikan bahwa variasi rasio hidrokoloid dalam kisaran yang digunakan pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap derajat keasaman produk.

Kecenderungan nilai pH yang sedikit lebih rendah pada perlakuan dengan proporsi pektin lebih tinggi (P1, P2, P3) dapat dikaitkan dengan sifat kimia pektin yang mengandung gugus karboksil bebas (-COOH). Gugus tersebut bersifat asam lemah dan dapat berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi ion H^+ secara minor dalam sistem, sehingga menurunkan nilai pH produk dalam besaran yang kecil (Putri & Widowati, 2013). Sebaliknya, perlakuan P5 yang hanya menggunakan agar-agar menghasilkan nilai pH relatif lebih tinggi (5,6), yang dapat dijelaskan melalui sifat agar-agar yang secara kimiawi netral dan tidak memiliki gugus fungsional yang berdisosiasi membentuk ion asam dalam larutan (Nussinovitch, 2010).

Adapun nilai total asam selai lembaran pada seluruh perlakuan berkisar antara 1,28–3,20%, dengan rata-rata sebesar 2,30%. Nilai total asam tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (rasio pektin : agar-agar = 1 : 2) sebesar 3,20%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan P2 (rasio 2 : 1) sebesar 1,28%. Pola sebaran nilai total asam ini tidak sepenuhnya berbanding terbalik dengan nilai pH, yang mengindikasikan adanya faktor lain yang turut memengaruhi kandungan asam organik dalam produk, seperti tingkat kematangan bahan baku dan dinamika penguapan selama proses pemanasan.

Tingginya total asam pada perlakuan P4 diduga berkaitan dengan kemampuan agar-agar dalam proporsi yang lebih dominan untuk mengikat dan mempertahankan komponen asam organik dalam matriks gel selama proses pengolahan. Mekanisme ini sejalan dengan karakteristik agar-agar yang membentuk struktur gel dengan kerapatan tinggi melalui ikatan hidrogen antar rantai agarosa, sehingga komponen terlarut termasuk asam organik terjebak dalam jaringan gel dan tidak mudah terurai akibat pemanasan (Imeson, 2010). Di sisi lain, rendahnya total asam pada perlakuan P2 kemungkinan disebabkan oleh interaksi pektin dalam konsentrasi yang lebih tinggi dengan komponen asam, yang dapat menghasilkan kompleks pektin-asam dan mengubah bentuk asam bebas menjadi bentuk terikat sehingga tidak terdeteksi secara optimal melalui metode titrasi.

Hingga saat ini belum terdapat Standar Nasional Indonesia (SNI) yang secara khusus mengatur nilai total asam pada produk selai lembaran. Namun demikian, nilai rata-rata total asam yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 2,30% masih berada dalam kisaran yang dilaporkan oleh penelitian terdahulu, yaitu 1,22–2,39%, meskipun cenderung mendekati batas atas rentang tersebut. Dengan demikian, karakteristik keasaman produk selai lembaran kulit pisang Cavendish yang dihasilkan masih dapat

dikategorikan sesuai dengan acuan yang berlaku secara umum dalam literatur produk sejenis.

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter kritis dalam produk selai lembaran yang secara langsung memengaruhi tekstur, stabilitas fisik, dan daya simpan produk. Kadar air yang terlalu tinggi dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme sehingga memperpendek umur simpan, sedangkan kadar air yang terlalu rendah cenderung menghasilkan tekstur produk yang keras dan kurang disukai. Hasil pengujian kadar air selai lembaran kulit pisang Cavendish pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar air selai lembaran kulit pisang Cavendish pada berbagai perlakuan rasio pektin dan agar-agar

Perlakuan / Treatment	Rata-rata / Mean (%)
P1	31,14
P2	15,46
P3	36,35
P4	8,12
P5	1,49

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari tiga ulangan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air selai lembaran kulit pisang Cavendish bervariasi cukup luas antar perlakuan, yakni berkisar antara 1,49% hingga 36,35%. Variasi yang besar ini mengindikasikan bahwa rasio hidrokoloid pektin dan agar-agar memiliki peran yang sangat menentukan terhadap kemampuan produk dalam mengikat dan mempertahankan air selama proses pengolahan. Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (rasio pektin : agar-agar = 1 : 1) sebesar 36,35%, sedangkan kadar air terendah tercatat pada perlakuan P5 (rasio 0 : 1) sebesar 1,49%.

Hasil uji statistik menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) menunjukkan nilai F hitung sebesar 265,83 dengan nilai p sebesar $4,18 \times 10^{-10}$ ($p < 0,05$), jauh melampaui nilai F tabel (3,48). Hasil ini membuktikan bahwa perlakuan rasio hidrokoloid memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air selai lembaran kulit pisang Cavendish. Besarnya nilai F hitung yang diperoleh mencerminkan tingginya keragaman kadar air antar perlakuan dibandingkan keragaman dalam perlakuan itu sendiri, yang mengonfirmasi bahwa perbedaan rasio pektin dan agar-agar merupakan faktor penentu utama dalam menentukan kadar air produk akhir (Sembiring & Susilowati, 2025).

Tingginya kadar air pada perlakuan P3 yang menggunakan kombinasi pektin dan agar-agar dengan proporsi seimbang (1:1) dapat dijelaskan melalui mekanisme pengikatan air oleh kedua jenis hidrokoloid secara sinergis. Pektin dikenal memiliki kapasitas pengikatan air yang tinggi melalui interaksi gugus hidroksil dan karboksil dengan molekul air, sedangkan agar-agar membentuk jaringan gel tiga dimensi yang mampu memerangkap air bebas dalam matriks polimer (Evania & Dharsela, 2024). Kombinasi kedua mekanisme tersebut pada proporsi yang seimbang diduga menghasilkan struktur gel dengan kapasitas retensi air yang optimal, sehingga air lebih sulit menguap selama proses pengeringan pada suhu 80°C.

Sebaliknya, penurunan kadar air yang konsisten seiring dengan meningkatnya proporsi agar-agar (P4 dan P5) menunjukkan bahwa dominasi agar-agar tanpa kehadiran pektin justru menghasilkan produk dengan kadar air yang sangat rendah. Agar-agar

dalam konsentrasi tinggi membentuk gel yang lebih rigid dan rapat melalui ikatan hidrogen antar rantai agarosa, namun struktur gel yang terlalu padat ini justru cenderung mengalami sineresis — yaitu pelepasan air dari matriks gel — selama proses pemanasan berlangsung (Ni Luh Evi Hari Santhi, t.t.). Fenomena sineresis ini menyebabkan air bebas keluar dari struktur gel dan lebih mudah menguap, sehingga produk akhir memiliki kadar air yang lebih rendah. Kondisi ini juga diperkuat oleh tidak adanya pektin pada perlakuan P5, yang berarti mekanisme pengikatan air melalui gugus karboksil pektin sama sekali tidak berperan dalam mempertahankan kandungan air produk.

Hingga saat ini belum terdapat Standar Nasional Indonesia (SNI) yang secara khusus menetapkan batas kadar air untuk produk selai lembaran. Apabila mengacu pada SNI 3746:2008 tentang selai buah, kadar air produk selai umumnya dipersyaratkan tidak lebih dari 35%. Berdasarkan acuan tersebut, perlakuan P3 dengan kadar air 36,35% sedikit melampaui batas yang disarankan, sedangkan perlakuan P1, P2, P4, dan P5 masih berada dalam kisaran yang dapat diterima. Dengan demikian, perlakuan dengan proporsi pektin yang lebih tinggi disertai kehadiran agar-agar dalam jumlah terbatas, seperti pada P1 dan P2, menghasilkan kadar air yang lebih sesuai dengan standar mutu produk selai pada umumnya.

Mikroorganisme

Pengujian mikroorganisme merupakan salah satu parameter keamanan pangan yang penting untuk menilai kelayakan konsumsi dan estimasi daya simpan produk. Jumlah mikroba yang tinggi mengindikasikan rendahnya mutu sanitasi proses pengolahan sekaligus terbatasnya ketahanan produk selama penyimpanan. Hasil pengujian Total Plate Count (TPC) selai lembaran kulit pisang Cavendish yang diamati pada hari ke-2, ke-4, dan ke-6 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah mikroorganisme selai lembaran kulit pisang Cavendish selama penyimpanan (Log CFU/g)

Perlakuan Treatment	/ Hari ke-2 / 2	Day Hari ke-4 / 4	Day Hari ke-6 / 6	Day Rata-rata/ Mean
P1	3,93	6,08	6,49	5,49
P2	3,14	5,89	6,15	5,06
P3	3,24	5,80	6,53	5,19
P4	3,16	5,78	6,42	5,12
P5	3,05	5,04	6,50	4,86

Keterangan: Data dinyatakan dalam Log CFU/g

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jumlah mikroorganisme pada seluruh perlakuan mengalami peningkatan secara konsisten dari hari ke-2 hingga hari ke-6, dengan kisaran nilai antara 3,05 hingga 6,53 Log CFU/g. Pada hari ke-2, jumlah mikroba seluruh perlakuan masih berada pada kisaran 3,05–3,93 Log CFU/g, namun meningkat tajam pada hari ke-4 menjadi 5,04–6,08 Log CFU/g, dan terus meningkat pada hari ke-6 hingga mencapai 6,15–6,53 Log CFU/g. Nilai tertinggi tercatat pada perlakuan P3 pada hari ke-6 sebesar 6,53 Log CFU/g, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P5 pada hari ke-2 sebesar 3,05 Log CFU/g.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) dengan dua faktor menunjukkan hasil yang berbeda antara faktor perlakuan dan faktor waktu penyimpanan. Faktor perlakuan (P1–

P5) menghasilkan nilai F hitung sebesar 2,199 yang lebih kecil dari F tabel (3,837) dengan nilai p sebesar 0,159 ($p > 0,05$), sehingga dapat dinyatakan bahwa variasi rasio hidrokoloid tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah mikroorganisme produk. Sebaliknya, faktor waktu penyimpanan menghasilkan nilai F hitung sebesar 181,821 yang jauh melampaui F tabel (4,459) dengan nilai p sebesar $2,15 \times 10^{-7}$ ($p < 0,05$), yang membuktikan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan mikroorganisme pada selai lembaran kulit pisang Cavendish.

Tidak adanya pengaruh nyata dari perlakuan rasio hidrokoloid terhadap jumlah mikroorganisme menunjukkan bahwa variasi komposisi pektin dan agar-agar dalam kisaran yang digunakan pada penelitian ini belum mampu menciptakan perbedaan kondisi lingkungan yang cukup signifikan untuk memengaruhi pertumbuhan mikroba secara statistik. Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat kecenderungan bahwa perlakuan dengan kadar air lebih tinggi seperti P3 memiliki jumlah mikroorganisme rata-rata yang lebih besar dibandingkan perlakuan dengan kadar air rendah seperti P5. Hal ini konsisten dengan prinsip bahwa aktivitas air (a_w) merupakan faktor ekstrinsik utama yang menentukan laju pertumbuhan mikroorganisme dalam produk pangan (Dian ~unda, 2010).

Pengaruh waktu penyimpanan yang sangat nyata mencerminkan dinamika pertumbuhan mikroba yang berlangsung selama masa simpan produk. Pada hari ke-2, jumlah mikroba yang masih relatif rendah mengindikasikan bahwa mikroorganisme masih berada pada fase lag, yakni fase adaptasi terhadap kondisi lingkungan produk. Peningkatan yang signifikan pada hari ke-4 dan ke-6 menggambarkan bahwa mikroorganisme telah memasuki fase logaritmik (eksponensial), di mana pembelahan sel berlangsung secara aktif memanfaatkan nutrisi dan kandungan air yang tersedia dalam produk (Kusumastuti dkk., t.t.).

Apabila dibandingkan dengan batas maksimum cemaran mikroba pada produk olahan buah, nilai TPC yang direkomendasikan umumnya tidak melebihi 10^4 – 10^5 CFU/g atau setara dengan 4–5 Log CFU/g. Berdasarkan hasil penelitian ini, jumlah mikroorganisme pada hari ke-2 masih berada di bawah batas tersebut pada seluruh perlakuan, namun pada hari ke-4 dan ke-6 nilai TPC telah melampaui batas yang disarankan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa daya simpan selai lembaran kulit pisang Cavendish pada kondisi penyimpanan yang digunakan dalam penelitian ini terbatas hingga kurang dari empat hari. Upaya perbaikan yang dapat dipertimbangkan untuk memperpanjang umur simpan produk antara lain optimasi proses pengeringan untuk menurunkan kadar air secara lebih efektif, penerapan pengemasan vakum atau modified atmosphere packaging (MAP), serta eksplorasi penggunaan bahan antimikroba alami yang bersumber dari rempah atau ekstrak tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Rasio hidrokoloid pektin dan agar-agar berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ($p = 0,025$) dan kadar air ($p = 4,18 \times 10^{-10}$) selai lembaran kulit pisang Cavendish, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroorganisme ($p = 0,159$). Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P2 (rasio pektin : agar-agar = 2 : 1) dengan aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 74,61% dan kadar air sebesar 15,46% yang masih memenuhi standar mutu selai. Lama penyimpanan terbukti menjadi faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, dengan daya simpan produk yang terbatas hingga kurang dari empat hari pada kondisi penyimpanan normal.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pengaruh metode pengemasan dan penambahan bahan antimikroba alami guna memperpanjang umur simpan produk

selai lembaran kulit pisang Cavendish dengan formulasi pektin dan agar-agar yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Dian ~unda, D. ~unda. (2010). FORMULAS1SELAI PISANG RAJA BULU DENGAN TEMPE DAN DAYA SIMPANNYA IFORMULATIONTHE JAM MIXTURE OF "RAJA BULU" BANANA WITH TEMPE AND DURABILITY). 33(1), 93–100.
- Evania, M. K., & Dharsela, M. (2024). PENGUJIAN KADAR AIR DAN TOTAL PADATAN TERLARUT PADA SELAI PISANG KEPOK DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisica* Linn).
- Herawati, H. (2018). POTENSI HIDROKOLOID SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA PRODUK PANGAN DAN NONPANGAN BERMUTU. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p17-25>
- Ivy Dian Puspitasari Prabowo, Daniel Pandu Mau, Hans Viery, & Tjhing Man Lie. (2023). PEMANFAATAN KULIT PISANG MENJADI SPONGE CAKE PUDDING SEBAGAI UPAYA MEMINIMALISIR LIMBAH. *The Sages Journal*, 2(01), 1–8. <https://doi.org/10.61195/sages.v2i01.8>
- Kamaluddin, M. J. N. (2018). PENGARUH PERBEDAAN JENIS HIDROKOLOID TERHADAP KARAKTERISTIK FRUIT LEATHER PEPAYA. *EDUFORTECH*, 3(1). <https://doi.org/10.17509/edufortech.v3i1.13542>
- Kaban, S. A. (t.t.). PENGARUH AGAR-AGAR DAN GULA STEVIA TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA DAN ORGANOLEPTIK SELAI LEMBARAN PISANG AMBON (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) [Skripsi]. UNIVERSITAS SRIWIJAYA.
- Kusumastuti, M. Y., Tanjung, S. A., Fatimah, C., & Ardhana, P. S. (t.t.). Pemeriksaan Angka Lempeng Total Dan Angka Kapang Khamir Pada Selai Srikaya Yang Dijual Supermarket Irian HM Joni.
- Ni Luh Evi Hari Santhi, N. L. E. H. S. (t.t.). KAJIAN SIFAT ORGANOLEPTIK DAN KADAR AIR SELAI DAGING KULIT PISANG KEPOK (Study of Organoleptic properties and Water Co. Vol.2, Edisi.1, Maret 2017, hlm. 38~46.
- Putri, I. R., & Widowati, E. (2013). PENGARUH KONSENTRASI AGAR-AGAR DAN KARAGENAN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN SENSORI SELAI LEMBARAN PISANG (*Musa paradisiaca* L.) VARIETAS RAJA BULU. 2(3).
- Sembiring, O. B., & Susilowati, P. E. (2025). PENGARUH KONSENTRASI PEKTIN DARI KULIT NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) TERHADAP UJI ORGANOLEPTIK DAN SIFAT FISIKOKIMIA SELAI LEMBARAN BUAH PISANG ULI (*Musa* sp). 3.
- Soedirga, L. C. (2023). PEMANFAATAN PUREE NANAS DALAM PEMBUATAN SELAI LEMBARAN DENGAN PENAMBAHAN KONJAK DAN KARAGENAN PADA BERBAGAI RASIO DAN KONSENTRASI [UTILIZATION OF PINEAPPLE PUREE IN THE PRODUCTION OF SHEET JAM WITH THE ADDITION OF KONJAC AND CARRAGEENAN AT VARIOUS RATIO AND CONCENTRATIONS]. *FaST - Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.19166/jstfast.v7i1.6588>