

Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan gula terhadap karakteristik cuka kulit lemon (*Citrus limon*)

The effect of the comparison of Lactobacillus plantarum and sugar concentrations on the characteristics of lemon peel vinegar (Citrus limon)

Yopi Setiawan¹, Gina Firgianti², Fatyma Azahari¹

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Al-Ghifari. Jl. Cisaranten kulon, Bandung, Indonesia

²Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21, Sumedang, Indonesia

Korespondensi:
g.firgianti@unpad.ac.id

Submit:
10 April 2025

Direvisi:
16 Mei 2025

Diterima:
28 Mei 2025

Abstract. Lemon peel has various benefits and can be processed into higher-value products such as vinegar. Generally, vinegar is an acidic compound composed of acetic acid produced through a two-stage fermentation process. However, in this study, an innovation was introduced to convert acetic acid into lactic acid using *Lactobacillus plantarum* as the fermenting agent and sugar as the nutrient source. The aim of this study was to determine the effect of varying concentrations of *L. plantarum* and sugar on the chemical, physical, microbiological, and organoleptic characteristics of lemon peel vinegar. This study employed a Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of two factors: *L. plantarum* concentration (5%, 10%, 15%) and sugar concentration (15%, 10%, 5%). The results showed that the concentration ratio of *L. plantarum* and sugar significantly affected several characteristics of the lemon peel vinegar product. The best treatment was found in treatment A3, which used 15% *L. plantarum* and 5% sugar, with the following characteristics: moisture content of 93.43%, vitamin C content of 41.61 mg/100g, total titratable acidity (TTA) of 0.97%, pH of 2.76, viscosity of 3.72 cP, total plate count (TPC) of 13.75×10^7 CFU/ml, and organoleptic test scores of 2.66 for color preference, 2.74 for aroma, 2.53 for taste, and 2.68 for texture.

Keywords: *Lactobacillus plantarum*, lemon peel, sugar, vinegar

Abstrak. Kulit lemon memiliki ragam manfaat yang dapat diolah menjadi produk yang lebih bernilai, seperti cuka. Umumnya, cuka merupakan senyawa asam asetat yang melalui dua tahap fermentasi, namun dalam penelitian ini dilakukan inovasi untuk mengubah asam asetat menjadi asam laktat menggunakan *Lactobacillus plantarum* sebagai agen fermenter dan gula sebagai pemberi nutrisi. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh dari perbandingan konsentrasi *L. plantarum* dan gula terhadap karakteristik kimia, fisika, mikrobiologi dan organoleptik cuka kulit lemon yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 (dua) faktor yaitu konsentrasi *L. plantarum* (5%, 10%, 15%) dan konsentrasi gula (15%, 10%, 5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi dan gula berpengaruh nyata terhadap beberapa karakteristik produk cuka kulit lemon. Perlakuan terbaik diperoleh oleh perlakuan A3 yaitu perbandingan *L. plantarum* 15% dan gula 5% dengan karakteristik kadar air 93,43%, kadar vitamin C 41,61mg/100g, kadar TAT 0,97%, pH 2,76, viskositas 3,72 cp, TPC $13,75 \times 10^7$ CFU/ml, dan uji organoleptik dengan kesukaan warna 2,66; aroma 2,74; rasa 2,53; serta tekstur 2,68.

Kata-kata kunci: cuka, gula, kulit lemon, *Lactobacillus plantarum*

PENDAHULUAN

Lemon merupakan salah satu buah yang banyak ditemukan di Indonesia. Penggunaan dan konsumsi lemon ini umumnya menghasilkan kulit lemon sebagai produk sampingan yang terbuang, meskipun kulit lemon sebenarnya kaya akan senyawa yang bermanfaat bagi manusia (Shiyan *et al.*, 2022).

Kulit lemon sering kali dibuang tanpa memanfaatkan kandungan berharga di dalamnya seperti asam sitrat, asam amino, minyak atsiri, flavonoid yang berperan sebagai antioksidan, pektin yang mendukung kesehatan pencernaan, serta vitamin C yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Daryono *et al.*, 2023). Pemanfaatan kulit lemon ini dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi produk cuka.

Cuka merupakan senyawa berbentuk cairan yang tak berwarna, memiliki aroma menyengat, rasa asam yang tajam dan sering digunakan sebagai bumbu tambahan dalam memasak sebagai pembentuk rasa asam. Terdapat dua jenis cuka yaitu cuka makan dan cuka fermentasi. Cuka fermentasi umumnya menggunakan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah ragi menjadi alkohol dan bakteri *Acetobacter acety* untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat (Febriani & Azizati, 2018). Residu alkohol pada produk cuka fermentasi masih menjadi tantangan dalam industri pangan mengingat bahwa fatwa MUI hanya mengizinkan sebanyak 0,5% residu alkohol dalam produk cuka. Kadar alkohol yang tersisa walaupun biasanya rendah, dapat bereaksi negatif terhadap tubuh. Contohnya pada beberapa individu yang sedang memiliki kondisi medis tertentu dan pada anak-anak yang rentan terhadap efek samping alkohol (Hadiprawoto *et al.*, 2024).

Cuka dengan kandungan asam asetat memiliki efek samping pada tubuh. Paparan terus-menerus terhadap asam asetat, bahkan dalam larutan encer, dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata (Dona *et al.*, 2024). Dengan itu, diperlukan inovasi alami dalam produksi cuka untuk mengurangi konsumsi asam asetat, namun tetap memberikan manfaat yang setara dengan cuka konvensional. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* sebagai pengganti ragi dan *Acetobacter acety*.

Lactobacillus plantarum adalah salah satu bakteri asam laktat (BAL) yang berperan sebagai starter dalam fermentasi. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk, sehingga sering digunakan sebagai pengawet alami dalam industri pangan karena sifat antimikrobanya. Asam laktat yang dihasilkan juga dapat berfungsi sebagai alternatif pengawet seperti cuka, yang menggunakan asam asetat untuk tujuan serupa (Hidayatulloh *et al.*, 2019).

Dalam proses fermentasi, *L. plantarum* mengubah gula menjadi asam laktat. Gula berfungsi sebagai sumber energi dan nutrisi bagi *L. plantarum*, karena enzim-enzim yang terdapat pada bakteri ini memiliki kemampuan untuk memecah molekul gula menjadi piruvat. Proses ini menghasilkan ATP, yang merupakan sumber energi utama untuk mendukung aktivitas seluler dan pertumbuhan bakteri (Noor *et al.*, 2018). Efektivitas dari fermentasi *L. plantarum* terhadap produk cuka kulit lemon, tidak jauh dari peran gula sebagai nutrisi untuk bakteri tersebut.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Penentuan perbandingan konsentrasi, bahan yang digunakan yaitu kulit lemon, *lactobacillus plantarum*, gula, dan air. Alat yang digunakan yaitu wadah fermentor, panci pasteurisasi, dan alat gelas.

Metode

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 (dua) faktor, yaitu perlakuan perbandingan konsentrasi *L. plantarum* dan gula yang terdiri dari 3 (tiga) taraf, yaitu A1= *L. plantarum* 5% dan gula 15%; A2= *L. plantarum* 10% dan gula 10%; dan A3= *L. plantarum* 15% dan gula 5%. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode analisis sidik ragam/analysis of variance (ANOVA) dengan taraf nyata 5%. Apabila terdapat hasil berpengaruh nyata, maka dilanjutkan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Parameter uji yang dilakukan meliputi kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 2007), kadar vitamin C dengan metode

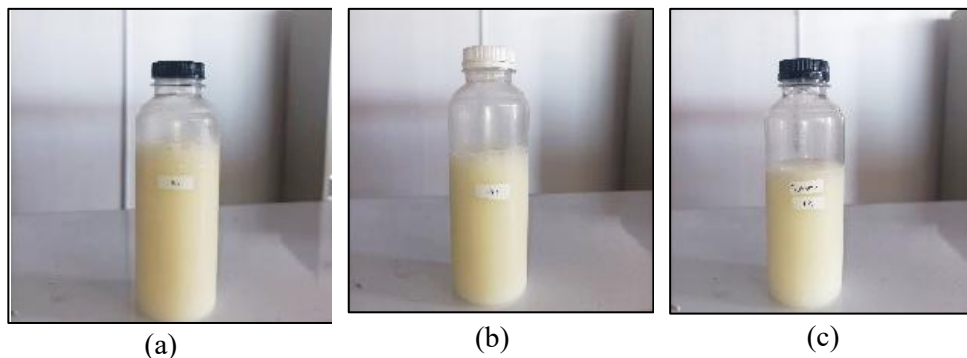
titrasi iodometri (AOAC, 1995), kadar total asam tertitrasi (TAT) dengan metode titrasi (AOAC, 2005), nilai pH menggunakan pH meter (AOAC, 2005), viskositas menggunakan viskometer (AOAC, 1995), jumlah bakteri asam laktat menggunakan metode *total plate count* (TPC) (AOAC, 2005), dan uji organoleptik menggunakan metode uji hedonik. Uji organoleptik melibatkan 30 panelis tidak terlatih sesuai dengan (Badan Standarisasi Nasional (BSN) RI, 2006).

Pembuatan Cuka Kulit Lemon

Kulit lemon ditimbang dan direndam dalam air panas bersuhu 50°C selama 10 menit lalu ditambahkan gula sesuai dengan perlakuan. Selanjutnya, kulit lemon disaring dan diambil filtratnya lalu dipasteurisasi pada suhu 50°C-60°C selama 5 menit. Dinginkan hingga mencapai suhu ruang dan tambahkan *L. plantarum* sesuai dengan perlakuan. Fermentasi dilakukan secara anaerob selama 18 jam di suhu 33-35°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan cuka kulit lemon yang terdiri dari 3 perlakuan, yaitu perlakuan A1 dengan perbandingan *L. plantarum* 5% dan gula 15%, perlakuan A2 dengan perbandingan *L. plantarum* 10% dan gula 10%, perlakuan A3 dengan perbandingan *L. plantarum* 15% dan gula 5% berhasil terfermentasi. Hal ini disebabkan oleh penambahan *L. plantarum* sebagai agen fermentasi dan gula sebagai nutrisi bagi bakteri tersebut.



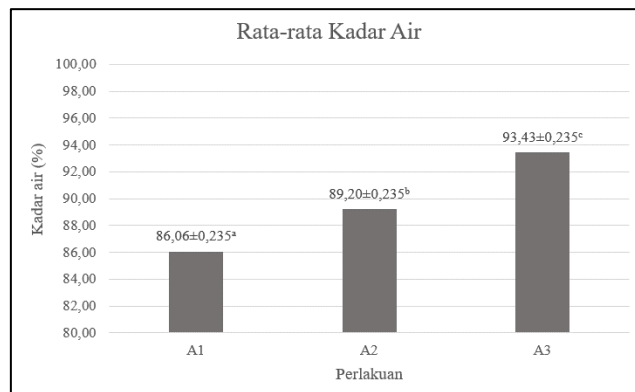
Gambar 1. (a) perlakuan A1= *L. plantarum* 5% dan gula 15%; (b) Perlakuan A2= *L. plantarum* 10% dan gula 10%; (c) Perlakuan A3= *L. plantarum* 15% dan gula 5%

Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan pembuatan produk cuka kulit lemon ialah fermentasi. Proses fermentasi ini termasuk ke dalam jenis fermentasi tidak spontan atau buatan dikarenakan penambahan kultur murni dari bakteri *L. plantarum* sebagai agen fermenter dan gula sebagai nutrisi bakteri tersebut.

Efisiensi pertumbuhan yang cepat dan reproduksi yang optimal dari bakteri *L. plantarum* tidak lepas dari peran gula sebagai pemberi nutrisi dan sumber energi. Selama fermentasi, gula-gula ini dipecah oleh enzim-enzim spesifik yang dimiliki oleh *L. plantarum* menjadi asam laktat melalui proses glikolisis, yaitu proses dimana gula dipecah menjadi asam piruvat dan diubah menjadi asam laktat. Adanya bakteri asam laktat inilah yang mengindikasikan keberhasilan proses fermentasi di dalam produk cuka kulit lemon.

Kadar Air

Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan (248,68) \geq F-Tabel perlakuan (5,14) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap kadar air produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kadar gula, maka semakin berkurang kadar airnya. Rata-rata nilai kadar air cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 2.

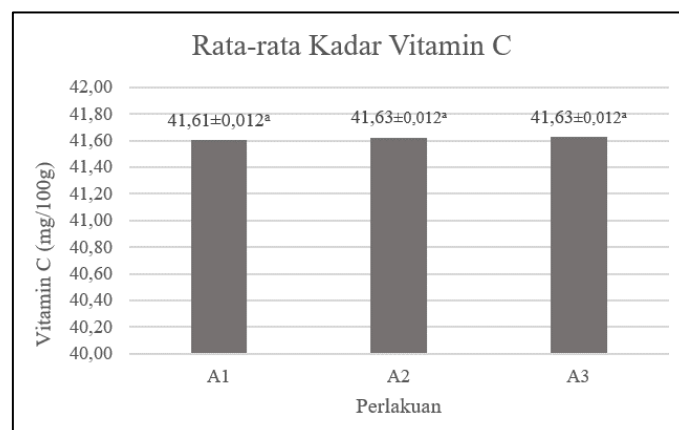


Gambar 2. Rata-rata kadar air cuka kulit lemon

Gula merupakan senyawa yang memiliki sifat higroskopis, yaitu kemampuan untuk menarik dan mengikat air dan mengurangi kadar air bebas di dalam produk cuka kulit lemon. Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Wulandari *et al.*, 2021) yang menjelaskan bahwa konsentrasi gula dapat berpengaruh pada kadar air, sehingga semakin banyak kandungan gula, maka semakin berkurang air bebas yang terdapat pada produk. Semakin rendah kadar air, maka semakin menurun laju pertumbuhan dari bakteri *L. plantarum*. Hal tersebut dikarenakan BAL (Bakteri Asam Laktat) menggunakan air bebas untuk pertumbuhannya.

Kadar Vitamin C

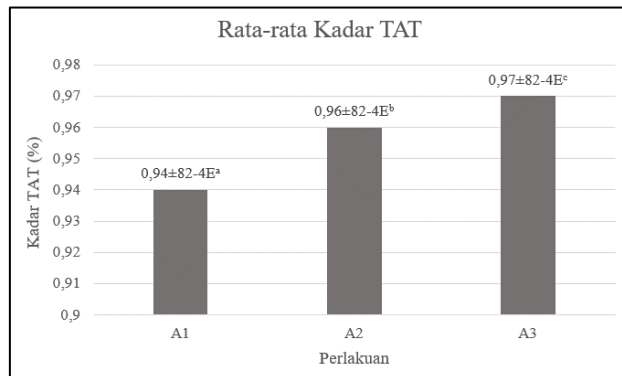
Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($0,84 \geq F\text{-Tabel perlakuan}$ ($5,14$)) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula tidak berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena vitamin C yang terkandung berasal dari kulit lemon. Perlakuan A1, A2, dan A3 memiliki konsentrasi kulit lemon yang sama sehingga kandungan vitamin C pada masing-masing perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Penelitian oleh (Ardilla *et al.*, 2022), fermentasi *Lactobacillus sp* menghasilkan beberapa asam organik seperti asam laktat, asam asetat, dan asam propionat. Seperti yang diketahui bahwa vitamin C merupakan asam askorbat dan tidak dapat dihasilkan dari fermentasi *Lactobacillus sp* sehingga perbandingan konsentrasi *L. plantarum* dan gula tidak berpengaruh terhadap kadar vitamin C dari cuka kulit lemon. Kadar Vitamin C perlu diketahui karena berfungsi sebagai dasar untuk menilai kualitas kimia dan organoleptik produk akhir (Tirtasatya, *et al.* 2025). Menurut penelitian (Lestari *et al.*, 2023), sari buah lemon mengandung kadar vitamin C sebanyak 40–50 mg/100ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa produk cuka kulit lemon dengan kandungan vitamin C 41,60 mg/100g memiliki potensi yang sebanding dengan sari buah lemon dan dapat menjadi sumber vitamin C yang efektif untuk dikonsumsi dan dicerna oleh tubuh. Rata-rata kadar vitamin C cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata kadar vitamin c cuka kulit lemon

Kadar Total Asam Tertitrasi (TAT)

Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($321,50 \geq F\text{-Tabel perlakuan (5,14)}$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap kadar total asam tertitrasi (TAT) produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena semakin meningkat konsentrasi *L. plantarum*, maka kadar asam organik yang dihasilkan pada proses fermentasi juga semakin meningkat. Sejalan dengan penelitian oleh (Yusmarini *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa apabila bakteri asam laktat tumbuh dengan baik, maka kemampuan untuk merombak gula menjadi asam-asam organik juga semakin tinggi yang berdampak pada tingginya total asam. Rata-rata kadar TAT cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 4.

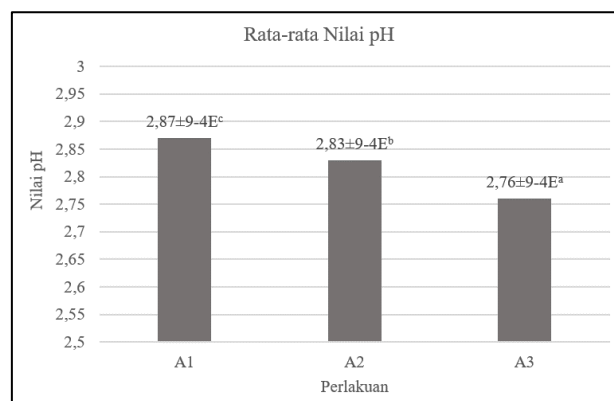


Gambar 4. Rata-rata kadar TAT cuka kulit lemon

L. plantarum meningkat secara signifikan dibantu oleh kehadiran gula sebagai nutrisi sehingga memberikan laju pertumbuhan yang cepat. Pada perlakuan A1 dan A2, konsentrasi bakteri kurang dari/sama dengan konsentrasi gula. Jika kadar gula terlalu tinggi, maka akan ada gula yang tidak terfermentasi dan mengurangi efisiensi fermentasi. Hal ini menyebabkan rendahnya kadar asam karena timbul rasa manis dari gula yang tidak terfermentasi.

Nilai pH

Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($3389,09 \geq F\text{-Tabel perlakuan (5,14)}$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap nilai pH produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi *L. plantarum*, maka semakin meningkat pembentuk ion H⁺ dari asam laktat dan asam organik lainnya, yang kemudian terbaca pada pH meter sebagai nilai pH. Rata-rata nilai pH cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 5.

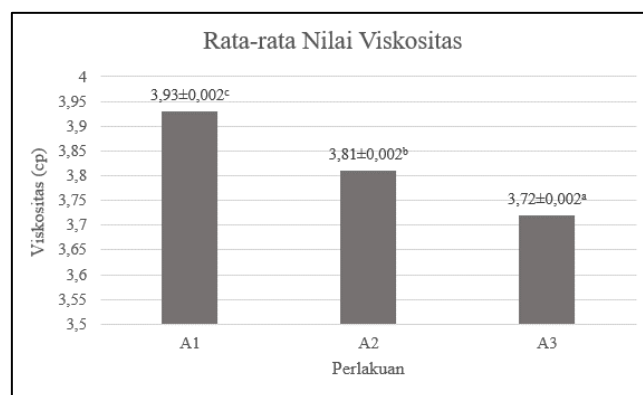


Gambar 5. Rata-rata nilai pH cuka kulit lemon

Nilai pH merupakan salah satu indikator keberhasilan dalam pembuatan produk cuka kulit lemon. Menurut penelitian (Fajri & Pato, 2021), nilai pH suatu produk fermentasi cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jumlah starter yang ditambahkan. Penurunan pH ini disebabkan oleh tingginya produksi asam laktat selama proses fermentasi. Semakin banyak mikroba yang aktif dan berkembang biak dalam produk fermentasi, semakin baik pula kemampuan mereka untuk memecah substrat. Hal ini menyebabkan asam laktat terbentuk dalam jumlah banyak.

Viskositas

Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($1909,50 \geq F\text{-Tabel perlakuan } (5,14)$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap nilai viskositas produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena kandungan gula yang dapat mengikat air dan mengurangi air bebas sehingga menciptakan struktur produk cuka kulit lemon lebih kental seiring dengan peningkatan gula. Rata-rata nilai viskositas cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 6.

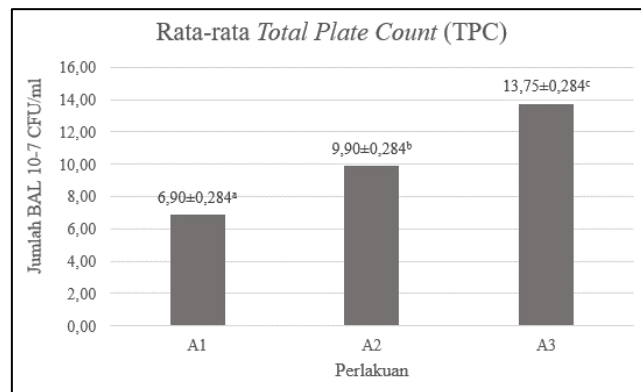


Gambar 6. Rata-rata nilai viskositas cuka kulit lemon

Menurut penelitian (Nurhartadi *et al.*, 2018), konsentrasi sukrosa berpengaruh terhadap kekentalan produk fermentasi. Konsentrasi sukrosa yang tinggi mengikat lebih banyak air, sehingga meningkatkan kekentalan produk. Selain itu, sukrosa berkontribusi terhadap peningkatan viskositas melalui peningkatan jumlah padatan terlarut, yang memperkuat struktur produk. Selama proses fermentasi, sebagian sukrosa diubah menjadi asam laktat, sementara sisanya tetap sebagai bagian dari total padatan terlarut, yang juga berperan dalam peningkatan viskositas produk.

Jumlah Bakteri Asam Laktat

Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($145,87 \geq F\text{-Tabel perlakuan } (19)$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap jumlah bakteri asam laktat produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak jumlah starter yang ditambahkan maka secara otomatis semakin meningkat jumlah bakteri asam laktat yang dihasilkan. Menurut penelitian (Fajri & Pato, 2021), jumlah bakteri asam laktat paling tinggi terletak pada perlakuan dengan konsentrasi starter tertinggi. Sejalan dengan penelitian (Yusmarini *et al.*, 2021), penambahan gula memberikan nutrisi dan sumber energi agar bakteri dapat bertumbuh dengan aktif. Namun, kadar gula yang lebih tinggi dari konsentrasi starter justru tidak akan efektif dikarenakan akan ada sisa gula yang tidak terfermentasi dan gula akan berganti peran menjadi pengawet sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan menurunkan efisiensi fermentasi. Rata-rata jumlah BAL cuka kulit lemon dapat dilihat pada Gambar 7.

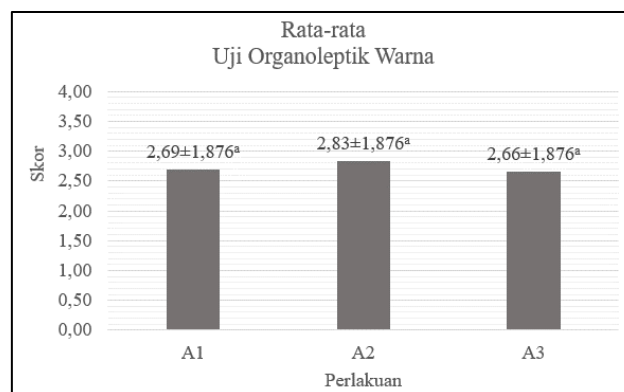


Gambar 7. Rata-rata Jumlah BAL Cuka Kulit Lemon

Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah bakteri asam laktat dari yang terendah hingga tertinggi yaitu perlakuan A1 dengan jumlah bakteri asam laktat rata-rata $6,90 \times 10^7$ CFU/ml, perlakuan A2 dengan jumlah bakteri asam laktat rata-rata $9,90 \times 10^7$ CFU/ml, dan perlakuan A3 dengan jumlah bakteri asam laktat rata-rata $13,75 \times 10^7$ CFU/ml. Ketiga perlakuan sudah memenuhi kriteria makanan atau minuman probiotik yang mensyaratkan total bakteri asam laktat minimal 10^7 (7 log CFU/ml). Secara rata-rata, di dalam produk minuman probiotik komersial minimal harus mengandung konsentrasi bakteri asam laktat 10^6 CFU/ml, namun total BAL yang disarankan untuk kebutuhan konsumsi dan berpengaruh pada efek kesehatan sebesar 10^7 - 10^9 CFU/ml/hari sehingga dapat bersaing dengan bakteri patogen.

Organoleptik Atribut Warna, Aroma, Rasa, dan Tekstur

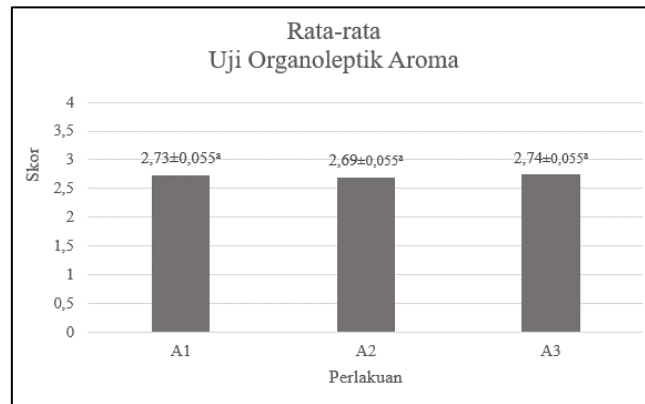
Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($1,96$) \geq F-Tabel perlakuan ($5,14$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada warna produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena ketiga perlakuan memiliki warna yang sama yaitu putih kekuningan sedikit pucat. Warna pada cuka kulit lemon tercipta akibat penambahan starter *L. plantarum* yang berwarna putih dan air rendaman kulit lemon yang berwarna kuning jernih. Rata-rata nilai organoleptik atribut warna dapat dilihat pada Gambar 8.



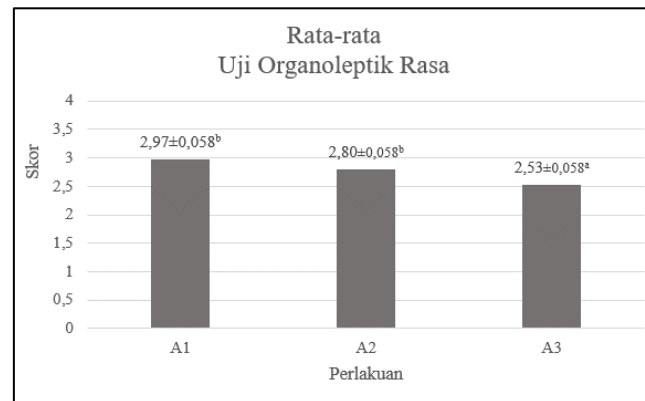
Gambar 8. Rata-rata organoleptik atribut warna cuka kulit lemon

Produk cuka kulit lemon memiliki aroma khas fermentasi yaitu asam yang tajam dan menyengat, sehingga mayoritas dari panelis tidak menyukainya. Berdasarkan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($0,24$) \geq F-Tabel perlakuan ($5,14$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada aroma produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena ketiga perlakuan memiliki karakteristik aroma yang sama yaitu asam fermentasi yang sangat tajam, seperti umumnya cuka konvensional. Aroma pada cuka kulit lemon tercipta dari fermentasi dari asam laktat dan bahan baku kulit lemon. Meskipun kulit lemon memiliki senyawa volatil seperti *limonene* yang memberikan aroma khas lemon, namun

aroma dari asam laktat lebih dominan sehingga mengalahkan aroma yang dimiliki oleh lemon. Hal ini menyebabkan asam laktat pada produk cuka mengeluarkan aroma yang lebih kuat dibanding dengan aroma kulit lemon. Rata-rata organoleptik atribut aroma dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rata-rata organoleptik atribut aroma cuka kulit lemon



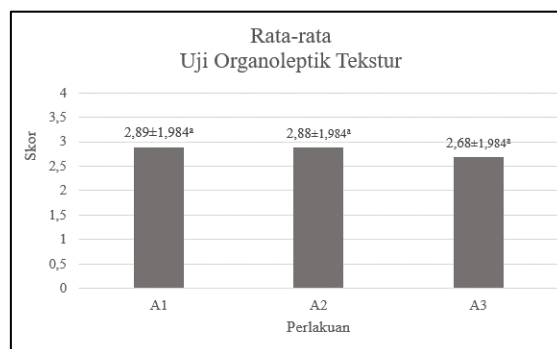
Gambar 10. Rata-rata orgnoleptik atribut rasa cuka kulit lemon

Berdasarkan Gambar 10 diatas, analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($14,82 \geq F\text{-Tabel perlakuan } (5,14)$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada rasa produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena masing-masing perlakuan memiliki dominan rasa yang berbeda. Pada perlakuan A1, gula mendominasi dikarenakan konsentrasi penambahannya yang melebihi starter sehingga terdapat beberapa gula yang tidak terfermentasi. Pada perlakuan A2 dengan konsentrasi gula dan starter yang sama yaitu 10% membuat rasa asam cukup mengimbangi rasa manis, sehingga produk memiliki rasa manis dan asam yang seimbang/*balance*. Pada perlakuan A3, gula terfermentasi dengan cukup sempurna sehingga menyisakan rasa manis yang sangat sedikit dan hampir tidak terasa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa panelis lebih menyukai produk cuka kulit lemon yang memiliki rasa manis dibanding asam.

Rasa pada produk cuka kulit lemon berasal dari kombinasi bahan baku kulit lemon, proses fermentasi, dan penambahan gula. Rasa asam berasal dari kulit lemon dan diperkuat selama fermentasi, membuat keasamannya semakin tajam sedangkan rasa manis berasal dari sisa gula yang tidak terfermentasi oleh bakteri.

Berdasarkan Gambar 11, analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) taraf 5%, hasil dari F-hitung perlakuan ($3,18 \geq F\text{-Tabel perlakuan } (5,14)$) sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi *L. plantarum* dan gula tidak berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada tekstur produk cuka kulit lemon. Hal ini disebabkan karena ketiga perlakuan memiliki karakteristik tekstur yang hampir sama yaitu tekstur yang cair sehingga beberapa panelis tidak menyadari bahwa terdapat perbedaan kekentalan di

masing-masing perlakuan. Penelitian oleh (Utami, 2018) menunjukkan bahwa beberapa produk hasil fermentasi memiliki tekstur yang tidak jauh berbeda.



Gambar 11. Rata-rata organoleptik atribut tekstur cuka kulit lemon

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perlakuan perbandingan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan gula berpengaruh nyata terhadap beberapa karakteristik kimia, fisika, mikrobiologi dan organoleptik cuka kulit lemon. Perlakuan perbandingan konsentrasi *L. plantarum* dan konsentrasi gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap karakteristik produk cuka kulit lemon yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. AOAC International.
- AOAC. (2005). *Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., & Rahmani, T. P. D. (2022). The role of indigenous lactic acid Bacteria Genus *Lactobacillus* in the fermentation process of Durian (*Durio zibethinus*) for Tempoyak production. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 42–52. <https://doi.org/10.22146/bib.v13i2.4619>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN) RI. (2006). *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*.
- Daryono, D., Elvianto, & Reksa, R. (2023). Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) dengan Pretreatment Microwave dan Distilasi Air-Uap. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 12(2), 116–123. <https://doi.org/10.32734/jtk.v12i2.12923>
- Dona, R., Ningrum, T. E. W., Hamzah, F., & Wahyuni, D. T. (2024). Penentuan Kadar Asam Asetat Dalam Larutan Cuka Makan Yang Beredar Di Pekanbaru Dengan Metode Alkalimetri.
- Fajri, R. F., & Pato, U. (2021). Pemanfaatan *Lactobacillus Plantarum* 1 RN2-12112 dalam Pembuatan Minuman Sinbiotik Berbasis Sari Umbi Bengkuang dan Naga Merah. 8.
- Febriani, D. R., & Azizati, Z. (2018). Pembuatan Cuka Alami Buah Salak Dan Pisang Kepok Beserta Kulitnya Teknik Fermentasi. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), 72–77. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.3105>
- Hadiprawoto, Lukman, A., & Murtini, E. S. (2024). Studi Halal Dan Pengukuran Residu Alkohol Pada Beberapa Merek Cuka Apel [Sarjana, Universitas Brawijaya]. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/216396/>
- Hidayatulloh, A., Gumilar, J., & Harlia, E. (2019). Potensi Senyawa Metabolit Yang Dihasilkan *Lactobacillus Plantarum* Atcc 8014 Sebagai Bahan Biopreservasi Dan Anti Bakteri Pada Bahan Pangan Asal Hewan. *JITP*, 7(2).
- Lestari, I. N., Aina, G. Q., & Rica, F. N. (2023). Gambaran Kadar Vitamin C Pada Minuman Sari Lemon (*Citrus Limon*) Dengan Metode Spektrofotometri Uv – Vis Di Kota Samarinda. 3.
- Noor, Z., Cahyanto, M. N., Indrati, R., & Sardjono, S. (2018). Skrining *Lactobacillus plantarum* Penghasil Asam Laktat untuk Fermentasi Mocaf. *Agritech*, 37(4), 437. <https://doi.org/10.22146/agritech.18821>
- Nurhartadi, E., Nursiwi, A., Utami, R., & Widayani, E. (2018). Pengaruh Waktu Inkubasi Dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Dari Whey Hasil Samping Keju. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 11(2), 73. <https://doi.org/10.20961/jthp.v11i2.29056>
- Shiyan, S., Pratiwi, G., Sari, A. R., & Alta, U. (2022). Narative Review: Profil Fitokimia Dan Potensi Farmakologi *Citrus limon*. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(2). <https://doi.org/10.36729/jam.v7i2.851>

- Tirtasatya Farrel Ricardo, Bambang Sigit Sucahyono, dan Yuyun Yuniati. (2025). Perbandingan Jus Kundur (Benincasa hispida) dan Penggunaan Gelatin terhadap Mutu Kimia dan Organoleptik (jelly drink). *Composite : Jurnal Ilmu Pertanian*. Vol. 7 No. 1 Februari 2025, Hlm: 50-58 DOI: <https://doi.org/10.37577/composite.v7i1.847>
- Utami, C. R. (2018). Karakteristik Minuman Probiotik Fermentasi *Lactobacillus Casei* Dari Sari Buah Salak. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 9(1). <https://doi.org/10.35891/tp.v9i1.932>
- Wulandari, F., Nazaruddin, & Amaro, M. (2021). Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Fisik, Kimia, Organoleptik Dan Mikrobiologi Tepung Mocaf. *Prosiding Saintek*, 3, 169–181.
- Yusmarini, Y., Johan, V. S., Fitriani, S., Riftyan, E., & Siagian, O. M. (2021). Pemanfaatan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53 dalam Pembuatan Minuman Probiotik Berbasis Sari Buah Melon dengan Variasi Penambahan Sukrosa. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(1), 21–26. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v13i1.18531>