

EVALUASI EFEKTIFITAS PENGHAMBATAN FERMENTASI PADA MINUMAN LEGEN

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF FERMENTATION INHIBITION IN LEGEN DRINK

Af Fiqih Ilmy Fariyanto^{1*}, Indra Dwi Permata Putra², Benny Pambudiarto³ dan Oki Setiawan⁴

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Gresik

Jalan Sumatera No. 101 GKB Gresik, Jawa Timur, Indonesia, 61121

⁴ Politeknik Negeri Batam,

Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau

*affiqhilmy2001@gmail.com

Artikel histori:

Submitted 30 Mei 2025

Revised 30 Juni 2025

Accepted 15 Juli 2025

ABSTRAK: Nira siwalan merupakan minuman tradisional Indonesia yang dikenal dengan nama lahang di Jawa Barat dan legen di Jawa Timur. Kandungan gula yang tinggi pada nira siwalan menyebabkan minuman ini rentan terhadap fermentasi mikroba yang dapat menghasilkan alkohol (khamr). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode pasteurisasi termal dalam mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dan kadar alkohol pada nira siwalan. Sampel nira siwalan dipasteurisasi pada tiga variasi suhu (60°C, 70°C, dan 80°C), kemudian dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan mikroba dan pembentukan alkohol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasteurisasi pada suhu 60°C memberikan hasil optimal dalam mempertahankan kualitas nira, sementara suhu 70°C dan 80°C menyebabkan penurunan kualitas produk. Analisis mikrobiologi menunjukkan peningkatan jumlah mikroorganisme sebesar 3,67% per hari pada sampel yang dipasteurisasi pada suhu 60°C, jauh lebih rendah dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan yang mencapai 10,53% per hari. Kadar alkohol pada sampel yang dipasteurisasi mengalami peningkatan sebesar 1,78% per hari. Penelitian ini membuktikan bahwa pasteurisasi termal pada suhu 60°C efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba dan memperpanjang masa simpan nira siwalan, sehingga berpotensi meningkatkan nilai ekonomi produk bagi petani siwalan sambil mempertahankan status kehalalannya.

Kata kunci: nira siwalan, pasteurisasi termal, pertumbuhan mikroba, kadar alkohol, kualitas produk

ABSTRACT: Palm sap is a traditional Indonesian drink known as lahang in West Java and legen in East Java. The high sugar content in palm sap makes this drink susceptible to microbial fermentation that can produce alcohol (khamr). This study aims to evaluate the effectiveness of the thermal pasteurization method in controlling the growth of microorganisms and alcohol content in palm sap. Palm sap samples were pasteurized at three temperature variations (60°C, 70°C, and 80°C), then observations were made on microbial growth and alcohol formation. The results showed that pasteurization at a temperature of 60°C provided optimal results in maintaining the quality of the sap, while temperatures of 70°C and 80°C caused a decrease in product quality. Microbiological analysis showed an increase in the number of microorganisms by 3.67% per day in samples pasteurized at a temperature of 60°C, much lower than samples without treatment which reached 10.53% per day. The alcohol content in pasteurized samples increased by 1.78% per day. This study proves that thermal pasteurization at 60°C is effective in inhibiting microbial growth

and extending the shelf life of palm sap, thus potentially increasing the economic value of the product for palm farmers while maintaining its halal status.

Keyword : palm sap, thermal pasteurization, microbial growth, alcohol content, product quality

1. PENDAHULUAN

Pohon palem merupakan pohon berjenis tumbuhan liana abadi. Mereka adalah bagian dari keluarga *Arecaceae* dan hampir 2600 spesies pohon palem telah ditemukan di daerah beriklim tropis dan hangat. Pohon palem merupakan tumbuhan berbunga tertua. Pohon tersebut memiliki banyak produk berupa minuman dan makanan, antara lain jus segar tradisional dan minuman fermentasi seperti *toddy*, anggur, dan arak, selain itu terdapat juga minuman sirup pekat madu, dan gula merah (bubuk *jaggery*). Kualitas atau nutrisi dan rasa legen adalah fitur yang menarik bagi konsumen. Penampilan dan rasa nira menunjukkan tahap fermentasinya. (Hebbar dkk., 2018)

Legen (Nira Siwalan) merupakan cairan yang keluar dari pembuluh tipis yang disadap pada bagian tandan bunga baik bunga jantan maupun bunga betina yang berasal dari tanaman siwalan dan merupakan sumber karbohidrat yang terdiri dari glukosa, sukrosa, air, protein, lemak serta sedikit serat (Susanti dkk., 2021). Masyarakat pada umumnya mengkonsumsi nira siwalan dalam keadaan yang masih segar. Nira aren segar mempunyai rasa manis, berbau harum, tidak berwarna, dengan pH antara 5.5-6.0. Rasa manis pada nira disebabkan adanya glukosa (sukrosa, fruktosa, dan maltosa) mencapai 11.28%. Namun nira siwalan dapat berubah menjadi tuak yang memiliki rasa sedikit pahit dan dapat memabukkan. (Nabila dkk., 2020)

Legen yang berubah menjadi tuak mengalami kerusakan yang disebabkan oleh bakteri. Bakteri yang paling dominan adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Lactobacillus plantarum*. (Anal, 2019).

Saccharomyces cerevisiae adalah khamir paling umum yang digunakan untuk membuat produk yang dikonsumsi manusia seperti roti, anggur dan bir. Akan tetapi, *Saccharomyces cerevisiae* menjadi kurang menguntungkan ketika berada di nira siwalan, membuat nira segar bertahan dalam waktu setengah hari. *Saccharomyces cerevisiae* juga mampu memproduksi enzim invertase yang berfungsi untuk mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (TAKAYA et al., 2021). Jika *Saccharomyces cerevisiae* memiliki banyak oksigen, gula-gula tersebut diuraikan tahap demi tahap menjadi molekul yang lebih kecil. Akan tetapi, jika oksigen dalam jumlah sedikit atau tidak ada maka degradasi kimia tidak berjalan dengan sempurna dan gula tersebut diuraikan oleh alkohol. (Fauziah, 2015)

Lactobacillus plantarum adalah salah satu bakteri asam laktat homofermentatif yang memiliki suhu optimal di bawah 37 °C (Fauziah, 2015). Reichelt (2009) mengungkapkan bahwa dalam kondisi tanpa oksigen, bakteri ini dapat melakukan fermentasi dan mengubah gula menjadi asam laktat atau alkohol. Proses fermentasi ini dapat menghancurkan nira siwalan karena ketika mikroba seperti *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* melakukan fermentasi tanpa oksigen, mereka mengubah gula dalam nira menjadi alkohol. Metode yang sering digunakan untuk mengurangi populasi bakteri *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Lactobacillus plantarum* adalah melalui pasteurisasi dan paparan sinar ultraviolet.

Metode pasteurisasi merupakan proses pemanasan minuman yang bertujuan untuk membunuh mikroba patogen serta sebagian mikroba pembusuk, menginaktivasi enzim, meningkatkan daya simpan, dan mempertahankan kualitas sensoris. Meskipun pasteurisasi sering disamakan dengan sterilisasi, perbedaan utama terletak pada suhu yang digunakan, di mana pasteurisasi berlangsung pada suhu di bawah 100 °C, biasanya berkisar antara 80-95 °C (Gusti dkk., 2016). Dalam teknik pasteurisasi minuman, panas digunakan untuk membunuh atau mengeliminasi mikroba patogen yang terdapat pada produk tersebut. Namun, proses pasteurisasi tidak dapat membunuh semua mikroorganisme vegetatif serta mikroorganisme yang membentuk spora, sehingga produk yang dihasilkan perlu dikemas atau disimpan pada suhu yang rendah. Disamping itu, diperlukan penambahan bahan pengawet, penggunaan kemasan dengan atmosfer yang dimodifikasi, pengaturan pH, atau pengaturan aktivitas air untuk mengontrol pertumbuhan mikroba. Selain itu, pasteurisasi dengan cara thermal dapat mengakibatkan perubahan pada komposisi kimia dan nutrisi yang terdapat dalam sari buah, yang pada gilirannya akan berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan. (Khurniyati dkk., 2015). Penghambatan fermentasi legen dapat dilakukan dengan cara dipancarkan langsung dengan sinar ultra violet dan hanya dengan dosis sinar UV tertentu yang bisa membunuh mikroba didalam minuman legen tersebut (Devi Arinda, 2015)

Sinar ultraviolet (UV) merupakan metode yang efektif untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme lainnya melalui proses disinfeksi. Mekanisme utama sinar UV dalam membunuh bakteri dimulai dengan penyerapan energi UV oleh

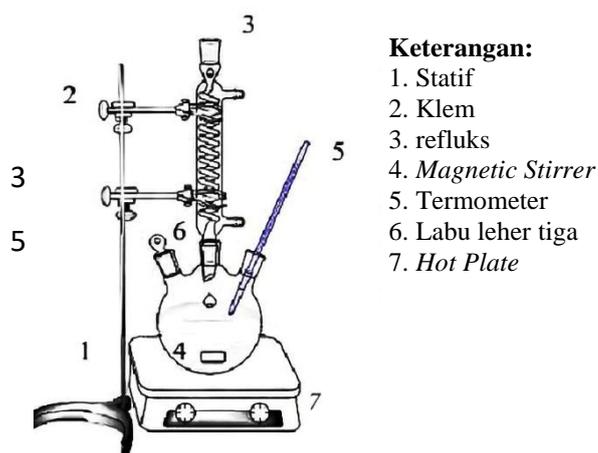
DNA bakteri, terutama pada panjang gelombang sekitar 254 nm yang paling efektif. Energi yang diserap ini menyebabkan pembentukan dimer timin, yaitu ikatan antara dua basa timin yang bersebelahan dalam rantai DNA, yang mengganggu struktur asli DNA dan menghalangi replikasi sel. Kerusakan yang diakibatkan oleh pembentukan dimer timin menghambat kemampuan bakteri untuk memperbanyak diri dan berfungsi secara normal. Jika kerusakan ini tidak diperbaiki, bakteri akan mengalami kematian sel, karena mereka tidak dapat melakukan proses metabolisme yang diperlukan untuk kelangsungan hidup. Meskipun beberapa sel mungkin memiliki mekanisme perbaikan DNA, dosis UV yang cukup tinggi dapat mencegah perbaikan tersebut. Efektivitas sinar UV dalam membunuh bakteri sangat bergantung pada intensitas, waktu paparan, dan jarak antara sumber UV dan bakteri, sehingga dosis yang tepat diperlukan untuk mencapai tingkat inaktivasi yang diinginkan (Risky dkk., 2021).

Sinar ultraviolet (UV) memiliki dampak signifikan terhadap perkembangan sel. Sel, sebagai unit kehidupan terkecil, dapat mengalami kerusakan akibat paparan radiasi. Respon sel atau jaringan terhadap radiasi bervariasi, tergantung pada tingkat ketahanan hidup, kemungkinan terjadinya mutasi, maupun potensi karsinogeniknya. Durasi penyinaran bahan dengan lampu UV sangat memengaruhi hasil yang diperoleh. Semakin lama suatu bahan terpapar radiasi sinar UV, semakin tinggi tingkat kerusakan sel mikroorganisme yang terjadi (Imron dkk., 2015). Dengan adanya penelitian ini nantinya diharapkan dapat menjadi solusi dalam pengawatan minuman legen sehingga memperpanjang umur penyimpanan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan bahan baku dari desa Hendrosari Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik, Selain itu bahan yang di gunakan aquadest, Buffered pepton water (BPW), Nutrient agar (NA), Kalium dikromat diproduksi oleh MERCK dan Ferrous Ammonium Sulfat diproduksi oleh MERCK.

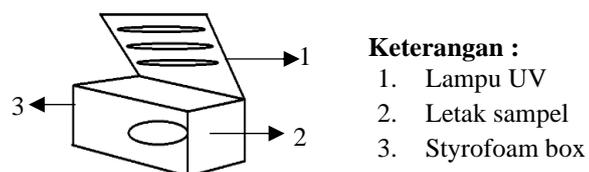
Pada Penelitian kali ini menggunakan alat proses pasteurisasi, sinar UV dan Analisa kadar alcohol dan TPC disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 2.1 Rangkaian alat pasteurisasi

Keterangan:

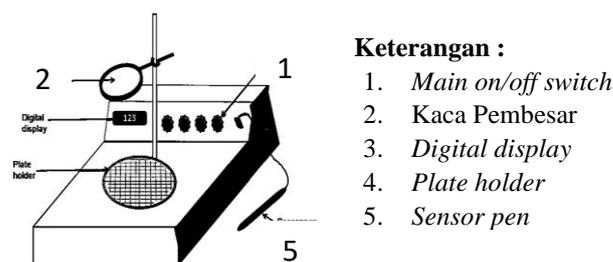
1. Statif
2. Klem
3. Refluks
4. Magnetic Stirrer
5. Termometer
6. Labu leher tiga
7. Hot Plate



Gambar 2.2 Rangkaian Alat Sinar UV

Keterangan :

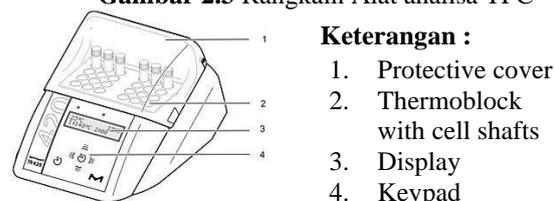
1. Lampu UV
2. Letak sampel
3. Styrofoam box



Gambar 2.3 Rangkaian Alat analisa TPC

Keterangan :

1. Main on/off switch
2. Kaca Pembesar
3. Digital display
4. Plate holder
5. Sensor pen



Gambar 2.4 Rangkaian alat analisa alcohol

Keterangan :

1. Protective cover
2. Thermoblock with cell shafts
3. Display
4. Keypad

Pada penelitian ini nantinya dilakukan penghambatan fermentasi menggunakan metode pasteurisasi dan sinar UV. Variabel yang akan dilihat ialah pasteurisasi pada suhu 60, 70 dan 80 °C. Sedangkan untuk metode Sinar UV ialah lama penyinaran pada minuman legen selama 14 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Minuman legen merupakan minuman yang berasal dari pohon siwalan. Namun, minuman legen ini memiliki ketahanan yaitu tidak bertahan lama. Masa simpan minuman legen bertahan selama 3 hari pada suhu normal 25 °C setelah itu minuman legen akan berubah menjadi minuman tuak yang memiliki kadar alcohol lebih dari 5% (Of dkk., 2020.).

Menurut, (Puspita Sari dkk., 2023) fermentasi gula pada nira disebabkan oleh pertumbuhan mikroba yang berasal dari kondisi lingkungan yang kotor seperti udara, atap tempat penyadapan atau kontaminan lainnya yang dapat mengontaminasi nira pada saat proses penyadapan sehingga memperpendek umur simpan legen. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dan lama penyimpanan legen dengan kandungan nutrisi, antioksidan dan aktivitas organoleptik yang terbaik sehingga dapat menambah umur masa simpan pada minuman legen.

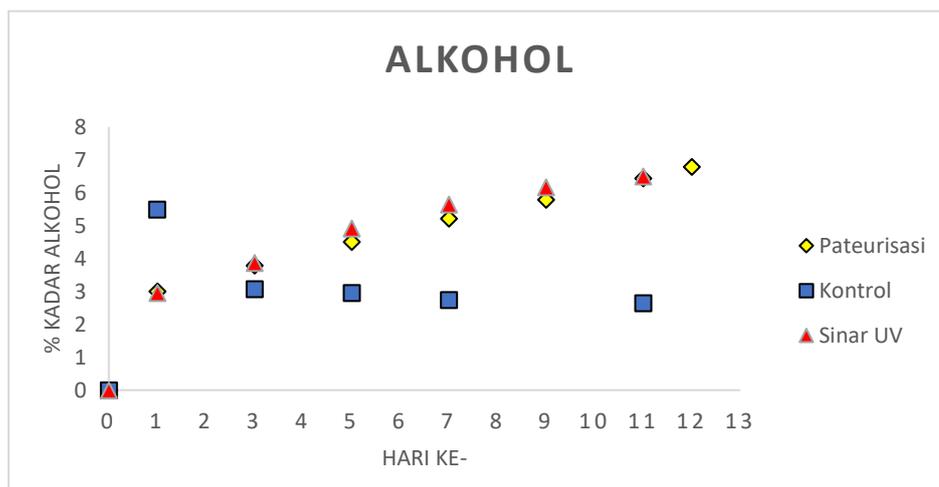
Untuk memastikan bahwa minuman legen dapat dinikmati oleh konsumen di luar Gresik, diperlukan proses tambahan yaitu pasteurisasi. Pasteurisasi adalah metode pemanasan yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang berpotensi berbahaya dan memperpanjang umur simpan produk (Rabbani dkk., 2025). Dengan menggunakan pasteurisasi, minuman legen dapat diproses secara aman sehingga tidak mudah rusak atau terkontaminasi oleh mikroba patogen yang dapat merusak kualitasnya.

Dalam penelitian ini, proses pasteurisasi diterapkan pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C disebabkan jika menggunakan suhu tinggi selama 30 menit gula akan mengalami proses karamelisasi, kemudian untuk memastikan bahwa bakteri patogen yang dapat menyebabkan pembusukan minuman legen dapat dimatikan secara efektif. Hasil organoleptik menunjukkan bahwa pada suhu 60°C, minuman memiliki rasa keasaman, tekstur cair, dan warna putih susu, sedangkan pada suhu 70°C, rasa keasaman disertai tekstur yang mengental dan warna coklat, dan pada suhu 80°C, rasa asam pahit, tekstur kental, serta warna coklat. Perubahan ini disebabkan

oleh reaksi Maillard yang terjadi antara gula pereduksi dan asam amino, menghasilkan senyawa berwarna coklat dengan aroma khas. Selain itu, perubahan aroma legen juga disebabkan oleh volatilisasi akibat pemanasan dan oksidasi lemak yang terkandung dalam legen. Denaturasi protein akibat panas juga berkontribusi pada perubahan tekstur dan aroma. Dari variasi suhu yang diuji, hasil menunjukkan bahwa suhu 60°C memungkinkan untuk uji alkohol, sementara suhu 70°C dan 80°C tidak memungkinkan karena tekstur yang kental dan warna coklat yang dihasilkan. Proses pasteurisasi ini tidak hanya menghambat pertumbuhan mikroba berbahaya, tetapi juga menjaga kualitas dan keamanan minuman untuk konsumsi dalam jangka waktu lebih lama.

Sinar ultraviolet dengan gelombang pendek dapat merusak DNA dan membunuh mikroba pada permukaan yang bersentuhan dengannya. Menurut (Moirangthem et al., 2023) sinar UV dengan panjang gelombang (~254 nm) efektif untuk menghancurkan ikatan heliks ganda DNA sehingga mengganggu replikasi maupun transkripsi RNA dan mekanismenya melibatkan pembentukan pirimidin dimer yang dimana dapat mencegah penyambungan basa baru. Selain itu sinar UV dengan panjang gelombang tertentu dapat menginaktivasi mikroba dalam larutan tersebut (Diston et al., 2012).

Dari hasil penelitian untuk mengurangi bakteri yang ada didalam minuman legen sehingga dapat memperpanjang umur sama simpan minuman tersebut dilakukan menggunakan metode pasteurisasi dan sinar UV didapatkan hasil kadar alkohol disajikan pada gambar 4.



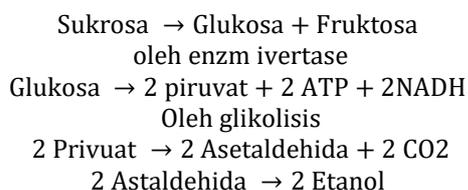
Gambar 4. Hasil pengujian kadar alkohol

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa Konsentrasi alkohol setelah pasteurisasi di suhu 60 °C selama 30 menit dan sinar UV terdapat kenaikan hasil konsentrasi tiap harinya jika dibandingkan dengan kontrol tiap harinya mengalami penurunan dikarenakan pada proses sinar UV dan pasteurisasi hanya mengalami penurunan kinerja mikroba tetapi

masih memproduksi alkohol. Pada pengontrol yang dipakai mengalami penurunan konsentrasi alkohol di sebabkan oleh alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri *Acetobacter aceti*. (Manzil & Pambudiarto, 2024). Sedangkan proses pasteurisasi menyebabkan mikroba, seperti bakteri, menjadi tidak aktif, sehingga kemampuan bakteri untuk mengubah

glukosa menjadi alkohol menjadi sangat terhambat. Pada kondisi normal, bakteri yang terlibat dalam fermentasi akan mengubah glukosa menjadi alkohol melalui proses metabolisme (Rifdah dkk., 2022). Namun, ketika proses pasteurisasi diterapkan, suhu yang cukup tinggi menginaktivasi bakteri tersebut, menghentikan aktivitas fermentasi, dan mencegah produksi alkohol lebih lanjut. Dengan demikian, pasteurisasi tidak hanya menghambat pertumbuhan bakteri patogen, tetapi juga mengontrol proses fermentasi yang tidak diinginkan pada produk yang dihasilkan.

Bakteri yang mengubah glukosa menjadi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Bakteri *Saccharomyces cerevisiae* adalah sejenis jamur yang memiliki sel tunggal dan termasuk dalam kelompok khamir. Mikroorganisme ini biasanya dimanfaatkan diberbagai proses fermentasi, seperti pembuatan roti, bir, dan anggur (Khazalina, 2020). Pada produksi alkohol, perubahan gula menjadi alkohol dan karbon dioksida melalui serangkaian reaksi kimia. Reaksi ini terjadi tanpa adanya oksigen (anaerob). Perubahan legem menjadi alkohol dikarenakan legem mengandung gula alami terutama sukrosa. Ragi memiliki enzim invertase yang mampu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, dua jenis gula sederhana yang lebih mudah difermentasi. Glukosa yang dihasilkan kemudian masuk kedalam proses glikolisis. Dalam proses glikolisis, molekul glukosa dipecah menjadi dua molekul piruvat sambil menghasilkan sedikit energi dalam bentuk ATP dan molekul pembawa elektron NADH. Selain itu, karena reaksi ini terjadi karena tanpa adanya oksigen (anaerob), piruvat tidak dapat masuk ke siklus Krebs (van Aalst et al., 2022). Maka dari itu, sebagai gantinya piruvat diubah menjadi alaldehida lalu berubah menjadi etanol (alkohol). Proses ini juga menghasilkan NAD⁺ yang diperlukan untuk melanjutkan glikolisis (Hotijah dkk., 2020).



Pada proses fermentasi nira ini mikroorganisme yang sering terlibat dalam fermentasi adalah bakteri aerob, anaerob dan asam laktat, yang memiliki potensi peran dalam pembusukan. Dalam lingkungan tertentu mereka dapat mengurai bahan organik menjadi senyawa lain, yang dapat berbahaya dan menghasilkan bau tidak sedap (Merdelane, 2019)

Selain kadar alkohol didapatkan penelitian ini melakukan uji jumlah cemaran mikroba menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan satuan CFU disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil jumlah mikroba pada legem

HARI KE-	Kontrol	Pasteurisasi	Sinar UV
1	5.500	180.000	236.000
3	15.800	435.250	491.700
5	1.075.000	546.750	630.450
7	14.900.000	588.250	363.800
9	23.600.000	808.250	531.850
11	44.000.000	794.750	849.500

Pada Tabel 1. Menunjukkan bahwa hasil penghambatan mikroba dengan menggunakan metode pasteurisasi dapat menurunkan jumlah mikroorganisme dalam minuman (Putranto dkk., 2022). Suhu memegang peranan krusial dalam pertumbuhan mikroorganisme. Pada kondisi suhu ruang, mikroorganisme cenderung berkembang biak dengan cepat karena suhu tersebut biasanya mendekati suhu optimal untuk aktivitas metabolisme mereka. Sebaliknya, suhu yang lebih rendah atau lebih tinggi, seperti dalam penyimpanan dingin, dapat memperlambat atau menghentikan pertumbuhan mikroorganisme (Patil & Ram, 2020). Oleh karena itu, pengendalian suhu, seperti melalui proses pasteurisasi atau penyimpanan dingin, merupakan peranan penting untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memastikan keamanan serta kualitas produk. Pada suhu 60 °C, protein dalam sel mikroba mengalami perubahan bentuk yang disebut denaturasi, yang merusak struktur tiga dimensi mereka. Akibatnya, enzim-enzim yang penting dalam metabolisme mikroba, termasuk enzim pencernaan dan enzim yang terlibat dalam produksi energi, menjadi tidak aktif dan kehilangan kemampuannya untuk menjalankan fungsinya (Sugoro & Tetriana, 2014).

Pengendalian mikroorganisme yang menyebabkan kontaminasi dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan sifat bahan. Secara mekanis, dapat dilakukan melalui proses penyaringan, secara kimia dengan penggunaan desinfektan, dan secara fisik melalui metode seperti pemanasan, sinar ultraviolet, sinar-X, serta metode lainnya. Di dalam ruang, biasanya digunakan radiasi sinar ultraviolet, penyaringan udara, atau penyemprotan menggunakan bahan kimia tertentu. Radiasi sinar ultraviolet mampu membunuh mikroorganisme pada panjang gelombang antara 220 hingga 290 nm, dengan panjang gelombang yang paling efektif adalah 253,7 nm. Kelemahan radiasi sinar ultraviolet adalah daya penetrasinya yang rendah. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, bahan yang akan disterilkan harus berada di bawah sinar ultraviolet. Durasi penyinaran bergantung pada luas area, jarak, intensitas, dan jenis bakteri itu sendiri (Ariyadi, T. Dewi, 2011).

4. KESIMPULAN

Pada penelitian kali ini digunakan perbandingan metode pasteurisasi dan sinar UV didapatkan kondisi optimal pada pasteurisasi pada suhu 60 °C dengan kenaikan rata-rata perharinya 25,2632% sedangkan kenaikan pada perlakuan sinar UV didapatkan kenaikan rata-rata perharinya 22,8956%. dari 2 metode tersebut bahwa metode yang lebih efisien yaitu menggunakan metode sinar UV. Melihat hasil lama penyimpanannya maka umur penyimpanan legen menggunakan pasteurisasi dan sinar UV bisa memperpanjang umur, namun jika dengan kadar alkohol yang didapatkan minuman legen tidak dapat di konsumsi di karenakan melebihi batas MUI yang di terapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anal, A. K. (2019). Quality Ingredients And Safety Concerns For Traditional Fermented Foods And Beverages From Asia: A Review. *Fermentation*.
- Ariyadi, T. Dewi, S. S. (2011). Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Bacillus Sp. Sebagai Bakteri Kontaminan. *Jurnal Kesehatan*.
- Devi Arinda, I. (2015). Pengaruh Daya Dan Lama Penyinaran Sinar Ultraviolet-C Terhadap Total Mikroba Sari Buah Salak Pondoh Effects Of Power Lights And Time Ultraviolet-C Irradiation On Microbial Population Of Snake Fruit Pondoh (Salacca Edulis) Fruit Juice. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*.
- Diston, D., Ebdon, J. E., & Taylor, H. D. (2012). *The Effect Of Uv-C Radiation (254 Nm) On Candidate Microbial Source Tracking Phages Infecting A Human- Speci Fi C Strain Of Bacteroides Fragilis*.
- Fauziah, W. N. (2015). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun, Kulit Dan Biji Kelengkeng (Euphoria Longanl.) Terhadap Pertumbuhan Saccharomyces Cerevisiae Dan Lactobacillus Plantarum Penyebab Kerusakan Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.). In *Ekp* (Vol. 13, Issue 3). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gusti, M. A., Widjanarko, S. B., & Sriherfyna, F. H. (2016). Pengaruh Proporsi (Nira : Air) Dan Proses Pasteurisasi Terhadap Kualitas Minuman Legen Dalam Kemasan The Influence Of Proportion (Palm Juice : Water) And Pasteurisation Prossesing On The Quality Of Legen Drink In A Cup. *Penelitian*.
- Hebbar, K. B., Pandiselvam, R., Manikantan, M. R., Arivalagan, M., Beegum, S., & Chowdappa, P. (2018). Palm Sap—Quality Profiles, Fermentation Chemistry, And Preservation Methods. *Sugar Tech*.
- Hotijah, S., Rofieq, A., & Wahyuni, S. (2020). Pengaruh Waktu Penyadapan Nira Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.).
- Imron, S., Nugroho, W. A., & Hendrawan, Y. (2015). Efektivitas Penundaan Proses Fermentasi Pada Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.) Dengan Metode Penyinaran Ultraviolet Delay Effectiveness Fermentation Process On Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.) With Ultraviolet Irradiation Method. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*.
- Khazalina, T. (2020). Saccharomyces Cerevisiae In Making Halal Products Based On Conventional Biotechnology And Genetic Engineering. *Journal Of Halal Product And Research*.
- Khurniyati, M. I., Estiasih, T., Korespondensi, P., Beauty, R., Beauty, R., & Beauty, R. (2015). Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat Dan Kondisi Paseurisasi (Suhu Dan Waktu) Terhadap Karakteristik Minuman Sari Apel Berbagai Varietas : Kajian Pustaka Effect Of Concentration Sodium Benzoate And Pasteurization (Temperature And Time) On Characterist. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*.
- Manzil, L. D., & Pambudiarto, B. A. (2024). *Studi Reaksi Fermentasi Pada Minuman Legen Study Of Fermentation Reactions In Legen Drinks*.
- Merdelane, M. (2019). Fase Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat (Bal) Tempoyak Asal Jambi Yang Disimpan Pada Suhu Kamar. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Moirangthem, R., Gamage, M. N., & Rokita, S. E. (2023). *Dynamic Accumulation Of Cyclobutane Pyrimidine Dimers And Its Response To Changes In Dna Conformation*.
- Nabila, F., Handayani, B. R., & Amaro, M. (2020). *Pengaruh Lama Pasteurisasi Terhadap Mutu Nira Aren Pada Penyimpanan Suhu Dingin*. 50.
- Of, C., Drink, L. P., Foam, F., & Drying, M. (N.D.). *Karakteristik Minuman Serbuk Legen-Rosella Characteristics Of Legen-Rosela Powder Drink From Foam Mat Drying Method*.
- Patil, V., & Ram, M. (2020). Effect Of Thermal Pasteurization On Shelf Life And Quality Of Kalparasa (Coconut Sap).
- Puspita Sari, S. D., Kurnia Hartati, F., Sigit Suchahyo, B., & Rahmiati, R. (2023). Nutrition, Antioxidant And Organoleptic Activities Of Legen Drink (Borassus Flabellifer L.) At Different Temperature And Storage Time. *Demeter: Journal Of Farming And Agriculture*.
- Putranto, A. W., Priyanto, A. D., Estiasih, T., &

- Sanjaya, A. (2022). *Optimasi Waktu Pemanasan Awal Dan Waktu Pasteurisasi Pef Terhadap Asam Lemak Bebas , Vitamin C , Dan Ph Pada Pengolahan Susu.*
- Rabbani, A., Ayyash, M., D'costa, C. D. C., Chen, G., Xu, Y., & Kamal-Eldin, A. (2025). Effect Of Heat Pasteurization And Sterilization On Milk Safety, Composition, Sensory Properties, And Nutritional Quality. *Foods.*
- Rifdah, R., Kalsum, U., & Anugrah, I. S. (2022). P Pengaruh Saccharomyces Cerevisiae Terhadap Kadar Etanol Dari Kulit Nanas Secara Fermentasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika.*
- Risky, D. P. V., Ratnawati, I. G. A., & Kawuri, R. (2021). Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Enterotoxigenic E.Coli (Etec) Penyebab Penyakit Diare. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar.*
- Sugoro, I., & Tetriana, D. (2014). *Kadar Protein Klebsiella Pneumoniae Hasil Pemanasan 65 ° C.*
- Susanti, S. F., Arifin, M. S., Nugini, P., Tenggara, A., & Pohon, T. (2021). *Muhammad Samsul Arifin.*
- Takaya, M., Ohwada, T., & Oda, Y. (2021). Conventional Bread Making With A Mixture Of The Yeast Hanseniaspora Vineae And The Baker's Yeast Saccharomyces Cerevisiae For Improved Quality. *Food Science And Technology Research.*
- Van Aalst, A. C. A., Mans, R., & Pronk, J. T. (2022). An Engineered Non-Oxidative Glycolytic Bypass Based On Calvin-Cycle Enzymes Enables Anaerobic Co-Fermentation Of Glucose And Sorbitol By Saccharomyces Cerevisiae. *Biotechnology For Biofuels And Bioproducts*