KAJIAN PERBEDAAN KONDISI FERMENTASI DAN KONSENTRASI INOKULUM PADA PEMBUATAN CUKA ANGGUR (*Vitis vinifera L.)*

Study of Differences in Fermentation Conditions and Inoculum Concentration in the Manufacturing of Grape Vinegar (Vitis Vinifera L.*)*

Marchell Aditya Pratama[1], **Warkoyo Warkoyo**[2], **Mujianto Mujianto**[3]
Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No.246, Kota Malang, Jawa Timur 65144
E-mail : adityamarchell@webmail.umm.ac.id

ABSTRAK

Di Indonesia buah anggur (*Vitis vinifera* L.) banyak ditanam di daerah dataran rendah dengan produksi 11.905 Ton pertahun 2020 dan terus meningkat. Buah anggur mudah busuk harus diolah menjadi berbagai produk meskipun anggur bukan termasuk dalam komoditas buah yang produksinya besar di Indonesia. Namun, sesuai data tahun 2020 Indonesia melakukan impor anggur sekitar 70.000 ton. Kandungan buah anggur segar dalam 100 gram yaitu energi 69 kkal, kadar air 88%, serat 1%, karbohidrat 18,1 gram, protein 0,72 gram, lemak 0,16 gram dan kaya antioksidan. Hal tersebut menjadikan tanaman ini berpotensi untuk diolah menjadi produk pangan fungsional yakni cuka anggur. Cuka anggur telah diteliti memiliki efek antioksidan dan antimikroba. Tujuan review ini adalah untuk mengetahui perbedaan kondisi fermentasi dan konsentrasi inokulum pembuatan cuka anggur. Metoda yang digunakan adalah penelusuran artikel berbentuk jurnal nasional maupun internasional dalam google scholar dan sciencedirect dengan kata kunci inokulum, vinegar/cuka, anggur dan fermentasi. Hasil review yang didapatkan menunjukkan bahwa perbedaan kondisi fermentasi (pH, Waktu, Oksigen) dan konsentrasi inokulum dapat berpengaruh pada produk. Kondisi fermentasi yang paling baik terjadi dalam keadaan asam, proses terjadi dengan menggunakan oksigen, lama waktu proses disesuaikan dengan mikroba yang digunakan dan konsentrasi inokulum yang digunakan yakni 5-15% atau sampai dengan 20%. Kesimpulan review ini adalah perbedaan kondisi fermentasi dan konsentrasi inokulum pada pembuatan cuka berpengaruh pada produk cuka anggur.

Kata Kunci : Anggur, Antioksidan, Fermentasi, Pangan Fungsional, *Vinegar*

ABSTRACT

In Indonesia, grapes (*Vitis vinifera* L.) are widely planted in lowland areas with production of 11,905 tons per year in 2020 and continues to increase. Grapes that rot easily must be processed into various products even though grapes are not one of the fruit commodities with large production in Indonesia. However, according to 2020 data, Indonesia imported around 70,000 tons of grapes. The content of fresh grapes in 100 grams is 69 kcal energy, 88% water content, 1% fiber,

18.1 grams carbohydrates, 0.72 grams protein, 0.16 grams fat and rich in antioxidants. The abundant content of grapes makes this plant have the potential to be processed into a functional food product, namely grape vinegar. Wine vinegar has been studied to have antioxidant and antimicrobial effects. The purpose of writing this review is to determine differences in fermentation conditions and inoculum concentrations for making wine vinegar. The method used is searching for articles in the form of national and international journals in Google Scholar and ScienceDirect with the keywords inoculum, vinegar, wine and fermentation. The review results obtained show that differences in fermentation conditions (pH, time, oxygen) and inoculum concentration can have an effect on the product. The fermentation conditions are acidic, with oxygen and the length of time is appropriate to the microbes used. The inoculum concentration used is 5-15% or up to 20%. The conclusion of this review is that differences in fermentation conditions and inoculum concentrations in vinegar production have an effect on wine vinegar products.

Keywords: Wine, Antioxidants, Fermentation, Functional Food, Vinegar

Pendahuluan

Bakteri asam asetat pertama kali diketahui menyebabkan pembusukan anggur pada abad ke 19. Kemampuannya untuk mengoksidasi etanol menjadi asam asetat menyebabkan pembusukan anggur dan merupakan inti dari produksi cuka komersial. Anggur adalah buah yang telah banyak dikenal dan mudah ditemukan hampir diseluruh dunia. Dalam bahasa latin buah anggur dikenal dengan *Vitis vinefera* atau *Vitis labrusca*. Buah ini termasuk tanaman buah berupa perdu yang merambat dan digolongkan dalam keluarga vitaceae. Di Indonesia buah anggur (*V. vinifera L.*) banyak ditanam di daerah dataran rendah seperti di daerah Jawa Timur (Probolinggo, Pasuruan, Situbondo), Bali dan Kupang (NTT). Selain itu anggur juga mengandung sejumlah vitamin yaitu vitamin C, B6, K dan B1. Kandungan buah anggur segar dalam 100 gram yaitu energi 69 kkal, kadar air 88%, serat 1%, karbohidrat 18,1 gram, protein 0,72 gram, lemak 0,16 gram dan kaya akan antioksidan dan sebagai pelindung sel dari radikal bebas.

Berbagai kandungan yang dimiliki oleh buah anggur segar menjadikan tanaman ini berpotensi untuk diolah menjadi produk pangan fungsional (Idayanti dkk. (2022) yang memiliki efek pada kesehatan dan memiliki nilai tambah di masyarakat, salah satunya yaitu cuka anggur. Beberapa penelitian menyebutkan

bahwa cuka anggur memiliki banyak fungsi yakni sebagai pencegah aterosklerosis (Vermitia dkk. (2018)), antimikroba dan antioksidan yang bisa membantu menurunkan kadar glukosa darah (Kahraman dkk. (2021) juga menurunkan berat badan dan kadar kolesterol (Mariana *et al*., (2019) dan Rui Yan *et al*, (2020) dalam Idayanti, (2022). Bahkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kelebek et. al (2017), cuka anggur menunjukkan aktivitas antioksidan dan antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan dengan cuka apel.

Kualitas cuka anggur ini dapat dipengaruhi oleh beberapa perlakuan pada saat pengolahan (Sarifuddin, (2007)). Dalam proses pengolahan cuka anggur ini terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain yaitu pemilihan mikroba yang produktivitasnya tinggi dan mempunyai rasa yang enak. Kualitas bahan dasar, dimana semua bahan yang dapat difermentasikan menjadi alkohol bisa dari jus, dari buah-buahan, seperti buah apel, anggur, jeruk, bahan-bahan yang mengandung gula, bir dan wine. Fermentasi oleh *yeas*t, dimana *yeast* yang dipakai harus diseleksi untuk melihat tingkat keasaman, dimana kadar alkohol terbaik dan dapat segera difermentasikan. Media pendukung, digunakan untuk memperluas luas permukaan yang berhubungan dengan udara serta tempat melekatnya koloni bakteri asam cuka sehingga proses fermentasinya menjadi lebih cepat, dan yang terakhir adalah suhu dan lamanya fermentasi menjadi acuan terhadap kualitas dari pembuatan cuka anggur.

Metodologi

Dalam penulisan artikel ini metode yang digunakan adalah telusur pustaka. Penelusuran pustaka dilakukan dengan beberapa tahap, yakni tahap pertama pencarian menggunakan google scholar dengan kata kunci kondisi fermentasi pembuatan cuka anggur sebanyak 1050 artikel di google scholar dengan spesifikasi tahun dimulai dari 2019. Namun, artikel tersebut tidak banyak membahas mengenai cuka anggur, sehingga hanya dipilih beberapa yang memang memiliki sedikit pembahasan yang dapat menjadi pendukung dalam penulisan artikel ini.

Kemudian tahap yang kedua yakni pencarian jurnal dalam *sciencedirect* yang menampilkan beberapa jurnal terkait kata kunci inokulum, vinegar/cuka, anggur dan fermentasi. Pemilihan jurnal yang digunakan dilakukan berdasarkan kesesuaian pembahasan dan hasil yang didapatkan dengan kata kunci dan judul artikel.

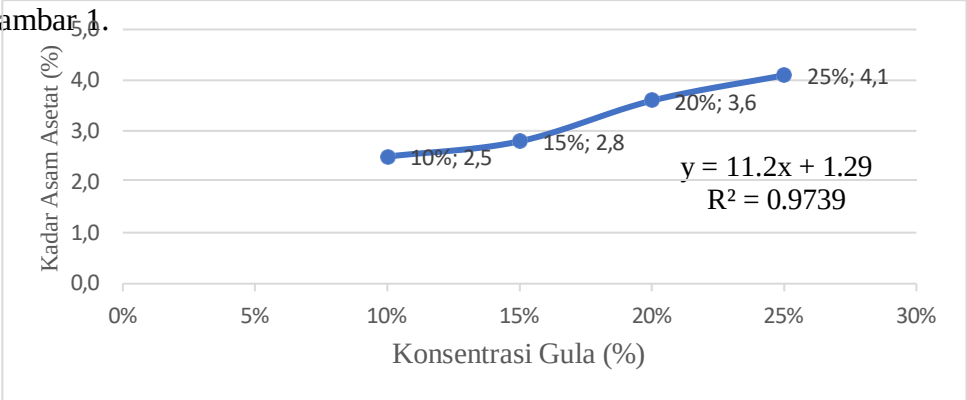
Hasil dan Pembahasan

Vinegar atau yang biasa disebut dengan cuka (CH_3COOH)) adalah larutan asam asetat dan konstituen lainnya dan diketahui sebagai sebagai bumbu (Wu, *et al*. (2012)) dan pengawet makanan (Chen, Q., *et al.* (2013)). Cuka sudah digunakan sejak lebih dari 10.000 tahun yang lalu. Cuka juga dikenal oleh peradaban kuno dan digunakan dalam pengobatan tradisional dalam pengobatan luka (Budak, H.N., Ertekin Filiz, B., Sesli Çetin, E., & Gökırmaklı, Ç. (2022)), serta sebagai bahan pencuci tangan, untuk mencegah infeksi. Saat ini, cuka banyak digunakan dalam pembuatan acar, saus salad, dan produk makanan lainnya. Cuka juga dikenal karena sifat fungsionalnya, seperti aktivitas antibakteri, penurunan tekanan darah, aktivitas antioksidan, pengurangan efek diabetes dan pencegahan penyakit kardiovaskular (Budak *et al*, (2014)).

Pada pembuatan cuka dengan "metode cepat" diketahui mikroba yang aktif adalah *Bacterium schutzenbach* dan *B. curvum*. Sedangkan *Acetobacter aceti*, *A. rancens, A. xylinum* dapat diisolasi dari starter vinegar aktif pada "methoda lambat" (slow method). *Bacterium orleanensis* dapat berperan pada methoda ini. Dalam praktek tidak digunakan biakan murni bakteri asam asetat (Antoniewicz *et al*, (2022)). Cuka dibuat melalui 2 tahapan fermentasi yang dilakukan secara terpisah.

Pertama, fermentasi alkohol yaitu glukosa diubah menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob. Kedua, yaitu fermentasi asam asetat oleh *A. aceti* yang mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat secara aerob.

Seperti yang dikemukakan oleh Naully, dkk (2023) dalam penelitiannya terkait kulit semangka bahwa glukosa alami yang berasal dari albedo semangka dapat digunakan oleh *S. cerevisiae* untuk melakukan fermentasi dan dilanjutkan dengan *A. aceti*. Cuka merupakan produk hasil fermentasi dari buah yang mengandung gula. Gula tersebut mengalami proses fermentasi alkohol dengan bantuan bakteri anaerobik menjadi etanol. Etanol mengalami proses oksidasi menjadi asam asetat dengan bantuan bakteri aerob dan oksigen (Chen, G. L., *et al*. (2023); Graham, K. (2024); Ezemba, C., *et al* (2021). Sehingga, untuk menghasilkan vinegar dengan konsentrasi asam asetat yang diinginkan, substrat dengan kandungan gula yang rendah dapat ditambah dengan gula dari bahan lain atau dipekatkan melalui proses penguapan. Hal itu disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan maka asam asetat yang dihasilkannya pun semakin tinggi. Namun, perlu diperhatikan pada saat penambahan gula karena konsentrasi subtract yang terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan dalam proses fermentasi bakteri *S. cereviceae* yang akan mengubah gula menjadi produk etanol. Selain itu, spesies dari genus *Acetobacter* terutama juga bertanggung jawab atas produksi permukaan cuka secara tradisional, dengan kandungan akhir asam asetat tidak melebihi 8% (ambang batas asam asetat untuk bakteri ini). Sebagaimana hasil penelitian Januaresti dkk (2016) yang tertera pada Gambar 1.



Grafik 1. Pengaruh konsentrasi gula terhadap kadar asam asetat pada cuka anggur (Januaresti. (2016))

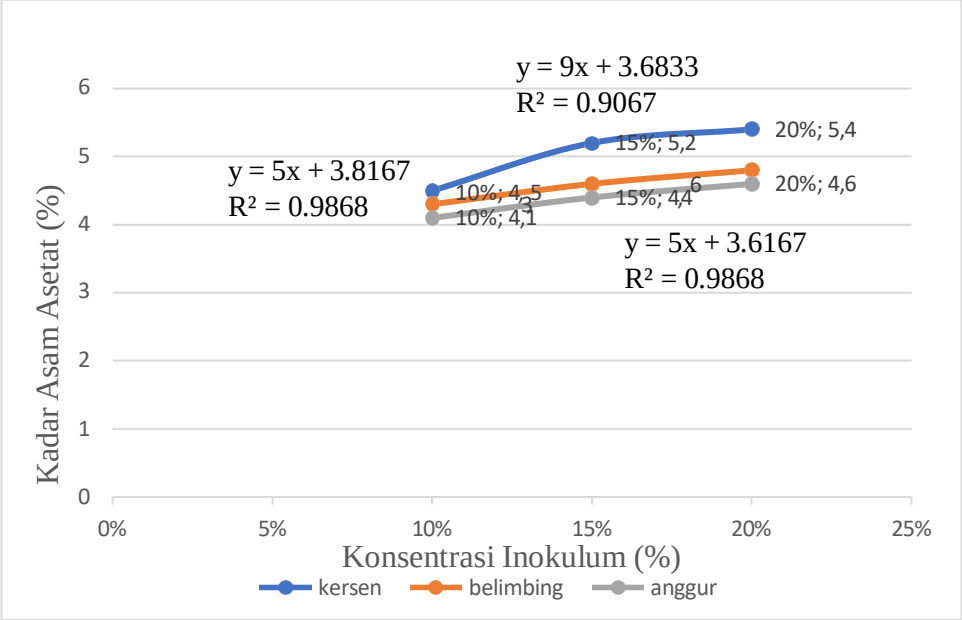
Pada proses fermentasi dengan bakteri Saccharomyces waktu fermentasi yang digunakan lebih dari 48 jam dapat menyebabkan hasil pertumbuhan sel cenderung konstan bahkan menurun (Cahyaningtiyas, et al., (2023)). Hal tersebut disebabkan oleh mikroba yang mengalami fase stationer lalu fase kematian akibat alkohol yang dihasilkan semakin banyak dan makanan mikroba semakin menurun. Sedangkan, bakteri *A. aceti* memiliki waktu optimum yaitu hari ke-7 kemudian mengalami penurunan kadar asam asetat pada hari ke-10 dan ke-13 yang disebabkan oleh kecepatan pembentukan produk yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena produk yang menghambat reaksi penguraian alkohol menjadi asam asetat, dalam proses fermentasi semakin lama waktu yang digunakan dalam proses fermentasi akan semakin tinggi produk yang dihasilkan. Dalam proses fermentasi, peningkatan suhu mencapai 40ºC dapat mempercepat produksi awal etanol. (Fitria dan Lindasari, 2021). Sedangkan bakteri asam asetat menurut Garcia, *et al*. (2011) bersifat mesofilik tetapi tidak dapat tumbuh pada suhu di atas 35°C. Mereka bersifat aerobik masa inkubasi 24 hingga 36 jam, atau bahkan 48 jam jika diperlukan. (Garcia, *Et al*. (2011))

$$C_6H_{12}O_6 = 2CO_6 + 2C_2H_5OH$$

$$2C_2H_5OH + 2O_2 = 2CH_3COOH + 2H_2O$$

Kadar alkohol yang dihasilkan oleh berbagai perlakuan cukup baik untuk selanjutnya diubah menjadi asam asetat, namun untuk menghasilkan cuka anggur dengan kualitas yang baik diperlukan kadar alkohol sebesar 8%. Sedangkan menurut Hotmaka dalam Zubaidah, E., dan Veronica, C (2010) kadar alkohol yang baik digunakan sebagai substrat dalam fermentasi asam asetat sebesar 5-7%.

Dalam Penelitian yang dilakukan oleh Idayanti (2022) dijelaskan bahwa persen kadar alkohol pada beberapa buah menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Pada jurnalnya disebutkan bahwa pada persen kadar alkohol pada buah kersen adalah sebesar 12,86±0,028, pada buah belimbing adalah 11,65±0,071 dan pada buah anggur adalah 10,04±0,014. Persen kadar alkohol pada buah kersen lebih banyak dibandingkan buah belimbing, kemudian disusul buah anggur. Hal ini berbanding lurus dengan kadar asam asetat buah kersen yang kadarnya paling tinggi, disusul oleh buah belimbing, kemudian buah anggur.



Grafik 2.Kadar asam asetat pada buah kersen, belimbing, anggur (Idayanti (2022))

Pada percobaan pembuatan cuka buah kersen dengan memakai konsentrasi *A. aceti* 20 % mampu menghasilkan konsentrasi asam asetat yang paling tinggi yaitu sebesar 5,40% (Idayanti dkk (2022)). Menurut Pingkan (2003) dalam Januaresti dkk (2016) dan menurut Kasari dkk (2012), penambahan inokulum 10% menghasilkan asam asetat tertinggi dibandingkan dengan penambahan konsentrasi inokulum 5% dan 15%. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi inokulum 5%, enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang berperan aktif dalam fermentasi jumlahnya tidak mencukupi untuk mengubah substrat yang ada, sehingga laju pertumbuhan asam asetat rendah. Sedangkan pada konsentrasi 15% laju pembentukan asam asetatnya pun rendah, karena adanya konpetisi antara mikroorganisme dalam memanfaatkan nutrisi (substrat). Selain pernyataan beberapa peneliti sebelumnya, Putri dkk (2016) dalam jurnalnya menjelaskan bahwa penambahan inokulum sebanyak 10% dapat menghasilkan karakteristik cuka fermentasi terbaik dibandingkan dengan penambahan inokulum 15-20% selama 25 hari (Egbune.E.O. (2022)). Jumlah inokulum sebanyak 5-15% adalah yang paling baik untuk menghasilkan vinegar berbahan sari buah dengan kadar asam asetat sesuai standar SNI. Sementara itu lama fermentasi asam asetat yang dilakukan juga akan mempengaruhi terhadap banyak sedikitnya jumlah asam asetat yang dihasilkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurismanto dkk, (2014) pada pembuatan cuka pisang kapok yaitu dengan perlakuan pada kombinasi yang ditambahkan inokulum *S. cerevisiae* serta inokulum *A. aceti*, penambahan diberikan sebanyak 15%, dimana waktu fermentasi alcohol yaitu sepanjang 10 hari serta 16 hari digunakan sebagai waktu fermentasi asam asetat. Konsentrasi asam total dari cuka pisang kepok tersebut yaitu 4,325%. Proses fermentasi alkohol dilakukan pada keadaan anaerob.

Dalam proses fermentasi gula, produk asam asetat yang tinggi dihasilkan dari hasil oksidasi alcohol (Mas, et al. (2014)). Sehingga semakin tinggi kadar alkohol akan mengakibatkan peningkatan kadar asam asetat yang diperoleh. Dalam kondisi aerobik, bakteri mengubah etanol yang dioksidasi menjadi asetaldehida oleh alkohol dehidrogenase (ADH) dan kemudian asetaldehida dioksidasi lebih lanjut menjadi asam asetat (Yin, et al. (2017)). *Acetobacter aceti* mempunyai peranan dalam melakukan perombakan alcohol untuk dijadikan asam asetat (Januaresti dkk, 2016) penambahan konsentrasi inoculum *A. aceti* yang semakin tinggi akan mengakibatkan berkurangnya kadar alkohol. Namun, konsentrasinya selalu dipertahankan antara 0,5 dan 1% dalam cuka.

Faktor yang paling berpengaruh dalam proses fermentasi adalah banyaknya inokulum yang ditambahkan. Semakin besar jumlah inokulum yang ditambahkan maka akan semakin besar konsentrasi produk yang didapatkan. Hal ini juga sejalan dengan produk gula atau alcohol yang diproses dalam fermenasi. Sedangkan hasil fermentasi yang tinggi merupakan akibat dari kegiatan bakteri sebelum, selama dan sesudah fermentasi karena terjadinya oksidasi alkohol dan perombakan bakteri terhadap gula, asam sitrat, gliserol dan lainnya.

Faktor lain yang mempengaruhi proses fermentasi adalah keasaman, yang akan berpengaruh pada pertumbuhan bakteri. Kondisi basa perlu dihindari agar bakteri tetap tumbuh dengan mempertahankan pH pada angka 3,5 – 6,5 (produksi paling maksimal pada pH 4,5) (Padan, E., Bibi, E., Ito, M., & Krulwich, T. A. (2005); Krulwich, T. A., Sachs, G., & Padan, E. (2011)). pH yang turun pada saat proses fermentasi diakibatkan oleh produk yang dihasilkan pada saaat proses fermentasi berlangsung. Sedangkan,apabila pH naik pada saat proses fermentasi, dapat diakibatkan oleh tumbuhnya bakteri lain dalam substrat frementasi akibat kontaminasi atau belum

maksimalnya proses pembentukan asam asetat dikarenakan konsentrasi bakteri sedikit. (Fitria dan Lindasari 2021).

Seperti yang diungkapkan oleh Wignyanto (2001) dalam Idayanti dkk (2022). perubahan nilai pH membuktikan terdapatnya alkohol yang dirombak untuk dijadikan asam asetat, perombakan ini mengakibatkan nilai pH mempunyai kecenderungan turun. Penyebab penurunan pH ini adalah dikarenakan oleh terlepasnya ion H+ dari asam asetat yang didapatkan selama proses fermentasi asam asetat. Dalam penelitian yang dilakukan Idayanti dkk (2022) Nilai pH cuka buah kersen belimbing manis dan anggur merah yang dihasilkan berkisar antara 2,90-4,25. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi berjalan dengan baik karena pH tidak mencapai keadaan basa. Hal ini juga dijelaskan oleh Elevri dan Putra (2006) dalam Naibaho dkk (2017) bahwa pada penelitiannya terkait nira aren fermentasi secara optimal terjadi pada pH 4,5. Proses fermentasi terjadi dalam keadaan asam.

Karena bakteri asam asetat adalah bakteri aerob obligat, oksigen menjadi faktor pembatas pertumbuhannya. Namun, sejumlah bakteri asam asetat masih dapat tumbuh meskipun kondisi anaerobik selama fermentasi alkohol tidak mendukung pertumbuhannya. Hal ini menjelaskan mengapa setiap anggur yang terkena udara akan dengan cepat mengembangkan biofilm pada permukaannya yang sebagian besar terdiri dari bakteri asam asetat, meskipun ragi juga dapat tumbuh. Jelasnya, meskipun sejumlah oksigen diperlukan untuk pematangan anggur (Mas *et al*., 2002). Aktivitas bakteri asam asetat yang tidak terkendali dalam anggur pada akhirnya mengubahnya menjadi cuka (Ferreira, 2014).

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbedaan kondisi fermentasi dan konsentrasi inokulum pada pembuatan cuka berpengaruh pada produk cuka anggur. pH optimal yang digunakan adalah 3-4 kemudian ketersediaan oksigen juga perlu diperhatikan, mengingat proses pemecahan alkohol yang terjadi dalam proses fermentasi menggunakan oksigen dan lama proses yang dibutuhkan adalah tergantung dari mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi. Jumlah

inokulum yang ditambahkan untuk hasil terbaik adalah 5-15% atau sampai dengan 20%.

Referensi

Ali, Z., Wang, Z., Amir, R. M., Younas, S., Wali, A., Adowa, N., & Ayim, I. (2016). Potential Uses of Vinegar as a Medicine and Related in vivo Mechanisms. International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift fur Vitamin- und Ernahrungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition, 86(3-4), 127–151. https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000440

Antoniewicz, J., Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Bosiacki, M., Chlubek, D., and Janda, Katarzyna. (2021). *Analysis of Selected Minerals in Homemade Grape Vinegars Obtained by Spontaneous Fermentation*. Biological Trace Element Research 200:910–919. https://doi.org/10.1007/s12011-021-02671-9

Budak, H.N., Ertekin Filiz, B., Sesli Çetin, E., & Gökırmaklı, Ç. (2022). Antimicrobial activity of different kinds of traditional vinegar and its relationship with antioxidant properties. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology.

Budak, N. H., Aykin, Elif., Seydim, Atif C., Greene, Annel K., Seydim, Zeynep B. Guzel. (2014). *Functional properties of vinegar*. Journal of food science, 79(5) R757–R764A. Publication of the institute of food technologists.. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434..79

Cahyaningtiyas, Ardilya & Sindhuwati, Christyfani. (2023). *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Saccharomyces Cerevisiae pada Pembuatan Etanol dari Air Tebu dengan Proses Fermentasi*. Distilat: Jurnal Teknologi Separasi. 7. 89-94. 10.33795/distilat.v7i2.207.

Chen, G. L., Zheng, F. J., Lin, B., Yang, Y. X., Fang, X. C., Verma, K. K., & Yang, L. F. (2023). *Vinegar: A potential source of healthy and functional food with special reference to sugarcane vinegar*. Frontiers in nutrition, 10, 1145862. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1145862

Chen, Q., Liu, Aiping., Zhao, Jiewen., Ouyang, Qin., Sun, Zongbao., Huang, Lin. (2013). *Monitoring vinegar acetic fermentation using a colorimetric sensor array*. Elsevier Sensors and Actuators B: Chemical volume 183, 608-616. https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.04.033

Egbune, E.O., Anigboro, A.A., Edeche, G. et al. (2022). *Effect of Inoculum Size on Solid State Fermentation of Cassava (Manito esculenta Crantz)*. Chemistry Africa 6, 2911–2917 (2023). https://doi.org/10.1007/s42250-022-00434-0

Ezemba, Constance & Udoye, Ifunanya & Chidebe, Ogechi & Ezemba, Arinze & Osuala, Oluchi. (2021). Fermentation Process of Vinegar: Microbiological and Biochemical Analysis. 25-36.

Ferreira, M. Malfeito. (2014). *WINES Wine Spoilage Yeasts and Bacteria. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*. Academic Press : Pages 805-810.

Fitria, N dan Lindasari, E. (2021). *Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (Ananas cosmosus) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi* . Teknik Lingkungan : Itenas No.1, Vol. 9 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Sekolah Tinggi Analis Bakti, Bandung.

Garcia, L. María Dolores., Coronado, José M. López-Coronado., Ocana, Laura López., Fernandez, Federico Uruburu. (2011). *Molecular Wine Microbiology, Chapter 12 - Preservation of Microbial Strains in the Wine Industry*. Academic Press, Molecular Wine Microbiology : Pages 303-318. https://doi.org/10.1007/s10068-017-0283-z

Guiné, Raquel P. F., Maria João Barroca, Teodora Emilia Coldea, Elena Bartkiene, and Ofélia Anjos. (2021). "Apple Fermented Products: An Overview of Technology, Properties and Health Effects" Processes 9, no. 2: 223. https://doi.org/10.3390/pr902022

Hadi, A., Pourmasoumi, M., Najafgholizadeh, A., Clark, C. C. T., & Esmaillzadeh, A. (2021). *The effect of apple cider vinegar on lipid profiles and glycemic parameters: a systematic review and meta-analysis*

of randomized clinical trials. BMC complementary medicine and therapies, 21(1), 179. https://doi.org/10.1186/s12906-021-03351-w

Harvard T.H. Chan.school of public health. (2019). The Nutrition Source: Vinegar. 677 Huntington Avenue, Boston, MA 02115 https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/food-features/vinegar/

Idayanti, F dan Rosida, Dedin Finatsiyatull. (2022). *Karakteristik Fisikokimia Cuka Buah Kersen, Belimbing dan Anggur dengan Penambahan Konsentrasi Inokulum Acetobacter aceti*. AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, Vol.9 No.2 page: 365 – 384, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.

Januaresti A. Aldia., Ela, Turmala Sutrisno., dan Yusman Taufik. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Acetobacter Aceti dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Vinegar Murbei (Morus alba)*. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik : Universitas Pasundan, Bandung.

Johnston, C. S., & Gaas, C. A. (2006). *Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect*. MedGenMed : Medscape general medicine, 8(2), 61.

José M. Guillamón, jose, M and Albert Mas. (2011). *Molecular Wine Microbiology*. Chapter 9 - Acetic Acid Bacteria. Academic Press: Pages 227-255.

Kahraman, Hatice Ahu., Tutun, Hidayet., Keyvan, Erhan., Balkan, Burcu Menekse. (2021). *Bioactive components, antibacterial and antiradical properties of home-made apple and grape vinegar*. Ankara Univ Vet Fak Derg, 69 139-14. Faculty of Veterinary Medicine: Burdur Mehmet akif Ersoy University, Turkey.

Kasari, Novi., Iryani., dan Bahrizal. (2012). *Konversi Bioetanol Hasil Fermentasi dari Ubi Jalar Putih (Ipomoea batatas LAM.) Menjadi Asam Asetat menggunakan Acetobakter aceti*. Chemistry Journal of State University of Padang Page 39. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat. http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia.

Kate Graham . (2024). Fermentation In Food Chemistry. College of Saint Benedict/Saint John's University Fermentation in Food Chemistry. https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Biological_Chemistry/Fermentation_in_Food_Chemistry/01%3A_Modules/1.06%3A_Acetic_Acid_Fermentation

Kelebek, Hasim., Kadiroğlu, Pınar., Demican, Nur Banu and Selli, Serkan. (2017). *Screening of bioactive components in grape and apple vinegars: Antioxidant and antimicrobial potential.* Research article, The Institute of Brewing & Distilling. J. Inst. Brew. 2017; 123: 407–416

Komunitas Anggur Jakarta (KAJ), Asosiasi Penggiat Anggur Indonesia (ASPAI) dan Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. (2023). *Bimbingan Teknis (Bimtek) Pemanfaatan Lahan Terbatas Menanam Anggur di Perkotaan*. Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian, Badan Karantina Pertanian, Kementrian Pertanian Republik Indonesia : Jakarta.

Krulwich, T. A., Sachs, G., & Padan, E. (2011). Molecular aspects of bacterial pH sensing and homeostasis. Nature reviews. Microbiology, 9(5), 330–343. https://doi.org/10.1038/nrmicro2549

Luzón-Quintana, L. M., Castro, R., & Durán-Guerrero, E. (2021). Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production. Foods (Basel, Switzerland), 10(5), 945. https://doi.org/10.3390/foods10050945

Mas, A., Torija, M. J., Parilla, M. C. G., and Troncoso, A. M. (2014). *Acetic acid bacteria and the production and quality of wine vinegar*. TheScientificWorldJournal, 2014, 394671.

Naibaho, Netty Mari., Ramadhan, Achmad Fikry., Lisnawati, Andi., Rahman, Mujibu., Popang, Elisa Ginsel. (2017). *Fermentasi Sistem Aerob dan Anaerob dalam Pembuatan Cuka dari Nira Aren. Buletin Loupe*. Vol. 14 No. 01. Prodi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan: Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Naully, Patricia Gita., Nursidika, Perdina., Kania, Prina Puspa., Rachmawati, Firdha .,Taufik Gunawan. (2023). *Penerapan Teknologi Fermentasi Cuka Kulit Semangka untuk Mengatasi Permasalahan Limbah dan Kesehatan di Wilayah Pasar Induk Caringin.* Wikrama Parahita: Jurnal

Pengabdian Masyarakat Volume 7 Nomor 1 : 21-26. Program Studi Teknologi Laboratorium Medis (D4): Universitas Jenderal Achmad Yani, Jawa Barat. https://doi.org/10.30656/jpmwp.v7i1.5405

Nurismanto, R., T. Mulyani dan D.I.N. Tias. (2014). *Pembuatan Asam Cuka Pisang Kepok (Musaparadisiaca L.) dengan Kajian Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Inokulum (Acetobacteracetii)*. Jurnal Rekapangan. 8(2):149- 155.

Padan, E., Bibi, E., Ito, M., & Krulwich, T. A. (2005). *Alkaline pH homeostasis in bacteria: new insights. Biochimica et biophysica acta*, 1717(2), 67–88. https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2005.09.010

Putri, Anak Agung Sagung Inten Mahasari Putri., Putra, G.P. Ganda., Arnata, Wayan Arnata. (2016*). Pengaruh Penambahan Inokulum Saccharomyces Cerevisiae dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Cuka Fermentasi dari Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao (Theobrama Cacao L.). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* Vol. 4. No. 3. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud. Universitas Udayana, Bali.

Sarifuddin, A. (2007*). Pembuatan Vinegar Dari Limbah Cair Nata de Coco dengan Inokulum Acetobacteraceti dan Penambahan Tape Ketan*. ITB : Bandung.

Vermitia dan Wulan, A. J. (2018). *Potensi Anggur Merah (Vitis vinifera) sebagai Pencegahan Aterosklerosis* . J Agromedicine, Volume 5 Nomor 1. Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran : Universitas Lampung, Lampung

Wu, J. J., Ma, Y. K., Zhang, F. F., Chen, F. S. (2012). *Biodiversity of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in the fermentation of "Shanxi aged vinegar", a traditional Chinese vinegar*. Food Microbiol volume 30, Issue 1 pages 289-297. doi: 10.1016/j.fm.2011.08.010.

Wusnah, M., & Lestari, R. (2018). *Pembuatan Asam Asetat dari Air Cucian Kopi Robusta dan Arabika dengan Proses Fermentasi*.Jurnal Teknologi Kimia Unimal 7:1, 61 – 72. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik : Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe. http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk

Yin, X. Y., Zhong, W. K., Huo, J. Chang, X., and Yang, Z. H. (2017*). Production of vinegar using edible alcohol as feedstock through high efficient biotransformation by acetic acid bacteria*. Food science and biotechnology, 27(2), 519–524.

Zubaidah, E., dan Veronica, C. (2010). *Studi Aktivitas Antioksidan Cuka Berbasis Buah Anggur Bali (Vitis Vinifera) Utuh Dan Tanpa Kulit Antioxidant Activity Of Vinegar Based Bali Grapes (Vitis vinifera)*. Program Ilmu dan Teknologi Pangan : Universitas Brawijaya, Malang.