



Klorofil : Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan, Vol. (9) No. (2) 2025

ISSN: 2598-6015 (online)

DOI : <http://dx.doi.org/10.30821/kfl:jibt.v9i2.28327>

Jurnal Klorofil
Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan

Available online <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/klorofil>



Karakteristik Kualitas Cuka Aren (*Arenga pinnata Merr*) Tradisional Aceh Berdasarkan SNI 01-4371-1996

Masyitah¹

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Politeknik Indonesia Venezuela.

*Corresponding author: masyitah3181@gmail.com

ABSTRACT

Palm sap (*Arenga pinnata Merr*) is the main ingredient in traditional vinegar production. The result of the fermentation process of palm in the form of vinegar. This study aims to determine the quality of traditional palm vinegar (*Arenga pinnata*) typical of Aceh based on SNI 01-4371-1996. The type of research includes descriptive analysis. Testing the quality of palm vinegar includes acetic acid content, NaCl, alcohol content, test total sugar, the amount of dissolved solids, contamination of metals (Pb, Cu, Zn), arsenic contamination, microbial contamination, and pH. The results showed that the standard that meets on vinegar is the liquid form and acid odor, residue of alcohol 3,54%, contamination of metal Pb and Cu 0,20 mg/kg and 0,31 mg/kg, microbial contamination 1×10^{-1} , and no detection of arsenic contaminant. pH test 3,27. Standart that not meet are the total acetic acid content 0,18%, NaCl 0.06, the amount of dissolved solids 5,2 °Brix, and the contaminant of metals, Zinc (Zn) 2,76 mg/kg.

Keywords: characteristics, palm sap, vinegar, SNI.

PENDAHULUAN

Air nira khas aceh disebut juga dalam bahasa daerah Aceh 'Ie Joek' (air nira) merupakan cairan manis hasil penyadapan dari pohon aren atau enau (*Arenga pinnata Merr*). Masyarakat umumnya mengkonsumsi dalam keadaan segar karena terdapat banyak manfaat dan kasiat yang terkandung didalamnya. Air nira aren segar merupakan bahan utama dalam dalam pembuatan cuka tradisional Aceh, dapat mengalami perubahan melalui fermentasi alami menjadi tuak dapat menghasilkan alkohol kemudian lama kelamaan menjadi asam asetat (cuka) oleh bakteri asam laktat.

Cuka nira aren memiliki karakteristik yang khas dan sifat pengawetnya yang unggul dan tidak menimbulkan gangguan pada pencernaan. Cuka nira aren menjadi satu bumbu yang sangat umum digunakan dan di aplikasikan secara luas oleh masyarakat Aceh sebagai salah satu bumbu masakan seperti *sie reubob* (daging rebus), acar dan marinasi.

Proses fermentasi cuka melibatkan aktivitas ragi *Sacharomyces cereviceae* yang merubah gula menjadi alkohol, kemudian bakteri asam asetat mengubah menjadi asam asetat (Way et al., 2022). Fermentasi alkohol (28–32 °C, 7 hari) dan fermentasi asam asetat

(30–35 °C, 37 jam) (Li et al., 2016). Proses fermentasi alami air nira aren menjadi cuka aren menyebabkan nira menjadi rasa asam dan keruh.

Kualitas mutu cuka fermentasi dikaitkan dengan wilayah produksi, bahan baku, metode fermentasi, kondisi iklim, penyimpanannya dan lain-lain (G.L., Chen Zeng et al., 2023; Ho et al., 2017; Liu et al., 2019). Kriteria mutu pada cuka fermentasi berdasarkan SNI (SNI,1996) yang terdiri dari keadaan (bentuk, bau), kadar asetat min 4%, padatan terlarut mak 1,5 °Brix, NaCl min 30 %, total gula min 15 %, sisa alkohol mak 10 %, cemaran logam dan cemaran mikroba mak 50 *cfu/g*.

Beberapa hasil penelitian cuka yang berasal dari tanaman diantaranya hasil penelitian Hotijah et al, (2020) bahwa kualitas cuka nira siwalah dengan waktu penyadapan dan lama penyimpanan terbaik diperoleh dengan kadar gula 10%, pH, 4,1 dan kadar alkohol 1,7. %. Mahardina et al, (2020) kualitas cuka air kelapa yang diberikan ragi 7% selama penyimpanan 7 hari menghasilkan total asam 3,86 % dan Total Padatan Terlarut (TPT) diberi ragi 3% yaitu 2,03 °Brix. (Jonson et al., 2025; Ballini et al., 2023) menunjukkan hasil total bakteri cuka berkisar antara 5,3- 6,4 *log cfu mL*, jamur dan ragi berkisar antara 5,1- 6,8 *cfu mL-1* sedangkan hasil sampel cuka apel dengan konsentrasi bakteri asam laktat dengan 5,7 *log cfu mL-1*.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian kualitas cuka nira aren tradisional khas Aceh berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi. Hasil penelitian ini memberikan informasi yang penting terkait perubahan mutu cuka nira aren fermentasi sebagai bahan tambahan pangan dan bersifat pengawet.

METODE PENELITIAN

Pembuatan cuka nira aren. Pembuatan cuka nira aren diawali air nira aren segar dimasukkan kedalam botol yang berukuran 600 ml dan ditutup dengan rapat. Air nira aren disimpan pada suhu ruang selama ± 30 hari. Seluruh proses pembuatan dapat dibagi 2 tahapan yaitu tahap pertama, fermentasi alkohol dan tahap kedua, fermentasi asam asetat. Air nira aren yang telah berubah menjadi cuka nira aren ditandai dengan perubahan warna yang keruh, beraroma dan rasanya asam.

Analisis kualitas cuka nira aren. Pengujian mutu cuka nira aren berdasarkan SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi meliputi bentuk, kadar asetat, padatan terlarut, NaCl, total gula, cemaran logam (Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Seng (Zn), Arsen (As) dan cemaran mikrobiologis. **Total asam asetat.** Kadar dan jenis asam organik diukur menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). **NaCl.** Penentuan NaCl dalam cuka aren berdasarkan metode SNI 01-2891-1992 butir 15.1. **Total Gula Titrasi.** Total gula dalam cuka aren berdasarkan metode *The International Rice Research Institute/Laboratory Manual for*

Physiological Study at Rice (IRRI 1971). **Cemaran Logam.** Pembacaan absorbansi secara langsung dengan menggunakan alat spektrofotometer, serapan atom yang dilengkapi dengan *graphite furnace*. Cemaran logam dalam cuka aren berdasarkan metode SNI 01-2896-1998 butir 7. **Analisis Mikrobiologis.** Jumlah angka lempeng total (ALT) cuka aren berdasarkan SNI 01-2897-1992.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kualitas cuka nira aren berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 meliputi keadaan (bentuk,bau), kadar asam asetat, NaCl, Sisa alkohol, padatan terlarut, total gula, cemaran logam (Pb,Cu,Zn), cemaran mikroba, cemaran Arsen dan pH (tidak termasuk standar SNI) dapat dilihat pada Table 1

Pengujian bentuk dan bau.

Pengujian awal pada sampel cuka nira aren ini dilakukan uji keadaan meliputi bentuk dan bau. Hasil pengujian disajikan pada Tabel.1. cuka nira aren khas Aceh memiliki berbentuk cair encer, warna keruh dan memiliki bau yang khas sudah memenuhi persyaratan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi yaitu cairan encer, jernih, tidak berwarna dan bau khas asam asetat.

Bakteri asam asetat menghasilkan asam asetat yang merupakan komponen penting dalam pembentukan bau *vinegar* selama fermentasi alkohol (Wu, et al., 2024). Asam volatil merupakan komponen penting aroma

cuka dan asam asetat merupakan asam yang mudah menguap yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (Jie at al. 2024). Awal fermentasi kandungan asam volatil masih rendah tetapi meningkat signifikan selama fermentasi.

Tabel 1. Kualitas *Vinegar* Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*)

No	Kriteria	Unit	SNI 01-4371-1996	Hasil Uji Kualitas Cuka Aren	Keterangan
1.	Keadaan				
	- Bentuk	-	Cairan encer	Cairan encer	Memenuhi
	- Bau	-	Khas	Khas	Memenuhi
2.	Kadar asam asetat	% b/b	Min 4	0.18	Tidak memenuhi
3.	NaCl	%b/b	Min 30	0.06	Tidak memenuhi
4.	Sisa alkohol	% b/b	Maks 10	3.54	Memenuhi
5.	Padatan terlarut	°Brix	Maks 1,5	5.2	Tidak memenuhi
6.	Total gula	%b/b	Min 15	0.60	Memenuhi
7.	Cemaran logam	mg/kg	Maks 1	0.20	Memenuhi
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 5,0	0.31	Memenuhi
	- Tembaga(Cu)	mg/kg	Maks 2,0	2.76	Tidak Memenuhi
	- Seng (Zn)				
8.	Cemaran mikroba	<i>cfu/g</i>	Maks 50	1×10 ¹	Memenuhi
9.	Cemaran Arsen	mg/g	Maks 0,4	TD	Memenuhi
10.	pH				

Pengujian Asam Asetat.

Hasil yang diperoleh pengujian kadar asam asetat pada cuka nira aren khas Aceh yaitu 0,18 % b/b menunjukkan tidak memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 (BSN,1996) tentang cuka fermentasi yaitu min 4% b/b.

Penelitian sebelumnya menyatakan asam asetat sebagai komponen utama dalam cuka, biasanya sekitar 93% dari total

kandungan asam (Ousaaid et al.,2021; T. Xia et al., 2023). Senyawa organik ini berbentuk cairan jernih, berbau khas, menusuk, memiliki rasa asam yang tajam (Kemenkes RI, 2020). Fermentasi asam asetat dilakukan oleh bakteri asam asetat (*Acetic Acid Bacteria*) (Saichana et al.,2015; Song et al., 2022). Sifat asam senyawa ini dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan bertindak sebagai bahan pengawet. Bahan ini juga bersinergis terhadap antioksidan dalam mencegah ketengikan dan *browning* (Cahyadi, 2020). Pemberi ras asam dan aroma makanan (Wusnah et al., 2018).

Asam asetat menjadi bahan kimia yang telah lama diketahui oleh masyarakat. Produk cuka nira aren yang beredar dipasar tradisional tidak mencantumkan kadar asam asetat. Dalam makanan asam asetat bermanfaat dalam meningkatkan rasa, mengontrol pertumbuhan mikroba dan menurunkan pH dan bumbu seperti *sie reuboh* (daging rebus) khas Aceh Besar, marinasi, saus salad, acar dan sebagainya. Bahan pangan yang dikonsumsi harus mempunyai mutu yang baik, menyehatkan dan aman jika digunakan oleh masyarakat luas.

Pengujian NaCl.

Hasil yang diperoleh pengujian NaCl pada cuka nira aren khas Aceh yaitu 0,06 % b/b menunjukkan tidak memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 (BSN,1996) tentang cuka fermentasi yaitu min 30 % b/b.

Untuk mengatasi kekurangan NaCl dalam ditambahkan garam ke dalam cuka nira aren. Secara alami NaCl didalam cuka sangat sedikit atau hampir tidak terdeteksi, dikarenakan bahan utama cuka nira aren air dan asam asetat. (Sabahannur, 2020; Kresnasari, 2021) bahwa NaCl sebagai bahan pengawet karena dapat menghambat proses pembusukan,kadar garam (NaCl) yang tinggi menyebabkan mikroorganisme yang tidak tahan dan akan mati karena garam mampu menghambat mikroorganisme secara selektif. (Kim & Lee, 2021) NaCl bersifat antibakteri dan menghambat mikroba yang aman karena tidak bersifat toksik. Pengabungan asam asetat dan NaCl sebagai agen pengawet dapat memperpanjang masa simpan (Rahma, 2020).

Pengujian Sisa alkohol.

Hasil yang diperoleh pengujian sisa alkohol pada cuka nira aren khas aceh yaitu 3,54 % b/b menunjukkan sudah memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 (BSN,1996) tentang cuka fermentasi yaitu maks 10% b/b.

Aktivitas bakteri *Acetobacter aceti* yang merombak alkohol menjadi asam cuka menjadi lebih tinggi seiring bertambahnya waktu fermentasi (Fitria et al., 2021). Kadar alkohol cuka fermentasi cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao mengalami penurunan dikarenakan pada fermentasi aerob alkohol diubah oleh *Acetobacter aceti* (Dasa et al., 2017).

Etanol akan menurun seiring berjalannya fermentasi, etanol terus akan dirubah menjadi produk lain (Camelli et al.2016).

Kandungan alkohol terhadap kualitas cuka memberi berpengaruh terhadap flavour karena kandungan alkohol yang tinggi mengakibatkan dampak kurang baik bagi konsumen. Kondisi alergi yang dapat dirasakan seperti kepala pusing, jantung berdebar cepat anxiety, insomnia dll (Iyabo, 2019).

Pengujian Total Padatan Terlarut (TPT).

Hasil yang diperoleh pengujian padatan terlarut (TPT) pada cuka nira aren khas Aceh yaitu 5,2 °Brix menunjukkan tidak memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 (BSN,1996) tentang cuka fermentasi yaitu min 1,5 % °Brix.

Total padatan terlarut masih tinggi sehingga tidak memenuhi standar SNI, hal tersebut diduga kontaminan dari cuka nira aren yang penampakan kondisi keruh. Sampel cuka nira aren yang digunakan tidak melalui proses ekstraksi dan filtrasi. (Arianti et al., 2024) menunjukkan jumlah padatan terlarut pada cuka kurma belum memenuhi persyaratan SNI, hal ini dapat disebabkan masih adanya kontaminan yang terlihat dari kurang jernihnya cuka kurma yang dihasilkan. Proses penelitian dilakukan secara alami tanpa melalui ekstraksi dan filtrasi sehingga memungkinkan total padatan terlarut masih tinggi.

Total padatan terlarut cuka tersebut berkaitan dengan bahan baku yang digunakan, proses pengolahan dan proses fermentasi alkohol, gula yang digunakan oleh ragi yang mengakibatkan penurunan zat terlarut pada cuka (Silva et al, 2024). Total Padatan Terlarut (TPT) dalam cuka terdiri dari gula, asam organik dan asam amino berfungsi meningkatkan keasaman dan rasa (Chen, et al., 2012). Total padatan terlarut akan terus menurun yang diakibatkan oleh semakin berkurangnya sumber nutrisi dan substrat pada larutan, diduga dimanfaatkan oleh bakteri asam asetat sebagai sumber karbon.

Pengujian Total gula.

Hasil yang diperoleh pengujian total gula pada cuka nira aren khas Aceh yaitu 0,06 % b/b menunjukkan memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi yaitu min 15 % b/b.

Semakin lama penyimpanan menyebabkan kadar gula nira aren semakin menurun. Selama Proses fermentasi alami menjadikan gula sebagai substrat yang digunakan sebagai energi bagi pertumbuhan mikroorganisme. Selama proses fermentasi bakteri asam laktat dan khamir sangat berperan aktif dalam penguraian gula menjadi CO₂ dan asam organik. (Sholiha., 2025; Abdillah et al., 2014) menunjukkan total gula vinegar nira aren dengan lama fermentasi 15 hari sebesar 0,09%, hal ini dikarenakan semakin banyak glukosa

dirombak menjadi etanol, sehingga total gula pada vinegar nira aren terjadi penurunan selama proses fermentasi. (Xia et al. 2022) bahwa mikroba memetabolisme gula untuk menghasilkan asam laktat yang berfungsi sebagai substrat atau sumber nutrisi mikroorganisme.

Pengujian Cemaran Logam.

Hasil yang diperoleh pengujian Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada cuka nira aren khas Aceh yaitu 0,20 mg/g dan 0,31 mg/g *10 cfu/g* menunjukkan memenuhi standar SNI. Sedangkan untuk Seng (Zn) yaitu 2,76 mg/g menunjukkan tidak memenuhi. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi yaitu Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) masing-masing yaitu mak 1 mg/g, mak 5,0 mg/g dan mak 2,0 mg/g.

Kandungan logam seperti Pb, Cu dan Zn yang masih terdeteksi. Meskipun untuk Pb dan Cu sudah memenuhi standar dalam cuka fermentasi, dan kadar Zn tidak memenuhi standar. Keberadaan Pb, Cu dan Zn didalam cuka nira khas aceh diduga berasal dari lingkungan tanaman aren tumbuh, bahan baku nira, proses panen dan penyimpanan. (Arti et al., 2018; Ezez et al., 2024; Alamri et al., 2022; Erasmus et al., 2021) menyatakan logam adalah kontaminan kimia berbahaya yang mung terdapat didalam bahan makann akibat polusi lingkungan atau aktivitas pengolahan.

Keberadaan logam dapat disebabkan oleh penyerapan tanaman dari tanah, udara atau penggunaan air yang terkontaminasi, penggunaan peptisida dan pupuk, penanganan pasca panen, kontaminan bahan baku dan alat.

Namun demikian, cuka nira aren digunakan sebagai bahan marinasi untuk menurunkan kadar logam pada bahan pangan. (Manu et al., 2018) menunjukkan penurunan kadar logam Kadmium (Cd) pada udang melalui marinasi cuka nira aren mencapai 98,84%. (Olloe et al. 2022) bahwa kontaminasi logam kedalam tubuh manusia dapat terakumulasi dan menimbulkan gangguan kesehatan.

Pengujian Mikroba

Hasil yang diperoleh pengujian total mikroba pada cuka nira aren khas Aceh yaitu *10 cfu/g* menunjukkan memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi yaitu total mikroba mak 50 *cfu/g*.

Awal fermentasi, ragi secara aktif mengubah gula menjadi etanol, toleransi ragi menurun yang diakibatkan oleh meningkatnya etanol dan terjadinya endapan ragi (Maske et al. 2024). Keberadaan mikroba dalam cuka sangat dinamis, kompleks dan beragam. Bahan baku dan proses fermentasi alami mampu mengendalikan peran yang signifikan dalam hasil akhir cuka. Keasaman cuka berfungsi sebagai pengawet, menghambat aktivitas mikrobiologis (Li et al., 2015; M. Xia.et

al.,2022). *Lactobacillus*, *Acetobacter*, *Weissella*, *Massilia*, *Bacillus*, dan *Saccharopolyspora*. *Lactobacillus* dan *Acetobacter* sebagai bakteri utama selama fermentasi (Kou et al. 2022).

Selain keadaan mikrobiologis cuka tergantung juga pda pH dan sifat keasaman serta factor eksternal seperti suhu. Etanol dan asam laktat yang dihasilkan terutama oleh ragi dan BAL selama proses fermentasi serta asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asam asetat akan menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan sehingga dapat memperpanjang umur simpan cuka (Silva et al. 2024). Bakteri BAL berkontribusi terhadap kualitas cuka nira aren tradisional Aceh. Cuka nira aren tradisional Aceh mengandung asam asetat yang tinggi yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen yang menyebabkan keracunan dan kerusakan makanan. Keracunan.

Pengujian Cemaran Arsen (Ar)

Hasil yang diperoleh pengujian cemaran Arsen pada cuka nira aren khas Aceh yaitu tidak terdeteksi (TD) menunjukkan memenuhi standar SNI. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar SNI 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi yaitu mak 0,4 mg/g

Arsen (As) merupakan logam anorganik berwarna abu-abu, dengan kelarutan dalam air sangat rendah. arsen pada konsentrasi rendah terdapat pada tanah,air, makan dan udara. Tanaman mudah menyerap arsen yang

memungkinkan arsen ada didalam pangan dalam bentuk organik dan anorganik. Manusia terpapar arsen melalui makanan, air dan udara. Bahan logam yang keberadaannya dalam pangan tidak dikehendaki dan mungkin ada sebagai akibat dari berbagai tahapan sejak dari bahan baku, proses produksi, pengemasan, transportasi atau dari kontaminasi lingkungan (SNI. 2009).

Pengujian pH.

Waktu fermentasi cuka nira aren mengakibatkan terjadinya penurunan pH secara bertahap. Hasil pengukuran cuka nira aren tradisonal Aceh diperoleh nilai pH nya 3,23 sampai 3,25, namun pengujian pH tidak tercantum pada standar SNI. (Wei, et al.,2025) bahwa rasa cuka yang asam di pengaruhi oleh parameter fisiko-kimia seperti pH, tingkat keasaman, warna dan total padatan terlarut (TSS) menjadi indikator penting dalam kualitas produk cuka. Lamanya waktu penyimpanan mengakibatkan perubahan kimia yang mempengaruhi keasaman dan *flavor*.

pH rendah pada cuka aren menghambat atau menghentikan pertumbuhan jamur, namun jamur dan ragi berkontribusi pada karteristik cuka. Nilai pH yang rendah dan asam organiknya, memberi pengaruh keawetan pada ikan, daging, olahan makanan lainnya untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini kualitas cuka aren (*Arenga pinnata*) tradisional asal Aceh yang

telah memenuhi standar SNI 01-4371-1996 meliputi bentuk cair dan bau khas asam asetat, sisa alkohol 3,54%, total gula 0,60 %, cemaran logam seperti tembaga (Cu) 0,31 mg/kg, timbal (Pb) 0,20 mg/kg, cemaran mikroba 1×10^{-1} cfu/g dan cemaran arsen tidak terdeteksi. pH 3,27. Sedangkan yang tidak memenuhi standar seperti kadar asam asetat 0,18 %, NaCl 0,06 %, padatan terlarut 5,2 °Brix dan Seng (Zn) 2,76 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamri, M.S., Qasem, A.A.A., Mohamed, A.A., Hussain, S., Ibraheem, M.A., Shamlan, G., Alqah, H.A., Qasha, A.S., 2021. Food packaging's materials: a food safety perspective. *Saudi J. Biol. Sci.* 28 (8). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.047>.
- Abdillah, J., & Widyawati, N. (2014). Pengaruh dosis ragi dan penambahan gula terhadap kualitas gizi dan organoleptik tape biji gandum. *Agric*, 26(1), 75-84. <https://doi.org/10.24246/agric.2014.v26.i1.p75-84>.
- Arianty, D., Mahmud, N. A., & Ernawati, E. Chemical Characterization and Microbiology of Khalas's Date Vinegar (*Phoenix dactylifera*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 17(1), 70-86. Doi: <https://doi.org/10.20961/jthp.v17i1.77604>.
- Arti, K., Kumar Bharti, B., Shukla, S., Thompkinson, D.K., 2018. Study on presence of metals in different brands of jam and sauces. *JPP* 7 (6). E-ISSN: 2278-4136.
- [BSN] Badan Standari sasi Indonesia (1998). Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-2896-1998 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan.
- [BSN] Badan Standari sasi Indonesia (1992). Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-2891-1992 tentang cara uji makanan minuman.
- [BSN] Badan Standari sasi Indonesia (1992). Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-2897-1992 tentang cara uji mikroba.
- [BSN] Badan Standari sasi Indonesia (1992). Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-4371-1996 tentang cuka fermentasi.
- Comelli, R. N., Seluy, L. G., & Isla, M. A. (2016). Performance of several *Saccharomyces* strains for the alcoholic fermentation of sugar-sweetened high-strength wastewaters: Comparative analysis and kinetic modelling. *New Biotechnology*, 33(6), 874-882. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2016.09.007>.
- Chen, Q., Ding, J., Cai, J., Sun, Z., & Zhao, J. (2012). Simultaneous measurement of total acid content and soluble salt-free solids content in Chinese vinegar using near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Science*, 77(2), C222-C227. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02549.x>.
- Dasa, Y. D. B., Putra, G. G., & Gunam, I. W. (2017). Karakteristik Cuka dari Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Perlakuan Penambahan Inokulum *Acetobacter aceti* dan Lama Fermentasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(2), 28-37.
- Erasmus, S.W., van Hasselt, L., Ebbinge, L.M., van Ruth, S.M., 2021. Real or fake yellow in the vibrant colour craze: rapid detection of lead chromate in turmeric (Article). *Food Control* 121, 107714. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107714>.
- Ezez, D., Birhanu, H., Shamena, S., & Engidaw, S. (2024). Bioaccumulation of heavy

- metals, assessment of carcinogenic and non-carcinogenic health risk in various spices. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 15, 100441. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100441>.
- Fitria, F., Septiani, M., & Nuhardin, I. (2021). Optimalisasi Kadar Asam Asetat Ananas Comosus l dengan Penambahan Induk Cuka. *Jurnal Teknik Juara Aktif Global Optimis*, 1(1), 56-62.
- Hotijah, S., Rofieq, A., Wahyuni, S., Hudha, A. M., & Miharja, F. J. (2020, March). Pengaruh waktu penyadapan nira dan lama penyimpanan terhadap kualitas nira siwalan (*Borassus flabellifer* L.). In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*.
- Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Zaki, U. K. H. H., & Lim, S. J. (2017). Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food chemistry*, 221, 1621-1630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.128>.
- [IRRI] International Rice Research Institut. 1971. Laboratory Manual for Physiological Study at Rice, Capter 16:46-48.
- Jansone, L., Kruma, Z., Keke, A., & Tupreine, I. (2025). Physico-chemical properties of apple and berry vinegars. *LWT*, 118036. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00026-3>.
- Jie, W., Li, Q., Hu, K., Li, J., Durán-Guerrero, E., Liu, S., ... & Liu, A. (2024). Microbial characterization of Sichuan Baoning vinegar: Lactic acid bacteria, acetic acid bacteria and yeasts. *Archives of Microbiology*, 206(2). <https://doi.org/10.1007/s00203-023-03784-6>.
- Kemenkes, R. I. (2020). Farmakope Indonesia edisi VI. *Departemen Kesehatan Republik Indonesia*, 2371.
- Kim, J. H., & Lee, S. Y. (2021). Effect of NaCl addition on the antibacterial effectiveness o acetic acid and its salts against pathogenic bacteria. *Food Control*, 123, 107704. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107704>.
- Kou, R., Li, M., Xing, J., He, Y., Wang, H., & Fan, X. (2022). Exploring of seasonal dynamics of microbial community in multispecies fermentation of Shanxi mature vinegar. *Journal of bioscience and bioengineering*, 133(4), 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2022.01.003>.
- Kresnasari, D. (2021). Pengaruh pengawetan dengan metode penggaraman dan pembekuan terhadap kualitas ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Scientific Timeline*, 1(1), 1-8.
- Li, S., Li, P., Feng, F., & Luo, L. X. (2016). Microbial diversity and their roles in the vinegar fermentation process. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(12), 4997-5024. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6659-1>.
- Liu, Q., Tang, G. Y., Zhao, C. N., Gan, R. Y., & Li, H. B. (2019). Antioxidant activities, phenolic profiles, and organic acid contents of fruit vinegars. *Antioxidants*, 8(4), 78. <https://doi.org/10.3390/antiox8040078>.
- Muhardina, V. (2020). Pengaruh konsentrasi ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan lama fermentasi terhadap kualitas cuka air kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal TEKSAGRO*.
- Manu, R. M., Tambaru, D., & da Cunha, T. (2018). Penurunan kadar logam kadmium pada udang (*Peanaeus Merquiensis*) dengan perendaman cuka nira enau (*Arenga pinnata*). *Chemistry Notes*, 1(1), 24-31. <https://doi.org/10.35508/cn.v1i1.1570>.

- Ousaaid, D., Mechchate, H., Laaroussi, H., Hano, C., Bakour, M., El Ghouizi, A., ... & El Arabi, I. (2021). Fruits vinegar: Quality characteristics, phytochemistry, and functionality. *Molecules*, 27(1), 222. <https://doi.org/10.3390/molecules27010222>.
- Rahman, C. A. A. (2020). Kajian Penggunaan Asap Cair dan Garam Terhadap Beberapa Komponen Mutu dan Masa Simpan Ikan Kakap (*Lutjanus sp*) Kering. *Food and Agro-industry Journal*, 1(1), 10-20.
- Sabahannur, S. (2020). The Use of NaCl and Citrate Acid to Extend Shelf Life and Quality of Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Galung Tropika*, 9(1), 31-40.
- Silva, V., Mehrpour, G., Soares, V., Santo, D., Nunes, P., & Quintas, C. (2024). Quality and biological properties of vinegar processed from non-valorized fruits in Southern Portugal. *Future Foods*, 9, 100337. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100337>.
- Song, J., Qiu, H., Du, P., Mou, F., Nie, Z., Zheng, Y., & Wang, M. (2022). Polyphenols extracted from Shanxi-aged vinegar exert hypolipidemic effects on OA-induced HepG2 cells via the PPAR α -LXR α -ABCA1 pathway. *Journal of food biochemistry*, 46(2), e14029. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14029>.
- Sholiha, M. A., Semadi, A. N., & Ganda, P. G. P. (2025). Karakteristik Vinegar Nira Aren terhadap Penambahan Gula dan Lama Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 10(2), 22-36. <https://doi.org/10.24843/JITPA.2025.v10.i02.p04>.
- Way, M. L., Jones, J. E., Longo, R., Damberg, R. G., & Swarts, N. D. (2022). A preliminary study of yeast strain influence on chemical and sensory characteristics of apple cider. *Fermentation*, 8(9), 455. <https://doi.org/10.3390/fermentation8090455>.
- Wei, H., Chen, Y., Shen, H., Deng, J., Zhang, S., Yang, S., & Ni, H. (2025). Multidimensional flavor analysis of Yongchun aged vinegar: Impact of aging on quality and flavor profile. *Food Chemistry: X*, 27, 102373. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102373>.
- Wu, J., Li, Q., Hu, K., Li, J., Durán-Guerrero, E., Liu, S., Guo, M., Mingye & Liu, A. (2024). Microbial characterization of Sichuan Baoning vinegar: Lactic acid bacteria, acetic acid bacteria and yeasts. *Archives of Microbiology*, 206(2), 59.
- Xia, T., Kang, C., Qiang, X., Zhang, X., Li, S., Liang, K., ... & Wang, M. (2023). Beneficial effect of vinegar consumption associated with regulating gut microbiome and metabolome. *Current Research in Food Science*, 8, 100566. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2023.100566>.
- Xia, M., Zhang, X., Xiao, Y., Sheng, Q., Tu, L., Chen, F., ... & Wang, M. (2022). Interaction of acetic acid bacteria and lactic acid bacteria in multispecies solid-state fermentation of traditional Chinese cereal vinegar. *Frontiers in Microbiology*, 13, 964855. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.964855>.