

Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*)

*Study of the chemical characteristics of probiotik baverage kombucha pineapple skin juice
(Ananas comosus)*

Rahmah Utami Budiandari¹⁾, Rima Azara¹⁾, Ro'biatul Adawiyah¹⁾, Andriani Eko Prihatiningrum²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Jawa Timur

²⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Jawa Timur
email: rahmautami@umsida.ac.id

Informasi artikel:

ABSTRACT

Kombucha is probiotic baverage, made from tea with sugar and starter SCOBY with time fermentation 4-14 days. Time of fermentation can be affects to physical and chemical properties of kombucha. This probiotic baverage has the potential to increase immunity and body resistance. Pineapple commonly consumed fresh or processed products, the part of pineapple that's not consumed was skin and liver as 47%. The chemical component in pineapple skin was flavonoid, bromelain, 17,53% carbohydrates and 17% glucoses that can be used as kombucha. This research purpose to determine the effect of kombucha pineapple skin juice on the 7th day and 14th day fermentation. This research used a RBD with two factors, the first factor was sucrose concentration (5%, 10%, 15% and 20%) and second factor was starter SCOBY concentration (10% and 15%). This data were analyzed using ANOVA and minitab 17. The results on the 7th day showed sucrose concentration has significant effect on the pH value, total Acid and TDS. Meanwhile starter SCOBY concentration had a significant effect on total acid and TDS but not significant effect on the pH value. On the 14th day showed that sucrose and starter SCOBY has significant effect to total acid, pH value and TDS.

Keywords: *Kombucha, SCOBY, pineapple skin juice, sucrose*

ABSTRAK

Kombucha minuman probiotik, berbahan dasar teh ditambahkan gula dan jamur kombu atau SCOBY difermentasi selama 4-14 hari, waktu fermentasi berpengaruh terhadap sifat fisikokimia teh kombucha. Kombucha meningkatkan imunitas dan ketahanan tubuh. Nanas umumnya dikonsumsi segar atau olahan, bagian buah nanas yang tidak dikonsumsi berupa kulit dan hati sebanyak 47%. Komponen kimia pada kulit nanas masih mengandung flavonoid, bromelin, 17,53% karbohidrat, 17% glukosa sehingga dapat diolah menjadi kombucha. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi sukrosa dan starter SCOBY terhadap karakteristik kimia kombucha sari kulit nanas pada hari ke-7 dan hari ke-14 fermentasi. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dua faktor, faktor pertama konsentrasi sukrosa (5%, 10%, 15% dan 20%), faktor kedua konsentrasi starter SCOBY (10% dan 15%). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan minitab 17. Hasil penelitian pada hari

ke-7 menunjukkan faktor konsentrasi sukrosa berpengaruh nyata terhadap nilai pH, total asam dan TPT, sedangkan faktor konsentrasi starter SCOBY berpengaruh nyata terhadap total asam dan TPT. Pada hari ke-14 berpengaruh nyata terhadap nilai pH, total asam dan nilai TPT.

Kata kunci: kombucha, SCOBY, sari kulit nanas, sukrosa

PENDAHULUAN

Kombucha diketahui sebagai minuman probiotik yang mengandung bakteri hidup pada komposisinya (Tapias *et al.*, 2023). Kombucha adalah minuman berbahan dasar teh (hitam, hijau, oolong) gula dan kultur SCOBY difermentasi selama 4-14 hari (Sannapaneni *et al.*, 2023; Tapias *et al.*, 2023). Kombucha bermanfaat bagi kesehatan yaitu memperbaiki mikroflora usus, meningkatkan imunitas, menghambat mikroorganisme berbahaya di saluran usus, mencegah penyakit *cardiovascular* dan *cerebrovascular*, bersifat antibakteri dan antioksidan (Wang *et al.*, 2023; Wistiana and Zubaidah 2015)

Kultur SCOBY atau *Symbiotic culture of bacteria and yeast* atau yang dikenal dengan jamur kombu, jamur dipo atau jamur banteng (Firdaus *et al.*, 2020), kultur kombucha adalah bentuk kerjasama simbiotik yeast dan bakteri jenis *Acetobacter xylinum* dan yeast yaitu jenis ; *Saccharomyce scereviseae*, *Saccharomyces ludiwii*, *Saccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces sp* dan beberapa jenis khamir *Torulopsis sp* (Susilowati, 2013).

Waktu fermentasi dibutuhkan untuk mengubah larutan teh menjadi produk kombucha, waktu fermentasi berkisar 8-12 hari pada suhu lingkungan $18\pm 2^{\circ}\text{C}$, peningkatan suhu berbanding terbalik dengan waktu fermentasi, apabila daerah beriklim $22-26^{\circ}\text{C}$ waktu fermentasi kombucha 4-6 hari (Simanjuntak and Lestari 2016; Wistiana and Zubaidah 2015), menurut (Wang *et al.* 2022) waktu fermentasi kombucha adalah 7-14 hari, waktu fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik kombucha.

Produk fermentasi kombucha terbentuk pelikel berwarna putih pucat,

bertekstur kenyal seperti karet dan menyerupai gel, terapung dipermukaan yang disintesis dari AAB (*Acetic acid bacteria*), pelikel yang dibentuk oleh bakteri selulosa berada diantara larutan dan udara dikarenakan tingginya kebutuhan oksigen oleh AAB (Firdaus *et al.*, 2020; Tapias *et al.* 2023).

Umumnya bahan yang digunakan kombucha adalah teh hitam atau teh hijau, selain itu bahan yang kaya polifenol sebagai sumber antibakteri dengan tambahan substrat umumnya digunakan adalah gula dengan konsentrasi 5-10% (Andreson *et al.*, 2022; Rezaldi *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022)

Nanas termasuk tanaman yang mudah ditemukan dan tidak mengenal musim, Indonesia dikenal menjadi salah satu produsen nanas di dunia, menempati urutan ke-5 (Husniah and Gunata 2020). Nanas umumnya dikonsumsi segar ataupun bentuk olahan dalam bentuk keripik, selai, makanan kaleng, sari buah bahan sirup (Rakhmatullah, 2015). Komposisi kimia nanas adalah 12,63gr karbohidrat, 9,26 gr gula serta 1,4 gr serat (Nuraviani dan Destiana 2021). Menurut Wahyuni *et al.*, (2016) bagian nanas yang tidak dikonsumsi berupa kulit dan hari sebesar 47%, data tambahan menurut Rizal *et al.*, (2020) berat kulit nanas madu mencapai 25%. Menurut Titisari *et al.*, (2020) komposisi kimia kulit nanas yaitu 17,53% karbohidrat, 20,87% serat kasar, protein 4,41% dan 81,72% air. Kulit nanas masih mengandung 17% glukosa yang dapat digunakan sebagai substrat dalam fermentasi minuman kombucha (Rizal *et al.*, 2020). Pada penelitian sebelumnya kulit nanas madu subang difermentasikan dengan konsentrasi gula 15%, 25% dan 35% mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif jenis *Staphylococcus aureus* dan

Staphylococcus epidermidis dan dua bakteri gram negatif jenis *Pseudomonas aeruginosa* dan *E.coli*. Oleh karena itu penelitian ini mengkaji pengaruh konsentrasi gula dan kultur SCOBY terhadap karakteristik kimia kombucha sari kulit nanas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui formulasi yang sesuai untuk mendapatkan kombucha dengan karakteristik kimia terbaik.

METODE

Bahan

Bahan baku pada penelitian ini adalah kulit nanas yang diperoleh dari pasar tradisional Krembung, gula pasir atau sukrosa yang diperoleh dari toko komersial, starter scoby komersial yang diperoleh secara online. Bahan yang digunakan pada pengujian antara lain, aquades, indikator PP, larutan KOH, buffer 4,68 dan buffer 6,86, asam askorbat dan metanol.

Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan produk antara lain ; toples kaca, kain saringan 100 mesh, blender, sendok, timbangan digital, panci, kompor, baskom, pisau, kertas label, kain flanel, thermometer dan hygrometer. Alat yang digunakan untuk uji karakteristik kimia antara lain, timbangan analitik, beaker glass, labu ukur, kertas saring, corong, erlenmeyer, pipet volume, buret, vorteks, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, kuvet, spektrofotometer, vortex, pipet mikro, pipet Mohr, bulb dan pH meter.

Metode penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Laboratorium Analisa Pangan, Prodi Teknologi Pangan Fakultas

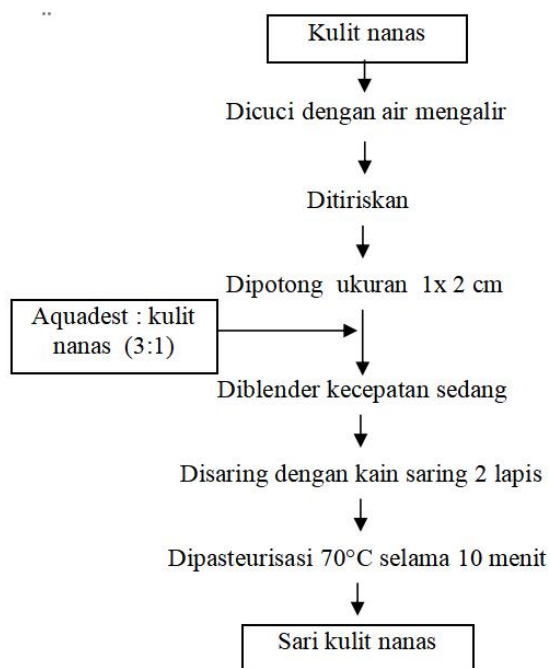
Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2023. Penelitian ini meliputi proses pembuatan sari kulit nanas, dilanjutkan dengan pembuatan kombucha lalu disertai karakteristik kimia kombucha yang dihasilkan.

Pembuatan sari kulit nanas

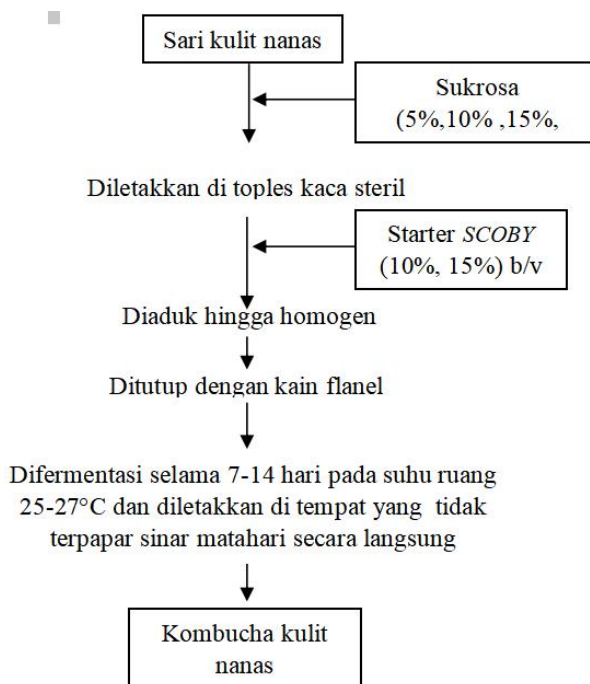
Proses pembuatan sari kulit nanas dapat dilihat pada Gambar 1. Kulit nanas dicuci bersih lalu tiriskan kemudian dipotong ukuran 1x2 cm, setelah itu ditimbang lalu ditambahkan aquades dengan perbandingan 3x berat kulit nanas, diblender dengan kecepatan sedang hingga halus kemudian disaring dengan saringan 200 mesh sehingga diperoleh filtrat dan ampas. Filtrat dipasteurisasi selama 10 menit pada suhu 70°C, apabila tidak langsung difermentasi letakkan dalam botol kaca, apabila langsung difermentasikan lanjut sesuai dengan Gambar 2.

Pembuatan kombucha sari kulit nanas

Sari kulit nanas, sukrosa dan kultur SCOBY yang sudah ditimbang sesuai formulasi. Sari kulit nanas dimasukkan dalam toples kaca kemudian gula diaduk hingga rata apabila suhu larutan sudah mencapai 30-35°C ditambahkan kultur SCOBY, ditutup rapat dengan kain flanel dan karet, disimpan di tempat yang tidak terkena cahaya matahari langsung, diletakkan di tempat yang stabil dan tidak digoyang selama 7- 14 hari. Setelah hari ke-7 dan ke-14 dilakukan nilai TPT, pH dan total asam, Diagram alir proses formulasi kombucha dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Pembuatan Sari Kulit Nanas



Gambar 2. Formulasi kombucha sari kulit nanas

Pengujian dan analisis

Kombucha sari kulit nanas diamati sifat kimia meliputi total asam, nilai pH dan total padatan terlarut pada hari ke-7 dan hari ke-14. Data analisis sidik ragam menggunakan minitab 17 dan Microsoft excel apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan uji BNJ taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total padatan terlarut

Total padatan terlarut atau TPT dianalisis dengan *hand refraktometer*, nilai yang tertera adalah jumlah padatan terlarut yang terkandung dalam produk kombucha. Hasil pembacaan nilai TPT hari ke-7 dan hari ke-14 dapat dilihat pada Tabel 1, dimana data disajikan dengan satuan °Brix.

Tabel 1. Rerata nilai TPT kombucha sari kulit nanas

Perlakuan	Hari ke-7	Hari ke-14
A1 (Sukrosa 5%)	3,91a	5,11 a
A2 (Sukrosa 10%)	6,58ab	8,93b
A3 (Sukrosa 15%)	9,43 bc	11,78c
A4 (Sukrosa 20%)	10,77c	13,28d
BNJ 5%	0,002	0,02
S1 (starter scoby 10%)	6,27a	8,97a
S2 (starter scoby 15%)	8,89b	10,58
BNJ 5%	0,001	0,002

Keterangan: rerata angka di kolom yang sama didampingi oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada ($\alpha=5\%$)

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-7 nilai TPT tertinggi pada perlakuan sukrosa 20% yaitu 10,77 sedangkan nilai TPT terendah perlakuan sukrosa 5% yaitu 3,91%. Sukrosa merupakan jenis disakarida dimana pada saat proses fermentasi akan terhidrolisis menjadi gula sederhana glukosa dan fruktosa yang mudah dicerna oleh bakteri simbiotik dalam jamur kombu atau SCOBY, apabila terdapat sisa metabolisme baik berupa gula reduksi atau asam- asam

organik akan terukur sebagai nilai TPT (Purwanti, 2015), selain itu komponen protein dan karbohidrat sederhana dapat terlarut dan dihitung sebagai padatan terlarut (Wahyuni *et al.*, 2016).

Pengamatan hari ke-14 kedua perlakuan yaitu konsentrasi sukrosa dan starter SCOBY berpengaruh nyata terhadap nilai TPT, nilai TPT tertinggi pada sukrosa 20% yaitu 13,28 sedangkan nilai terendah pada sukrosa 5% yaitu 5,11%. Apabila dibandingkan pada pengamatan hari-7 dengan perlakuan yang sama, nilai TPT mengalami peningkatan. Sukrosa yang terkandung dalam kombucha akan dihidrolisis oleh starter SCOBY khususnya khamir diubah menjadi glukosa dan fruktosa. Sisa sukrosa, laktosa yang tidak terhidrolisis serta asam-asam organik yang terbentuk dapat dihitung sebagai padatan terlarut (Wahyuni *et al.*, 2016) faktor lain yang berpengaruh adalah jenis bahan baku, waktu fermentasi serta konsentrasi sukrosa yang digunakan.

Menurut Winarno (2004) waktu fermentasi berbanding lurus dengan nilai TPT, karena semakin lama waktu fermentasi jumlah jaringan dinding sel yang rusak dan luruh semakin banyak sehingga komponen yang terlarut didalam air semakin bertambah. Selain itu menurut Sintasari (2014) nilai TPT minuman sari rosela dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi gula, dimana gula akan terhidrolisis menjadi bentuk lebih sederhana dan terlarut dalam air.

Total asam

Total asam dianalisis dengan metode iodometri, dengan bantuan indikator PP dan dititrasi dengan larutan KOH hingga berubah warna menjadi pink atau merah muda (AOAC, 2000). Hasil pengamatan pada hari ke-7 dan hari ke-14 dapat dilihat pada Tabel 2.

Fermentasi kombucha sari kulit nanas oleh simbiotik khamir dan bakteri menghasilkan asam-asam organik misalnya asam asetat, asam glukonat dan asam glukoronat. Nilai total asam berbanding lurus dengan jumlah asam organik yang

terbentuk, semakin banyak asam organik yang terbentuk maka mengakibatkan nilai total asam semakin meningkat. Asam-asam organik tersebut terbentuk akibat aktivitas bakteri *Acetobacter Xylinum* (Priyambada *et al.*, 2012). Penelitian (Wistiana and Zubaidah 2015) menunjukkan waktu fermentasi berbanding lurus dengan total asam, pada waktu fermentasi hari ke-8 menunjukkan nilai total asam 0,16% hingga 0,23%, terjadi peningkatan 0,07%.

Tabel 2. Rerata total Asam kombucha sari kulit nanas

Perlakuan	Hari ke-7	Hari ke-14
A1 (Sukrosa 5%)	0,58a	0,94a
A2 (Sukrosa 10%)	1,025b	1,68b
A3 (Sukrosa 15%)	1,36c	2,05c
A4 (Sukrosa 20%)	1,89d	2,25d
BNJ 5%	0,002	0,19
S1 (starter SCOBY 10%)	1,14a	1,65a
S2 (starter SCOBY 15%)	1,28b	1,80b
BNJ 5%	0,001	0,020

Keterangan: rerata angka di kolom yang sama didampingi oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada ($\alpha=5\%$)

Total asam tertitrasi berhubungan dengan pertumbuhan mikroba terutama bakteri asam laktat. Total asam kombucha semakin meningkat dengan waktu fermentasi 4-14 hari (Puspaningrum *et al.*, 2021)

Nilai pH

Analisis derajat asam atau pH menggunakan alat pH meter (AOAC, 1990). Nilai pH kombucha sari kulit nanas diamati pada hari ke-7 dan hari ke-14.

Pada pengamatan hari ke-7 perlakuan konsentrasi sukrosa berpengaruh nyata terhadap nilai pH tetapi perlakuan konsentrasi starter SCOBY berpengaruh tidak nyata. Nilai pH A2 (Sukrosa 10%) sama dengan A3 (Sukrosa 15%), nilai tertinggi pada A1 (Sukrosa 5%). Menurut Li *et al.*, (2017) nilai pH adalah salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas minuman fermentasi karena menentukan

rasa dan tekstur produk.

Pada pengamatan hari ke-14 perlakuan sukrosa 5% memiliki nilai pH 2,60 sedangkan perlakuan sukrosa 20% memiliki nilai pH 2,15, berdasarkan data tersebut peningkatan kadar sukrosa mengakibatkan nilai pH kombucha semakin mendekati asam kuat. Penurunan nilai pH kombucha sari kulit nanas sesuai dengan Sintasari (2014) bahwa penurunan nilai pH minuman probiotik sari beras merah disebabkan penambahan konsentrasi sukrosa.

Nilai pH terendah pada penambahan sukrosa 20% yaitu 2,15. Setiap penambahan glukosa 1% mengakibatkan penurunan nilai pH sebanyak 0,047 (Rizal *et al.*, 2020). Glukosa adalah sumber nutrisi utama bakteri dan *yeast* saat fermentasi, sesuai dengan penelitian Diantoro *et al.*, (2015) fermentasi laktosa menjadi asam laktat menyebabkan peningkatan nilai keasaman dan menurunkan nilai pH produk. Sedangkan menurut Jayabalan *et al.*, (2014) penambahan sukrosa pada kombucha mengakibatkan sukrosa dihidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim invertase yang dimiliki oleh khamir pada SCOBY. Glukosa dihidrolisis menjadi asam glukonat sedangkan fruktosa diubah menjadi asam organik. Menurut Essawet *et al.*, (2015) glukosa dan fruktosa difermentasi menjadi etanol oleh khamir, kemudian dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asam asetat.

Tabel 3. Rerata nilai pH kombucha sari kulit nanas

Perlakuan	Hari ke-7 Hari ke-14	
	A1 (Sukrosa 5%)	2,67 b
A2 (Sukrosa 10%)	2,47 a	2,38b
A3 (Sukrosa 15%)	2,47 a	2,28b
A4 (Sukrosa 20%)	2,55 ab	2,15c
BNJ 5%	0,007	0,002
S1 (starter <i>SCOBY</i> 10%)	2,50	2,39a
S2 (starter <i>SCOBY</i> 15%)	2,57	2,31b
BNJ 5%	tn	0,025

Keterangan: rerata angka di kolom yang sama didampingi oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada ($\alpha=5\%$)

Apabila dibandingkan pengamatan nilai pH pada hari ke-7 dan hari ke-14 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai pH, dimana pH larutan kombucha semakin asam. Lama waktu fermentasi berpengaruh pada nilai pH kombucha sari kulit nanas. Hal itu sesuai dengan (Wistiana and Zubaidah 2015) hasil rerata pH kombucha berbagai daun yang mengandung fenol tinggi pada fermentasi hari ke-8 mengalami penurunan rerata 0,84 hingga 1,54 sedangkan pada fermentasi hari ke-14 mencapai nilai pH mencapai 2,30 hingga 2,56 adanya penurunan nilai pH diduga karena aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* yang menghasilkan asam asetat dan asam organik lainnya, semakin asam pH lingkungan berdampak positif bagi bakteri karena memberikan lingkungan ideal bagi bakteri *Acetobacter xylinum* melangsungkan aktivitas metabolisme. Asam asetat akan terdisosiasi dalam air dengan melepaskan proton sehingga menurunkan pH larutan (Nainggolan, 2009). Asam asetat berperan dalam rusaknya struktur bilayer lipid bakteri, sehingga berakibat pada denaturasi protein dan kehilangan energi (Rezaldi *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pada pengamatan hari ke-7 perlakuan Sukrosa 5% memiliki nilai TPT 3,91, Total asam 0,58 dan nilai pH 2,67 sedangkan pada sukrosa 20% memiliki nilai TPT 10,77 nilai total asam 1,89 dan nilai pH 2,55. Pada pengamatan hari ke-7 perlakuan starter scoby berpengaruh tidak nyata terhadap nilai Ph tetapi berpengaruh nyata terhadap nilai TPT dan total asam. Pada pengamatan hari ke-14 perlakuan sukrosa 20% memiliki nilai TPT 13,28 nilai total asam 2,25 dengan nilai pH 2,15 sedangkan perlakuan starter *SCOBY* 10% memiliki nilai TPT 8,97 Nilai total asam 1,65 dan nilai pH 2,39

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1990). *Official Methods of Analysis*. Washington : Association of Official Analytical Chemist.
- Andreson, M., Kazantseva, J., Kuldj arv, R., Malv, E., Vaikma, H., Kaleda, A., ... & Vilu, R. (2022). Characterisation of chemical, microbial and sensory profiles of commercial kombuchas. *International Journal of Food Microbiology*, 373, 109715.
- Dabesor, A. P., Asowata-Ayodele, A. M., & Umoiette, P. (2017). Phytochemical compositions and antimicrobial activities of Ananas comosus peel (M.) and Cocos nucifera kernel (L.) on selected food borne pathogens. *American Journal of Plant Biology*, 2(2), 73-76.
- Diantoro, A., Rohman, M., Budiarti, R., & Palupi, H. T. (2015). Pengaruh penambahan ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera* L.) terhadap kualitas yoghurt. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 6(2), 1-8.
- Essawet, N. A., Cvetkovi c, D., Veli canski, A.,  canadanovi c-Brunet, J., Vuli c, J., Maksimovi c, V., & Markov, S. (2015). Polyphenols and antioxidant activities of Kombucha beverage enriched with Coffeeberry  extract. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 21(3), 399-409.
- Firdaus, S., Isnaini, L., & Aminah, S. (2020). "Review" Teh kombucha sebagai minuman fungsional dengan berbagai bahan dasar teh. In *Prosiding Seminar Nasional Unimus* (Vol. 3).
- Husniah, I., & Gunata, A. F. (2020). Ekstrak kulit nanas sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 85-90.
- Prijambada, I. D., Hidayat, C., & Widiyanto, D. (2012). Selection of yeast strains for ethanol fermentation of glucose-Fructose-sucrose mixture. *Indonesian Journal of Biotechnology*, 17(2), 114-120.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food chemistry*, 102(1), 392-398.
- Li, C., Song, J., Kwok, L. Y., Wang, J., Dong, Y., Yu, H., ... & Chen, Y. (2017). Influence of *Lactobacillus plantarum* on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage. *Journal of dairy science*, 100(4), 2512-2525.
- Nainggolan, J. (2009). *Kajian pertumbuhan bakteri Acetobacter sp. dalam kombucha rosela merah (Hibiscus sabdariffa) pada kadar gula dan lama fermentasi yang berbeda*. [Tesis]. Medan : Universitas Sumatra Utara
- Nuraviani, E., & Destiana, I. D. (2021). Pemanfaatan buah dan kulit nanas subang (*Ananas comosus* L. merr) subgrade sebagai edible drinking straw ramah lingkungan. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 15(2), 81-84.
- Punbasayakul N, Samart K, & Sudmee W. (2018). Antimicrobial activity of pineapple peel extract. In *Proceedings of Innovation of Functional Foods in Asia Conference; 2018 April 24; Phayao*. Thailand. Thailand:IFFA
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., & Sari, N. K. Y. (2021). Kandungan total asam, total gula dan nilai pH kombucha cascara kopi arabika Desa Catur Bangli selama fermentasi. In *Prosiding SINTESA* Vol. 4 tahun 2021.
- Rakhamatullah, R. (2015). *Aktivitas antibakteri kombucha buah nanas (Ananas comosus) terhadap bakteri eschericia coli dan staphylococcus aureus dengan konsentrasi gula berbeda*. [Tugas Akhir]. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan

- Rizal, S., Suharyono, S., Nurainy, F., & Merliyanisa, M. (2020). Pengaruh glukosa dan jahe merah terhadap karakteristik minuman probiotik dari kulit nanas madu. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 25(2), 110-119.
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Tanjung, S. A., Halimatusyadiah, L., & Safitri, E. (2022). Aplikasi metode bioteknologi fermentasi kombucha buah nanas madu (*Ananas comosus*) subang sebagai antibakteri gram positif dan negatif berdasarkan konsentrasi gula yang berbeda. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 6(1), 9-21.
- Sannapaneni, S., Philip, S., Desai, A., Mitchell, J., & Feldman, M. (2023). Kombucha-induced massive hepatic necrosis: a case report and a review of literature. *Gastro Hep Advances*, 2(2), 196-198.
- Simanjuntak, D. H., Herpandi, H., & Lestari, S. D. (2016). Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha dari tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) selama fermentasi. *Jurnal Fishtech*, 5(2), 123-133.
- Sintasari, R. A., Kusnadi, J., & Ningtyas, D. W. (2014). Pengaruh penambahan konsentrasi susu skim dan sukrosa terhadap karakteristik minuman probiotik sari beras merah [in press juli 2014]. *Jurnal pangan dan Agroindustri*, 2(3), 65-75.
- Susilowati, A. (2013). Perbedaan waktu fermentasi dalam pembuatan teh kombucha dari ekstrak teh hijau lokal arraca kiara, arraca yabukita, pekoe dan dewata sebagai minuman fungsional untuk antioksidan. In *Prosiding SNST ke-4 tahun 2013*.
- Tapias, Y. A. R., Di Monte, M. V., Peltzer, M. A., & Salvay, A. G. (2023). Kombucha fermentation in yerba mate: Cellulose production, film formulation and its characterisation. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 5, 100310.
- Wahyuni, S. A., Kadarusno, A. H., & Suwerda, B. (2016). Pemanfaatan *Saccharomyces cereviceae* dan limbah buah nanas pasar beringharjo yogyakarta untuk pembuatan bioetanol. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(4), 151-159.
- Wang, X., Wang, D., Wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., ... & Yuan, J. (2022). Chemical profile and antioxidant capacity of kombucha tea by the pure culture kombucha. *Lwt*, 168, 113931.
- Wang, Z., Ahmad, W., Zhu, A., Geng, W., Kang, W., Ouyang, Q., & Chen, Q. (2023). Identification of volatile compounds and metabolic pathways during ultrasound-assisted kombucha fermentation by HS-SPME-GC/MS combined with metabolomic analysis. *Ultrasonics Sonochemistry*, 94, 106339.
- Wistiana, D. & E. Zubaidah. (2015). Karakteristik kimiawi dan mikrobiologis kombucha dari berbagai daun tinggi fenol selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1446-1457.