

## **Pola Pertumbuhan Mikroba Dominan pada Fermentasi Alami Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) untuk Produksi Arak**

### ***Growth Pattern of Dominant Microbes in Natural Fermentation of Siam Orange (*Citrus nobilis*) for Arak Production***

**Vony Christin Pato Duma, I Dewa Gde Mayun Permana\*, Luh Putu Trisna Darmayanti**

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: I Dewa Gde Mayun Permana, E-mail: [mayun\\_dev@yahoo.com](mailto:mayun_dev@yahoo.com)

Diterima: 16 Agustus 2024 / Disetujui: 3 Oktober 2024

#### **Abstract**

Awan Village is one of the abundant siamese orange (*Citrus nobilis*) producing villages in Kintamani District, Bangli Regency. The abundance of siamese orange is utilized by Awan Village by processing siam oranges into orange arak as an attempt to diversify citrus fruit products. Orange arak is one of the processed products of Kintamani siam oranges processed through a fermentation and distillation process. UMKM Tirta Kahuripan as an orange arak producer in Awan Village uses natural fermentation process for 21 days. Natural fermentation generally involves many types of microbes, but in natural fermentation of orange in the processing of arak, has been reported in various studies that the dominant microbes that are involved are yeast (*Sacharomyces cereviseae*), lactic acid bacteria, and acetic acid bacteria. The yeast contributes as alcohol-producing microbes, while lactic acid bacteria and acetic acid bacteria contribute to the formation of acids that affect the flavor of orange wine. Generally, the fermentation period of arak that made of nira is about three to five days. The aims of this study was to observe the growth pattern of dominant microbes during 21 days of natural fermentation of siamese orange fruit in the production of orange arak and the concentration of alcohol produced to obtain the right fermentation time to improve the quality of orange arak. This research is an exploratory study that done twice and the data were analyzed by interpreting the data through tables and graphs. The results showed that the yeast population was dominant on the 18th day of fermentation and the lowest on the 6th day. Lactic acid bacteria and acetic acid bacteria populations were dominant on day 10. The highest alcohol concentration was obtained on day 6 of fermentation at 4.04 percent.

**Keywords:** acetic acid bacteria, growth pattern, lactic acid bacteria, siam orange, yeast

#### **Abstrak**

Desa Awan merupakan salah satu desa penghasil jeruk siam (*Citrus nobilis*) yang melimpah di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Kelimpahan jeruk siam ini dimanfaatkan oleh Desa Awan dengan mengolah jeruk siam menjadi arak jeruk sebagai upaya diversifikasi produk buah jeruk. Arak jeruk merupakan salah satu produk olahan jeruk siam Kintamani yang diolah melalui proses fermentasi dan destilasi. UMKM Tirta Kahuripan sebagai produsen arak jeruk di Desa Awan melakukan proses fermentasi alami selama 21 hari. Fermentasi alami umumnya melibatkan banyak jenis mikroba, namun pada fermentasi alami buah jeruk dalam pengolahan arak, dilaporkan dalam berbagai penelitian bahwa mikroba yang dominan berperan adalah khamir (*Sacharomyces cereviseae*), bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat. Khamir berperan sebagai mikroba penghasil alkohol, sedangkan bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat berperan dalam pembentukan asam yang mempengaruhi flavor arak jeruk. Umumnya lama fermentasi yang dibutuhkan untuk pengolahan arak dari nira adalah selama tiga sampai lima hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pola pertumbuhan mikroba dominan selama 21 hari fermentasi alami buah jeruk siam pada produksi arak jeruk dan konsentrasi alkohol yang dihasilkan sehingga diperoleh waktu fermentasi yang tepat untuk meningkatkan kualitas arak jeruk. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang dilakukan sebanyak dua kali ulangan dan data yang diperoleh dianalisis dengan menginterpretasikan data yang diperoleh melalui tabel dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi khamir dominan pada fermentasi hari ke-18 dan terendah pada hari ke-6. Populasi bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat dominan pada hari ke-10. Konsentrasi alkohol tertinggi diperoleh pada fermentasi hari ke-6 sebesar 4,04 persen.

**Kata kunci:** bakteri asam asetat, bakteri asam laktat, jeruk siam, khamir, pola pertumbuhan

## PENDAHULUAN

Desa Awan merupakan salah satu desa yang terletak di antara pegunungan Kintamani, Kabupaten Bangli. Selain kopi, Kecamatan Kintamani dikenal sebagai penghasil jeruk yang juga melimpah. Kelimpahan produksi jeruk menjadi salah satu kebanggaan masyarakat daerah Kintamani, khususnya Desa Awan. Meski begitu, ketika musim panen petani menghadapi masalah, yaitu harga jual buah jeruk, khususnya varietas jeruk siam yang rendah. Hal ini mengakibatkan banyak jeruk siam yang dibiarkan menggantung di pohon hingga pada akhirnya jatuh dan membusuk. Melihat hal tersebut, Desa Awan memberdayakan UMKM Tirta Kahuripan untuk memproduksi arak sebagai salah satu upaya diversifikasi produk buah jeruk. Masyarakat Bali telah lama mengenal arak sebagai minuman beralkohol. Arak sejak dahulu dibuat dari nira pohon kelapa, selanjutnya setelah didistilasi akan menghasilkan arak (Sukadana & Tenaya, 2016). Pemilihan produk arak menjadi produk turunan buah jeruk ini didasarkan pada kebiasaan sebagian kelompok masyarakat Bali yang gemar mengonsumsi minuman arak. Meski arak memiliki konotasi negatif di tengah masyarakat, namun apabila dikonsumsi dengan benar arak dipercaya berkhasiat untuk menghangatkan badan, mengurangi rasa mual, dan dapat diaplikasikan pada pengobatan tradisional lainnya (Yusasrini &

Puspawati, 2013). Arak juga kerap digunakan pada upacara atau kegiatan keagamaan di Bali (Adnyana, 2020).

Pada prinsipnya, proses pengolahan arak jeruk sama dengan arak pada umumnya, yaitu melalui tahapan fermentasi dan destilasi. Umumnya arak diolah dari fermentasi nira, namun dengan adanya pengembangan dan inovasi dalam pengolahan, maka buah jeruk siam digunakan sebagai bahan utama pengolahan arak jeruk atau medium dalam fermentasi alami untuk memproduksi arak jeruk. Selain itu, pada proses pengolahan arak jeruk, fermentasi dilakukan selama 21 hari, sedangkan umumnya fermentasi pada pengolahan arak dilakukan selama tiga sampai lima hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sulfiani & Fadillah (2021) pada fermentasi hari ketiga terjadi peningkatan konsentrasi alkohol yang cukup besar dikarenakan pada lama fermentasi tersebut mikroba memanfaatkan nutrisinya dengan baik.. Adanya perbedaan masa fermentasi yang jauh ini, perlu dilakukan pengkajian pada lama fermentasi alami buah jeruk siam terhadap mikroba dominan yang tumbuh.

Selama fermentasi alami berlangsung, dilaporkan umumnya jenis mikroba yang akan tumbuh pada produksi arak dari nira adalah jenis khamir, bakteri asam laktat (BAL), dan bakteri asam asetat (BAA) (Nuraida *et al.*, 2022). Menurut penelitian Linawati *et al.* (2021) dilaporkan bahwa

khamir yang diisolasi dari jus buah jeruk siam adalah genus *Kluyveromyces*, *Pichia*, dan *Saccharomyces*. Namun khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme yang bertanggung jawab dalam fermentasi alkohol. Bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat berperan dalam memproduksi asam yang dapat mempengaruhi flavor arak. Pengolahan arak jeruk berlangsung menggunakan prinsip fermentasi alkohol, namun belum diketahui bagaimana pertumbuhan mikroba yang dominan berperan dalam fermentasi alami buah jeruk siam. Lama fermentasi 21 hari yang dilakukan merupakan waktu yang tidak lazim pada pengolahan arak sebelumnya.

Oleh karena itu, melalui penelitian eksplorasi ini dilakukan pengamatan terhadap pola pertumbuhan jenis mikroba yang dominan berperan dalam pembentukan alkohol dan cita rasa yang diamati melalui nilai total asam dan pH selama fermentasi alami buah jeruk siam.

## METODE

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel campuran sari buah jeruk siam dengan gula pasir yang diperoleh dari industri arak jeruk di Desa Awan, Kintamani, es batu, larutan *peptone water* (pw) (merk Oxoid), media selektif yang digunakan adalah media *Yeast Extract Peptone Dextrose Agar* (YEPDA) dengan bahan 10 g/L *yeast extract* (merk Merck), 10

g/L *peptone* (merk Oxoid), 20 g/L *dextrose* (merk PT Brataco), 0,5 g/L *magnesium sulfate* ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) (merk Merck) (Hanidah *et al.*, 2016), 15 g/L agar (merk Oxoid), dan akuades. media *de Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) (merk Merck), media *Peptone Yeast Extract Glucose* (PYGA) yang terdiri dari; 5 g/L *bacto-peptone* (merk Oxoid), 10 g/L *yeast extract* (merk Merck), 5g/L glukosa (merk Merck), dan 15 g/L agar (merk Oxoid), dan akuades (DSMZ Media Dive, 2022). Bahan untuk pengujian digunakan kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) (merk Merck), natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) (merk Merck), asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ ), *vaseline*, indikator *phenolftalein* (PP), NaOH 0,1N, dan alkohol 70 persen.

### Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain autoklaf (Daihan Scientific), botol kaca steril, *coolbox* (Lion Star), gelas piala (*Pyrex*), *laminar air flow* (Wina), rak tabung reaksi, mikropipet (*Socorex*), cawan petri (Iwaki), pipet volume (Iwaki), *hotplate*, *magnetic stirrer* (IKA C-MAG HS 7), erlenmeyer (*Pyrex*), inkubator (Memmert), *colony counter*, spiritus dan bunsen, spektrofotometer UV-Vis (Biochrome S-26), cawan *conway*, oven (Memmert), seperangkat alat pH meter, buret (Iwaki), dan neraca analitik (*Ohaus*).

### Pelaksanaan Penelitian

Sampel diambil langsung dari produsen arak jeruk di industri arak jeruk Awan, Kintamani. Sampel pada hari

fermentasi ke-0 diambil secara aseptis, kemudian disimpan dalam *coolbox* yang berisi es batu. Pemberian es batu bertujuan untuk membantu menurunkan suhu sampel sehingga dapat mencegah terjadinya fermentasi selama proses membawa sampel menuju laboratorium Mikrobiologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana (Mussa, 2014). Prosedur pengambilan sampel yang sama dilakukan setiap hari hingga hari ke-21. Penelitian dilakukan sebanyak dua kali ulangan.

#### **Variabel yang Diamati**

Adapun variabel yang diamati pada penelitian ini adalah total khamir menggunakan media *Yeast Extract Petrone Dextrose Agar* (YEPD Agar). Media YEPD Agar dibuat dengan cara ditimbang 0,1 gram *yeast extract*, 0,1 gram *peptone*, 0,2 gram *dextrose*, 0,05 gram *magnesium sulfate* ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) (Hanidah *et al.*, 2016), 1,5 gram agar (Adityawarman *et al.*, 2019) dan dilarutkan dalam 100 mL akuades. Total bakteri asam laktat (BAL) menggunakan media MRSA, total bakteri asam asetat (BAA) menggunakan media *Peptone Yeast Extract Glucose Agar* (PYG Agar). Media PYG Agar dibuat dengan cara ditimbang 0,5 gram *Bacto-peptone*, 1 gram *yeast extract*, 0,5 gram glukosa, 1,5 gram agar dan dilarutkan dalam 100 mL akuades

(DSMZ Media Dive, 2022). Ketiga jenis mikroba ditanam menggunakan metode cawan sebar (Hardianti & Sukmawati, 2018). Diamati pula konsentrasi alkohol Nahak *et al.* (2021), total asam (Campbell-Platt, 2009), dan nilai pH.

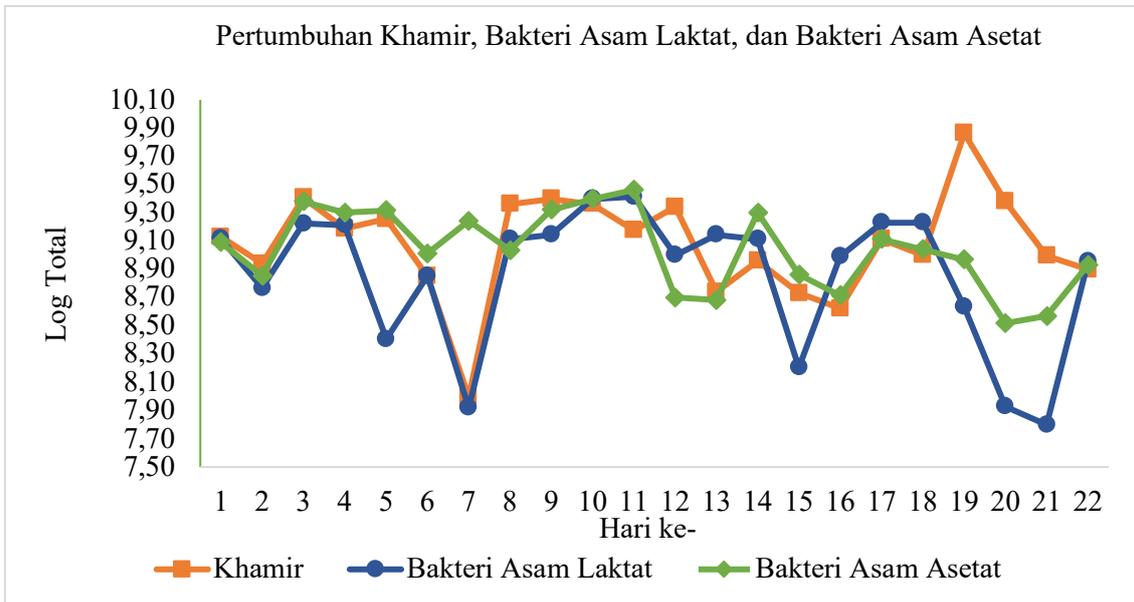
#### **Analisis Data**

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan disajikan dalam bentuk gambar, tabel, dan grafik yang akan dijelaskan secara deskriptif.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Total Khamir, Bakteri Asam Laktat, dan Bakteri Asam Asetat**

Hasil pengamatan terhadap total khamir, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan gambar di atas, diketahui bahwa populasi khamir selama 21 hari fermentasi berada pada jumlah 8,00-9,86 log CFU/mL dimana khamir dominan pada hari ke-18 sebanyak 9,86 log CFU/mL. Populasi bakteri asam laktat selama fermentasi berada pada jumlah  $10^7$ - $10^9$  CFU/mL sebanyak 7,80-9,41 log CFU/mL. Populasi bakteri asam asetat selama fermentasi sejumlah  $10^8$ - $10^9$  CFU/mL sebanyak 8,52-9,46 log CFU/mL. Kedua bakteri penghasil asam ini dominan pada hari ke-10.



**Gambar 1. Pertumbuhan khamir, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat**

Khamir dalam fermentasi untuk pembuatan arak jeruk berperan dalam pembentukan alkohol, khususnya spesies *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir membentuk alkohol diawali melalui proses glikolisis, yaitu mengubah gula menjadi asam piruvat. Selanjutnya diubah menjadi asetaldehid dan enzim alkohol dehidrogenase mengubah asetaldehid menjadi alkohol. Selama memfermentasi gula menjadi alkohol *Saccharomyces cerevisiae* memproduksi enzim zimase dan invertase. *Saccharomyces cerevisiae* juga mensintesis substrat tanpa adanya nitrogen menjadi produk samping hasil metabolisme. Produk tersebut dapat digunakan kembali untuk proses fermentasi *endogenous* ketika medium telah kehabisan glukosa. Oleh karena itu, pertumbuhan khamir terus terjadi

hingga akhir fermentasi. Pada penelitian ini ditunjukkan pada populasi khamiri yang dominan pada fermentasi hari ke-18.

Bakteri asam laktat berperan untuk memfermentasi gula menjadi asam laktat, sedangkan bakteri asam asetat menghasilkan asam asetat dari alkohol. Bakteri asam asetat mengoksidasi alkohol melalui reaksi oksidasi alkohol menghasilkan asam organik. Asam-asam organik yang terbentuk akan bereaksi dengan alkohol membentuk senyawa aldehyd, keton, dan beberapa senyawa volatil yang mempengaruhi cita rasa (Nuraida *et al.*, 2022) arak jeruk baik sesudah maupun sebelum didestilasi. Pada fermentasi hari ke-10 merupakan puncak populasi bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat sehingga diharapkan pada hari ke-10 komponen pembentuk flavor sudah

terbentuk. Dalam hal ini flavor yang diinginkan adalah cita rasa khas jeruk siam. Adapun komponen senyawa volatil yang menyusun flavor jeruk siam adalah etanal (asetaldehid), oktanal, nonanal, citral, etil butanoat, d-limonen, dan a-pinen (Estiasih *et al.*, 2015).

### **Konsentrasi Alkohol**

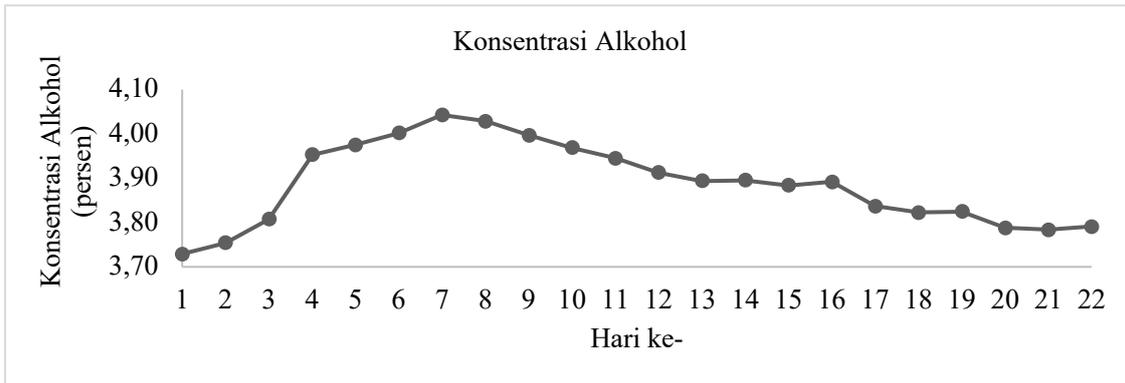
Hasil pengamatan terhadap konsentrasi alkohol yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi alkohol yang dihasilkan selama fermentasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan, yakni berada pada kisaran 3,73-4,04 persen. Namun, terlihat juga adanya peningkatan konsentrasi alkohol dari fermentasi hari ke-0 hingga hari ke-6, kemudian perlahan menurun hingga hari fermentasi ke-21. Konsentrasi alkohol yang diperoleh pada hari fermentasi ke-0 didapatkan sebesar 3,73 persen sedangkan konsentrasi alkohol tertinggi selama fermentasi adalah pada hari ke-6, yaitu sebesar 4,04 persen. Konsentrasi alkohol pada akhir fermentasi diperoleh sebesar 3,79 persen. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 14 Tahun 2016 tentang Standar Mutu Minuman Beralkohol hasil fermentasi jeruk siam ini termasuk ke dalam minuman beralkohol golongan A, yaitu konsentrasi alkohol hingga 5 persen (Sparringa, 2016). Nilai konsentrasi alkohol yang diperoleh sejalan dengan populasi

khamir yang tumbuh. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 3.

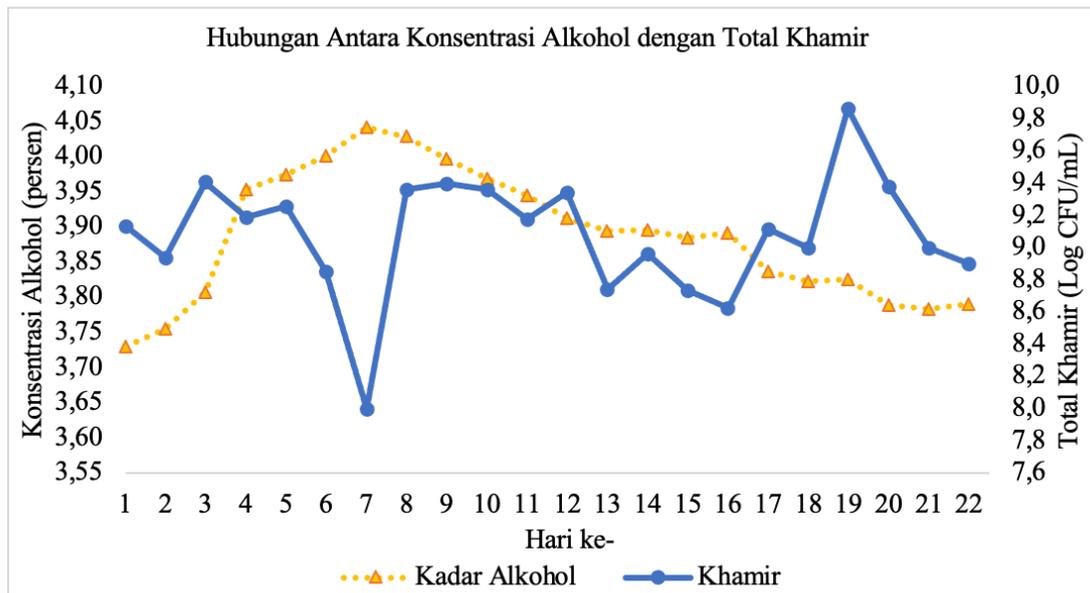
Konsentrasi alkohol tertinggi diperoleh pada fermentasi hari ke-6, sedangkan pada hari tersebut jumlah khamir berada pada populasi terendah. Seiring dengan pertumbuhan khamir, fermentasi glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida terus terjadi. Mengakibatkan terus terjadi peningkatan konsentrasi alkohol pada enam hari pertama fermentasi. Perolehan konsentrasi alkohol pada hari ke-6 merupakan hasil akumulasi alkohol yang dihasilkan oleh khamir sejak awal fermentasi, dimana merupakan masa optimum khamir untuk melakukan fermentasi alkohol (Goold *et al.*, 2017).

Dalam proses fermentasi alkohol, waktu fermentasi sangat terpengaruh dengan jenis medium fermentasinya. Hal tersebut dikarenakan waktu untuk mengkonversi gula menjadi etanol bervariasi, dipengaruhi oleh kandungan gula dalam medium fermentasi. Konsentrasi alkohol yang terbentuk dipengaruhi oleh jenis mikroba yang bertanggung jawab dalam fermentasi alkohol, komposisi medium fermentasi.

Perolehan konsentrasi alkohol ini juga terjadi pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ichsan (2014), tentang kadar etanol aren terhadap penyimpanan suhu ruang dengan waktu fermentasi selama 36 hari diperoleh konsentrasi alkohol tertinggi pada penyimpanan nira hari ke-7 kemudian menurun seterusnya hingga hari ke-36.



**Gambar 2. Konsentrasi alkohol selama fermentasi**



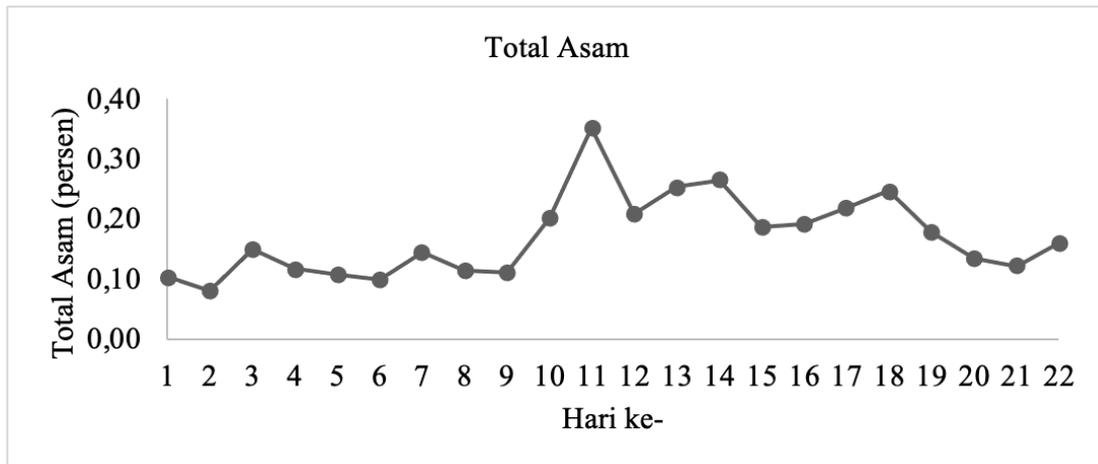
**Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi alkohol dengan total khamir**

Nilai konsentrasi alkohol yang diperoleh pada fermentasi jeruk siam ini juga serupa dengan konsentrasi alkohol yang diperoleh pada fermentasi tuak aren selama 7 hari yang dilakukan oleh Aryasa *et al.* (2019) dengan rata-rata konsentrasi alkohol sebesar 4-5 persen.

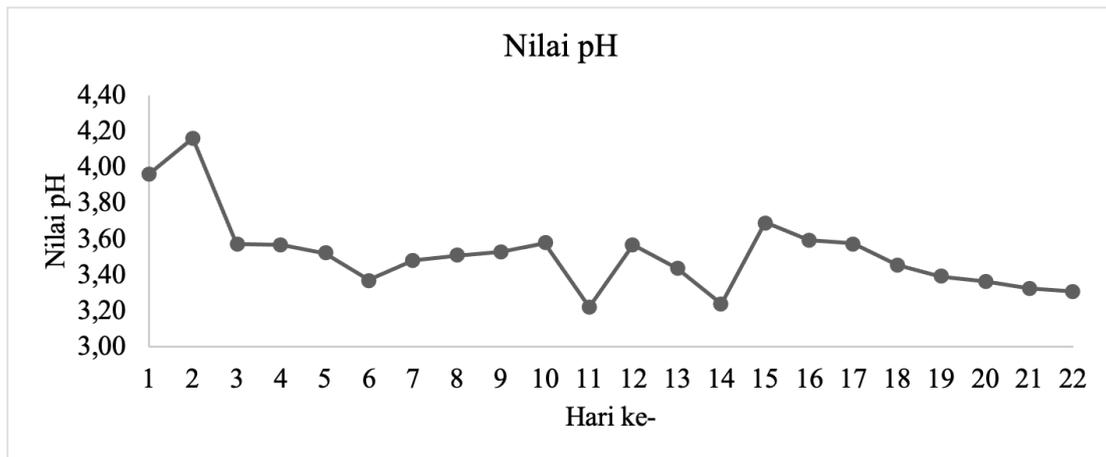
#### **Total Asam**

Hasil pengamatan terhadap total asam yang diperoleh selama fermentasi disajikan

pada Gambar 4. Nilai total asam yang diperoleh dipengaruhi oleh aktivitas dan pertumbuhan mikroba yang bekerja selama fermentasi. Apabila diamati pada Gambar 4, rentang nilai total asam yang diperoleh adalah 0,08-0,35 persen. Nilai total asam tertinggi selama 21 hari fermentasi diperoleh pada fermentasi hari ke-10 sebesar 0,35 persen.



**Gambar 4. Total Asam Selama Fermentasi**



**Gambar 5. Nilai pH Selama Fermentasi**

Hal tersebut sesuai dengan perolehan total bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat yang juga jumlah populasi tertinggi kedua bakteri berada pada hari ke-10 (Gambar 1). Setelah itu, nilai total asam stabil pada rentang angka 0,12-0,26 persen hingga akhir fermentasi. Hal tersebut dapat disebabkan oleh bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat sebagai bakteri penghasil asam terus bertumbuh. Nilai total asam tertinggi dapat diinterpretasikan bahwa pada fermentasi

hari ke-10 membentuk flavor jeruk yang lebih khas. Dalam penelitian ini, nilai total asam diinterpretasikan dari total asam asetat. Hal ini didasarkan oleh peneliti karena asam asetat merupakan produk hasil fermentasi sekunder dari fermentasi alkohol.

Bakteri asam laktat dan asam asetat mempengaruhi peningkatan total asam yang diperoleh, sedangkan fermentasi aerob dapat menyebabkan penurunan total asam, akibatnya asam asetat dioksidasi menjadi

oksigen dari udara menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Andayani *et al.*, 2019). Hasil total asam yang diperoleh hingga fermentasi hari ke-9 dapat dikatakan sesuai dengan SNI 01-4019-1996 tentang *fruit wine*, yaitu maks. 0,2 persen (Badan Standardisasi Nasional, 1996).

### Nilai pH

Perolehan nilai pH selama fermentasi alami buah jeruk siam dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai pH yang diperoleh dari fermentasi sari buah jeruk siam selama 21 hari didapatkan sebesar 3,22-4,12 (Gambar 5). Nilai pH tertinggi terjadi pada awal fermentasi dimana merupakan kondisi optimum pertumbuhan khamir, yaitu pada pH 4-4,5. Nilai pH terendah berada pada fermentasi hari ke-10, hal ini sesuai dengan nilai total asam yang diperoleh pada hari ke-10. Kesesuaian nilai pH dengan total asam ditunjukkan dengan nilai pH yang berbanding terbalik dengan nilai total asam. Kandungan asam laktat dan asam asetat serta asam organik lainnya dapat mempengaruhi nilai pH. Nilai pH dalam fermentasi sari buah jeruk siam pada penelitian ini sejalan dengan total asam yang diperoleh. Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa apabila adanya kenaikan nilai total asam maka terjadi juga penurunan nilai pH (Gambar 5). Apabila diperoleh nilai total asam yang tinggi, maka dipastikan nilai pH yang diperoleh rendah.

Berdasarkan nilai pH yang diperoleh dipengaruhi oleh keberadaan bakteri penghasil asam selama fermentasi. Bakteri

asam asetat dapat tumbuh pada rentang pH 3,5-7,5 dan optimal pada pH 4,3-3,3. pH akhir fermentasi laktat sebesar 4,5-4,8 (Nuraida *et al.*, 2022). Penurunan nilai pH dipengaruhi oleh perombakan alkohol menjadi asam asetat, sehingga nilai pH dapat berubah mengikuti asam-asam yang terbentuk (Andayani *et al.*, 2019). Terjadinya perubahan keasaman pada medium fermentasi mengindikasikan adanya aktivitas metabolisme dalam memproduksi senyawa asam.

### KESIMPULAN

Populasi khamir dominan pada hari ke-18, sedangkan populasi bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat dominan pada hari ke-10. Konsentrasi alkohol tertinggi diperoleh pada hari ke-6 sebesar 4,04 persen. Disarankan untuk melakukan destilasi pada fermentasi hari ke-6 kemudian dibandingkan dengan konsentrasi alkohol pada fermentasi hari ke-21, serta dibandingkan sensorisnya sehingga diperoleh konsentrasi alkohol yang lebih baik. Hal yang sama juga dapat dilakukan pada hari ke-10 sehingga diperoleh kualitas flavor yang lebih baik

### DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. M. D. S. (2020). *Arak Bali: Studi tentang Minuman Tradisional yang Substansial (Sosioreligiuskultural)*. Bali: Nilacakra Publishing House.
- Andayani, N., Nurhayati, D., & Djabir Saing, M. (2019). Optimalisasi Lama Fermentasi Dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter aceti* pada Pembuatan Cuka Buah Apel Rhome

- Beauty Menggunakan Alat Fermentator. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat Dan Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember Tahun 2019*, 978–602.
- Aryasa, I. W., Artini, N. P., Risky, D., & Hendrayana, I. M. (2019). Kadar Alkohol pada Minuman Tuak Desa Sanda, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan, Bali Menggunakan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 5(1), 2356–4818. <https://doi.org/https://doi.org/10.36733/MEDICAMENTO.V5I1.837>.
- Azara, R. (2020). *Buku Ajar Mikrobiologi Pangan*. Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-64-3>.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *SNI 01-4019-1996: Fruit Wine*.
- Campbell-Platt, G. (2009). *Food Science and Technology*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.5860/choice.47-4373>.
- DSMZ Media Dive. (2022). 328. PYG Agar (H). JCM. <https://bacmedia.dsmz.de/medium/J328?> Diakses pada tanggal 27 November 2023.
- Hanidah, I.-I., Safitri, R., & Subroto, T. (2016). Alternatif Fermentasi Bio-Etanol dari Bagas Tebu oleh *Zymomonas mobilis*. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 1(1), 27–30. <https://doi.org/10.24198/jp2.2016.vol1.1.05>
- Hardianti, F., & Sukmawati. (2018). Analisis Total Plate Count (TPC) Mikroba pada Ikan Asin Kakap di Kota Sorong, Papua Barat. *Jurnal Biodjati*, 3(1), 72.
- Ichsan. (2014). Penentuan Konsentrasi Kadar Alkohol dan Asam Asetat Dalam Nira Berdasarkan Lama Waktu Penyimpanan pada Suhu Ruang. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Nasuwakes*, 7(1), 1–8.
- Linawati, Rusmiyanto, E., & Kurniatuhadi, R. (2021). Khamir Potensial Probiotik Hasil Isolasi dari Fermentasi Jus Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Biologica Samudra*, 3(2), 115–132. <https://doi.org/10.33059/jbs.v2i1.41>
- Mussa, R. (2014). Kajian Tentang Lama Fermentasi Nira Aren (*Arenga pinnata*) terhadap Kelimpahan Mikroba dan Kualitas Organoleptik Tuak. *Biopendix*, 1(1).
- Nahak, B. R. H., Aliah, A. I., & Karim, S. F. (2021). Analisis Kadar Alkohol pada Minuman Beralkohol Tradisional (Arak) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(4), 448–454. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i4.360>.
- Nuraida, L., Hasanah, U., Athaya, D., & Refita, K. (2022). *Teknologi Fermentasi Pangan* (1st ed.). Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Sari, I., & Yulneriwarni, N. (2008). Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-alang Dalam Fermentasi Etanol Menggunakan Kapang *Trichoderma viride* dan Khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Vis Vitalis*, 01(2), 55–62.
- Sparringa, R. (2016). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2016 Tentang Standar Mutu Keamanan dan Mutu Minuman Beralkohol*.
- Sukadana, I. G. K., & Tenaya, I. G. N. P. (2016). Pengaruh Penggunaan Arak Sebagai Bahan Bakar pada Mesin Empat Langkah Dengan Rasio Kompresi Bervariasi. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, II(1).
- Sulfiani, & Fadillah. (2021). The Lenght Effect of Fermentation on Alcohol Level of Arak (*Ballo*’) at Binamu Subdistrict of Jeneponto Regency. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 8(2), 121–129.
- Yusasrini, N. L. A., & Puspawati, N. N. (2013). *Kajian Nilai Gizi Minuman Tradisional Bali*.
- Yuyun, A. (2011). Makanan Pengawetan atau Kemasan. Dalam *Cerdas Mengemas Produk Makanan dan Minuman : Cerdas Memilih Kemasan yang Tepat Guna Meningkatkan Nilai Jual dan Daya Saing di Pasar: Vol. VI* (1). Jakarta: AgroMedia Pustaka.