

**PENGARUH DOSIS GULA DAN WAKTU FERMENTASI
TERHADAP KADAR ALKOHOL PADA PEMBUATAN
BIR UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

SKRIPSI

OLEH :

TIARA MEGA PUTRI ARITONANG

208700009



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/6/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)24/6/25

**PENGARUH DOSIS GULA DAN WAKTU FERMENTASI
TERHADAP KADAR ALKOHOL PADA PEMBUATAN BIR
UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Biologi
Universitas Medan Area*

OLEH:

TIARA MEGA PUTRI ARITONANG

208700009



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

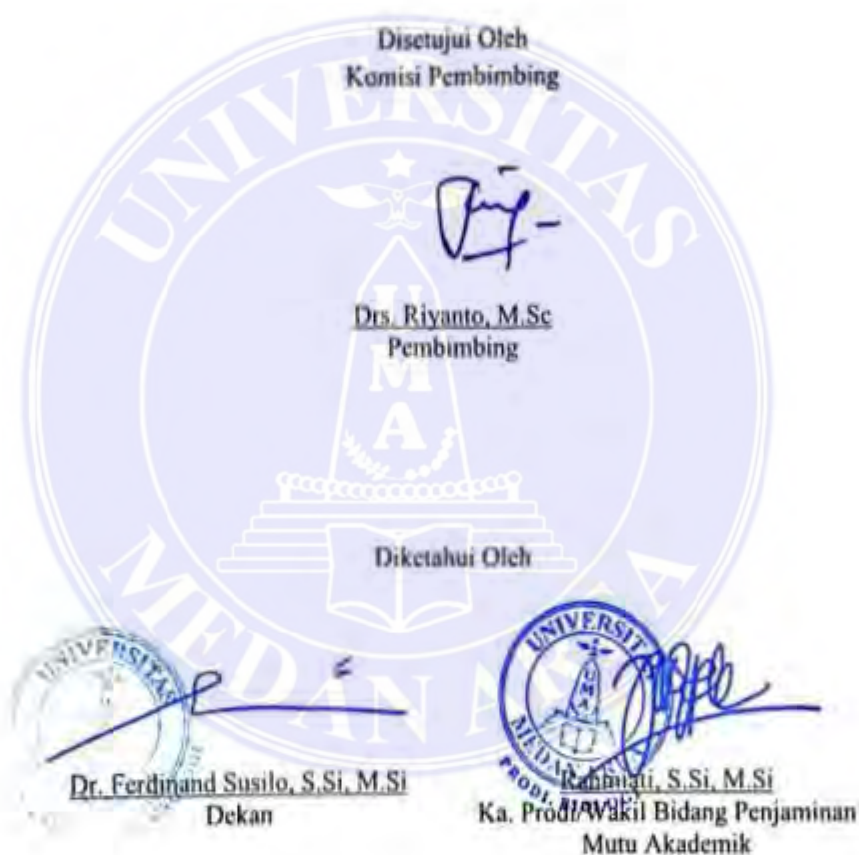
Judul Skripsi : Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Pada Pembuatan Bir Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Nama : Tiara Mega Putri Aritonang

NPM : 208700009

Prodi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi



Tanggal Lulus : 20 Maret 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis ilmiah saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tiara Mega Putri Aritonang

NPM : 208700009

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains & Teknologi

Jenis Karya : Skripsi

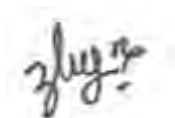
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Pada Pembuatan Bir Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Universitas Medan Area

Pada Tanggal : 13 Februari 2025

Yang menyatakan,



(Tiara Mega Putri Aritonang)

ABSTRAK

Umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) atau sering disebut iles-iles, termasuk famili Araceae yang memiliki ciri khusus dengan kandungan glukomanan sebesar 45-65%. Kandungan umbi porang dalam 100 gram terdapat karbohidrat 8,82% dan pati 7,65%. Kandungan karbohidrat dan pati inilah yang menjadikan umbi porang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan minuman bir, sehingga memenuhi persyaratan umbi porang menjadi minuman fermentasi. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol pada fermentasi pembuatan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Metode dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dalam skala laboratorium yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama penambahan dosis gula (G) yang terdiri dari lima taraf 0 b/v (kontrol), (5%, 10%, 15%, dan 20% (b/v). Faktor kedua waktu fermentasi (H) terdiri dari 3 taraf (7 hari, 14 hari dan 21 hari). Bir yang dihasilkan akan di uji kadar alkohol menggunakan refraktometer. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi penambahan dosis gula maka akan semakin banyak alkohol yang terbentuk hingga mencapai titik optimal yaitu 11.5 %. Jika dosis gula terus ditambah maka kadar alkohol yang terbentuk akan menurun. Semakin lama waktu fermentasi maka alkohol yang dihasilkan akan semakin tinggi sampai batas waktu optimal. Jika waktu fermentasi terus diperpanjang maka kadar alkohol yang terbentuk akan menurun.

Kata Kunci : *Umbi porang; fermentasi; ragi; dosis gula; waktu fermentasi; kadar alkohol; bir.*

ABSTRACT

Porang tuber (Amorphophallus muelleri Blume), also known as iles-iles, belongs to the Araceae family and is characterized by its high glucomannan content, ranging from 45% to 65%. In 100 grams of porang tuber, there are 8.82% carbohydrates and 7.65% starch. These carbohydrate and starch contents make porang tuber a suitable ingredient for beer production, fulfilling the fermentation beverage requirements. The objective of this study is to determine the effect of sugar concentration and fermentation time on the alcohol content in beer fermentation using porang tubers (Amorphophallus muelleri Blume). This study employs an experimental method on a laboratory scale, consisting of two factors. The first factor is sugar concentration (G) with five levels: 0% (control), 5%, 10%, 15%, and 20%. The second factor is fermentation time (H) with three levels: 7 days, 14 days, and 21 days. The alcohol content in the resulting beer will be measured using a refractometer. The results indicate that increasing the sugar concentration leads to higher alcohol formation until it reaches an optimal point of 11.5%. If sugar concentration continues to increase beyond this point, alcohol production decreases. Similarly, the longer the fermentation time, the higher the alcohol content until it reaches an optimal duration. If fermentation time is extended further, alcohol levels will start to decline.

Keywords: *Porang tuber; fermentation; yeast; sugar dosage; fermentation time; alcohol content; beer.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 19 April 2002 dari ayah Sumarto Edi Gumala Aritonang dan Ibu Sina Sihite. Penulis merupakan anak ke dua dari empat bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD PAB 12 Sampali Medan pada tahun 2008 sampai 2014. Masuk Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Swasta Krakatau Medan pada tahun 2014 sampai 2017. Tahun 2017 penulis masuk Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Swasta Alfattah Medan dan tamat pada tahun 2020.

Pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Biologi Universitas Medan Area. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul "Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Pada Pembuatan Bir Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)" yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Biologi Fakultas Saintek Universitas Medan Area. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ferdinand Susilo, S.Si, M.Si, sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Medan Area. Ibu Rahmiati, S.Si, M.Si, sebagai Kaprodi Sains dan Teknologi Universitas Medan Area dan selaku pembimbing serta pendamping akademik.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada Bapak Drs. Riyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa penyusunan skripsi ini dan kepada Ibu Dr. Rosliana Lubis, S.Si, M.Si selaku ketua serta kepada Bapak Saipul Sihotang S.Si, M.Biotek selaku sekretaris komisi pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat berguna dalam penulisan skripsi ini.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayah saya Sumarto Edi Gumala Aritonang dan Ibu tercinta saya Sina Sihite, yang selalu memberikan doa, dukungan serta kasih sayang yang tiada henti. Saya berterima kasih juga kepada abang saya Togi Marihot Aritonang, adik saya Tiur Maida Aritonang dan Thamrin Giot Aritonang serta keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama saya menjalani proses penyusunan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman telah menemani dan membantu dalam perjalanan akademik ini serta pada semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Semoga kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dicatat sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan, baik dari penyusunan maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang biologi. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Medan, Januari 2025



Tiara Mega Putri A

DAFTAR ISI

	Halaman
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	4
1.2. Rumus Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1. Tanaman Porang	6
2.2. Kandungan Kimia Umbi Porang.....	9
2.3. Fermentasi.....	10
2.3.1 Peran Mikroorganisme Pada Produk Fermentasi.....	12
2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fermentasi	12
2.4. Minuman Bir	14
2.5. Ragi	16
2.6. Gula.....	18
2.7. Pengujian Kadar Alkohol.....	19
 BAB III METODE PENELITIAN	 22
3.1. Waktu dan Tempat	22
3.2. Alat dan Bahan.....	22
3.3. Metode Penelitian	22
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 27
4.1. Fermentasi Bir Umbi Porang	27
4.2. Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Terhadap Kadar Alkohol Pada Bir Umbi Porang	30
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	 39
5.1. Simpulan	39
5.2. Saran	39
 DAFTAR PUSTAKA	 40

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kandungan Kimia Umbi Porang.....	9
2. Persentase Kadar Alkohol Dengan Variasi Gula dan Waktu Fermentasi Yang Terkandung Dalam Bir Umbi Porang	31



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Bagian Tanaman Porang	7
2. Umbi Porang	8
3. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	17
4. Fermentasi Bir Umbi Porang	28
5. Grafik Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Fermentasi Terhadap Produktivitas Alkohol.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	48
2. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer Selama 7 Hari Fermentasi	50
3. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer Selama 14 Hari Fermentasi	51
4. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer Selama 21 Hari Fermentasi	52
5. Data Persamaan Uji Regresi Pearson Antara Dosis Gula Yang Difermentasi dengan kadar alkohol yang terbentuk.....	53



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris yang terbesar setelah China dan India, dimana pertanian merupakan pekerjaan utama sebagian penduduk Indonesia. Sebagian besar masyarakat dan penduduk Indonesia sangat menggantungkan kelangsungan hidupnya pada sektor pertanian. Struktur perekonomian di Indonesia didominasi oleh tiga sektor dan salah satunya adalah pertanian yang berkontribusi sebesar 13,14% (BPS, 2017). Umbi-umbian merupakan salah satu dari komoditas pertanian di Indonesia. Umbi-umbian adalah sumber karbohidrat ketiga setelah beras dan jagung. Jenis umbi-umbian yang telah populer ditanam oleh petani seperti ubi jalar dan singkong, sedangkan umbi yang tidak populer atau langka ditanam petani seperti uwi dan porang (Falentianingrum *et al.*, 2019).

Tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) atau sering disebut iles-iles. Termasuk famili Araceae yang memiliki ciri khusus dengan kandungan glukomanan yang paling tinggi diantara jenis *Amorphophallus* lainnya di Indonesia yaitu dengan sebesar 45-65% (Aryanti dan Abidin, 2015). Umbi porang merupakan jenis umbi yang pertama kali dikenal di Indonesia dari Kepulauan Jawa (Rahayuningsih *et al.*, 2020). Kandungan umbi porang dalam 100 gram cukup beragam, seperti karbohidrat 8,82%, pati 7,65%, serat 2,5 %, protein 0,92%, mineral 0,02%, serta kalsium oksalat 0,19 % yang cukup tinggi (Saleh *et al.*, 2015). Kandungan karbohidrat umbi porang inilah yang digunakan sebagai bahan pembuatan minuman bir melalui proses fermentasi (Udin *et al.*, 2020).

Fermentasi adalah suatu proses perombakan atau pemecahan kimia pada suatu substrat organik menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses ini bertujuan untuk mengawetkan atau memperpanjang umur simpan, meningkatkan kualitas produk dan memperbaiki atribut sensori suatu produk (Ranjana *et al.*, 2020). Mikroba yang umumnya terlibat dalam proses fermentasi adalah bakteri, khamir atau yeast dan kapang (Arini, 2017).

Minuman fermentasi merupakan minuman yang telah melalui pemisahan bahan organik (gula) oleh mikroorganisme untuk memperoleh energi dan memproduksi senyawa organik seperti alkohol dan asam organik. Minuman fermentasi sangat beragam jenisnya, contohnya tuak, wine dan bir. Bir adalah minuman yang telah dikenal di berbagai macam negara tidak terkecuali Indonesia, yang dibuat melalui proses fermentasi dengan menggunakan peranan *Saccharomyces cerevisiae*. Bir merupakan salah satu minuman fermentasi fungsional yang mempunyai banyak sekali manfaat bagi kesehatan (Varghese dan Nirali, 2020). Umumnya dalam memproduksi bir membutuhkan bahan dengan kadar gula 15-18% (Sugiyatno, 2018) serta bahan yang dapat menghasilkan gula sebagai bahan dasar fermentasi (Hawusiwa *et al.*, 2015).

Faktor utama yang mempengaruhi karakteristik dari minuman bir adalah penambahan gula dan waktu fermentasi (Lohenapessy *et al.*, 2017). Gula merupakan bahan penting yang menjadi syarat terbentuknya bir. Gula alami yang terkandung dalam bahan pangan biasanya tidak cukup tinggi untuk menghasilkan kadar alkohol yang memenuhi standar bir, sehingga perlu ditamahnya gula. Gula berperan sebagai substrat dalam mempengaruhi pertumbuhan khamir selama

waktu fermentasi. Kadar gula yang terlalu tinggi akan menyebabkan kadar alkohol yang tinggi juga, hal ini akan menghambat pertumbuhan khamir dan meninggalkan sisa gula tinggi sehingga membuat kualitas dari wine ataupun bir tidak bagus (Ariyanto, *et al.*, 2013). Dalam proses fermentasi, gula memiliki peranan sebagai sumber karbon dalam metabolisme yeast. Aktivitas yeast berhubungan dengan konsentrasi gula yang ditambahkan. Gula yang umumnya banyak di gunakan adalah gula pasir (Breemer *et al.*, 2016). Begitu pula dengan waktu fermentasi, semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin banyak glukosa yang dirombak oleh khamir menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi (Utami, 2017).

Bir dari umbi porang dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber alternatif yang potensial serta meningkatkan nilai guna tanaman umbi porang. Hal ini di dukung dengan penelitian yang telah dilakukan Decca dan Dhama (2024), umbi porang dibuat sebagai bioetanol dengan persentase ragi 13 gram, 14 gram dan 15 gram. Waktu fermentasi dilakukan selama 4 hari dan di destilasi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa berat ragi yang optimal didapatkan pada penambahan ragi 15 gram dengan menghasilkan kadar alkohol tertinggi yaitu 31%. Penelitian lainnya oleh Adnyana *et al.*, (2020), tepung dari umbi porang dapat dibuat sebagai alkohol dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses pembuatannya terdiri dari hidrolisis, fermentasi, destilasi, dan pengujian. Tahap fermentasi dilakukan dengan variasi waktu. Waktu fermentasi selama 7 hari menghasilkan konsentrasi alkohol yang paling optimum sebesar 67,357% dan volume etanol sebesar 7 ml. Pada penelitian Purwanto (2014),

fermentasi umbi porang sebagai brem menghasilkan kadar alkohol tertinggi sebesar 5,45% dengan waktu fermentasi selama 8 hari.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, belum ada pemanfaatan umbi porang yang diolah menjadi minuman bir. Hal ini memunculkan ide peneliti untuk kebaruan dalam penggunaan bahan bakunya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dosis gula dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol pada pembuatan bir umbi porang serta untuk mengetahui dosis gula dan waktu fermentasi yang tepat dalam menghasilkan minuman bir dari umbi porang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi gula dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol pada fermentasi pembuatan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol pada fermentasi pembuatan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh persentase gula dan waktu fermentasi untuk menghasilkan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.5 Hipotesis

H_1 : Ada pengaruh konsentrasi dosis gula yang ditambahkan dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol yang terbentuk pada pembuatan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

H_0 : Tidak ada pengaruh konsentrasi dosis gula yang ditambahkan dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol yang terbentuk pada pembuatan bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

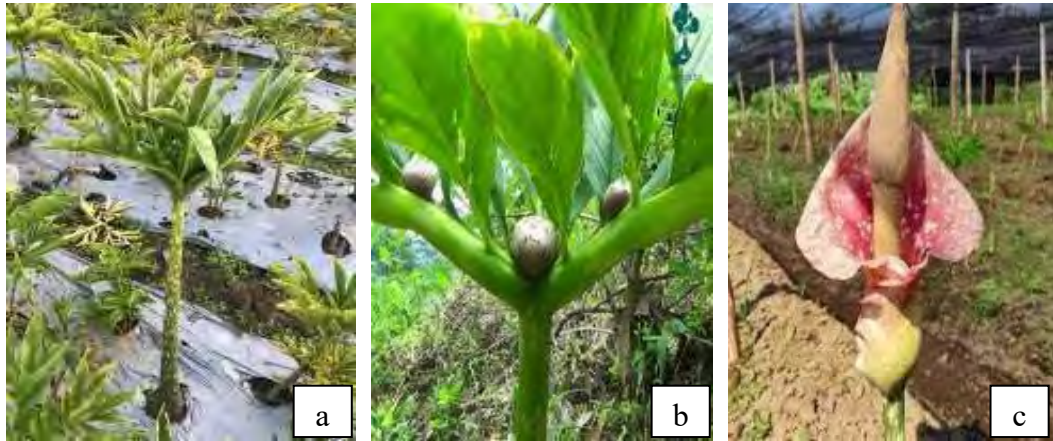
2.1 Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Porang adalah tanaman yang sudah sangat lama dikenal oleh masyarakat sejak jaman pendudukan jepang, tetapi budidaya porang belum banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia. *Amorphophallus* adalah tanaman khas dari dataran rendah didaerah yang beriklim tropis dan subtropis. Di dunia ini kurang lebih terdapat 170 jenis *Amorphophallus*. *Amorphophallus muelleri* adalah salah satu dari 27 jenis yang ada di negara Indonesia (Rofik *et al.*, 2017).

Klasifikasi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai berikut (Utomo dan Utami, 2024):

Kingdom : Plantae
Devisi : Spermatophyta
Sub devisi : Angiospermae
Class : Monocotyledoneae
Order : Arales
Family : Araceae
Genus : *Amorphophallus*
Spesies : *Amorphophallus muelleri* Blume

Tanaman porang adalah salah satu tanaman umbi-umbian yang mempunyai nilai jual yang tinggi. Porang termasuk salah satu jenis tanaman illes-iles. Umbi porang memiliki nilai ekonomis yang tinggi, hal ini dikarenakan pada umbinya terkandung senyawa glukomanan yang baik dalam kesehatan. Porang berkembang biak dengan umbi dan juga bijinya. Porang mempunyai spathe dan spadix pada bunganya (Sulistiyo, 2015).



Gambar 1. Bagian tanaman porang (a) batang semu porang; (b) daun porang dengan umbi katak; (c) bunga porang
(Sumber : Mutiara & Rosanti, 2025)

Porang merupakan salah satu anggota dari famili Araceae dan dikenal sebagai tanaman perdu. Tanaman porang mampu tumbuh di berbagai macam jenis tanah dan juga kondisi, tetapi pertumbuhannya yang paling baik terjadi di daerah yang memiliki ketinggian antara 100-600 mdpl dengan suhu optimal berkisar 25°C - 35°C , dan pH tanah berkisar 6-7 (Witarsa, 2018). Porang umumnya tumbuh secara liar dibawah tegakan pohon dan semak. Contohnya pada tanaman bambu dikarenakan porang termasuk kelompok tanaman yang memiliki sifat atau toleran terhadap naungan dengan intensitas sinar matahari sekitar 40% (Udarno, 2020).

Porang mempunyai akar primer yang tumbuh menyelimuti umbi. Fungsi dari akar porang untuk memperkuat dan menegakan batang serta menyerap air serta unsur hara untuk pertumbuhan tanaman porang (Puslitbangtan, 2015). Tangkai porang memiliki tekstur yang halus sampai agak kasar, warna hijau dengan motif bercak dengan garis linear berwarna putih, dan memiliki getah yang dapat menimbulkan rasa gatal. Daun porang berbentuk elips dan berujung

runcing, permukaan daun yang berwarna hijau cerah sampai hijau gelap (Sulistiyo *et al.*, 2015).

Umbi porang adalah umbi tunggal, berwarna coklat tua hingga jingga kekuningan, tidak memiliki mata tunas dan bertekstur halus. Umbi porang mempunyai rasa yang gatal (Sulistiyo, *et al.*, 2015). Umbi porang memiliki diameter 28 cm dengan berat 50-3500 gram, berbentuk bulat dengan agak lonjong (Saleh *et al.*, 2015). Porang berumbi tunggal karena setiap pohon porang hanya menghasilkan satu umbi saja. Bobot umbi sangat beragam antara 50-200 gram pada satu periode tumbuh (Puslitbangtan, 2015).



Gambar 2 : Umbi Porang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Perkembangbiakan tanaman porang dilakukan secara vegetatif dan generatif. Perkembangbiakan secara generatif dapat dilakukan dengan menggunakan biji tanaman porang itu sendiri, sedangkan perkembangbiakan secara vegetatif dapat dilakukan dengan menggunakan umbi dan bulbil (Rakhmawati, 2014). Bulbil merupakan umbi generatif, yang tumbuh disetiap batang sekunder dan juga ketiak. Berbentuk bulat simetris, berdiameter antara 10-45 mm, dan pertanaman dapat menghasilkan bulbil sekitar 4-15 buah (Saleh *et al.*, 2015). Bagian luar bulbil berwarna kuning kecoklatan dan bagian dalamnya berwarna kuning hingga kuning kecoklatan (Puslitbangtan, 2015).

Porang merupakan tanaman yang tumbuh secara liar dan banyak di temukan di kepulauan Andaman pada negara India (Yanuriati *et al.*, 2017). Menyebar ke timur hingga ke Birma yaitu negara Myanmar, Thailand dan sampai ke Indonesia (Sumatera, Jawa, Bali, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur) (Dwiyono *et al.*, 2019). Umbi porang mempunyai banyak penyebutan yang beragam sesuai dengan daerah persebarannya, seperti di Indonesia porang (Jawa), kerubut (Sumatera), dan acung (Sunda) (Saleh *et al.*, 2015).

2.2 Kandungan Kimia Umbi Porang

Umbi-umbian merupakan bahan nabati yang diperoleh dari dalam tanah. Pada umumnya umbi-umbian adalah bahan sumber karbohidrat terutama pati (Wuryantoro dan Arifin, 2017). Karbohidrat adalah komponen utama yang ada pada umbi porang, jenis karbohidrat dalam umbi porang yaitu pati, glukomanan, gula reduksi dan serat kasar (Saleh *et al.*, 2015). Berikut tabel 1 menyajikan kandungan kimia dalam umbi porang per 100 gram.

Tabel 1 : Kandungan kimia pada umbi porang segar per 100 gram

Unsur Kimia	Kandungan Umbi Segar %
Air	83,30
Pati	7,65
Protein	0,92
Vitamin C	20,2
Lemak	0,02
Glukomanan	3,58
Kalsium oksalat	0,19
Serat berat	2,50
Abu	1,22
Timbal	0,09

(Sumber : Sari dan suhartani, 2015)

Pada umbi porang terdapat kandungan glukomanan dan kalsium oksalat dengan kadar tinggi. Glukomanan adalah senyawa polisakarida hidrofilik yang dapat dihasilkan oleh berbagai tumbuhan alami dan senyawa ini dapat larut dalam air. Glukomanan digunakan dalam bidang medis seperti obat-obatan dalam menurunkan kadar kolesterol, anti diabetes, antiinflamasi dan antibakterial. Dalam bidang kimia digunakan sebagai bahan tambahan kosmetik (Wigoeno *et al.*, 2013).

Salah satu kendala dalam penggunaan umbi porang yaitu adanya rasa gatal dan iritasi yang disebabkan oleh senyawa oksalat dan proteinase, mengonsumsi makanan yang mengandung oksalat yang tinggi dapat mengganggu kesehatan karena dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal serta menurunkan absorpsi kalsium di dalam tubuh. Pengurangan kadar oksalat dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan asam, basa dan garam (menurunkan kadar oksalat tak larut) serta perendaman air hangat (menurunkan kadar oksalat terlarut) (Dewi, 2017).

2.3 Fermentasi

Pangan fermentasi adalah sumber dari bakteri probiotik baru yang digunakan untuk menghasilkan produksi berbagai macam pangan fungsional. Proses fermentasi dapat mengubah karakteristik fisik, kimia, organoleptik, dan juga mikrobiologi dari bahan yang difermentasi. Tujuan fermentasi pangan untuk memperpanjang umur simpan, diversifikasi produk, untuk meningkatkan atau memperbaiki kesehatan sistem pencernaan dan nutrisi, serta menambah kebaikan nilai organoleptik berupa rasa, tekstur dan aroma produk (Nuraida, 2015).

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang berarti merebus atau mendidih, sehingga pada proses pembuatan minuman fermentasi seperti bir menggambarkan penampakan kerja ragi pada ekstrak buah (Stanbury *et al.*, 2017). Fermentasi menurut para ahli biokimia adalah proses yang menghasilkan energi dengan perubahan atau perombakan senyawa-senyawa organik, sedangkan menurut ahli mikrobiologi industri, fermentasi segala proses untuk menghasilkan suatu produk dengan bantuan mikroorganisme (Agustina *et al.*, 2023). Berikut beberapa keuntungan fermentasi dalam pengolahan pangan diantaranya (Azara dan Saidi, 2020) :

1. Menghasilkan sebuah produk makanan atau minuman yang mempunyai karakteristik flavor dan aroma yang khas. Contohnya kimchi yang terbuat dari sayuran yang difermentasi, menghasilkan aroma asam yang khas dan dan tekstur renyah.
2. Memperkaya variasi makanan atau minuman dengan mengubah rasa, aroma dan tekstur serta menghasilkan produk yang lebih mudah dicerna.
3. Dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan. Hal ini dikarenakan pada saat proses fermentasi akan dihasilkan sejumlah asam. Contohnya asam asetat, asam laktat serta alkohol. Asam-asam organik ini yang membuat pH dari pangan fermentasi rendah sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan.
4. Meningkatkan dan menambah zat gizi dari produk yang dihasilkan, seperti vitamin, protein dan juga asam amino.

5. Fermentasi secara umum sudah dikuasai oleh sebagian masyarakat secara turun menurun, biaya dalam memproduksi pangan fermentasi juga cukup rendah serta meningkatkan nilai ekonomi.

2.3.1 Peran Mikroorganisme Pada Produk Fermentasi

Berdasarkan dari produk yang dihasilkan, fermentasi diklasifikasikan menjadi dua yaitu sebagai berikut (Azara dan Saidi, 2020):

1. Homofermentatif

Proses fermentasi yang menghasilkan satu jenis senyawa sebagai produk akhirnya yaitu asam laktat. Contohnya proses fermentasi pembuatan yogurt.

2. Heterofermentatif

Proses fermentasi yang menghasilkan campuran senyawa sebagai produk akhirnya yaitu asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂. Contohnya pada proses pembuatan tape, wine dan bir.

Berdasarkan dari penggunaan oksigen (O₂), fermentasi dibagi menjadi dua yaitu fermentasi aerobik dan anaerobik. Fermentasi aerobik adalah proses fermentasi yang memerlukan oksigen sedangkan fermentasi anaerobik adalah proses fermentasi yang tidak memerlukan oksigen. Contoh produk hasil fermentasi yaitu tempe, keju, kombucha, wine, tuak, bir dan lain sebagainya.

2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fermentasi

Ada pun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi yaitu sebagai berikut (Aprilia *et al.*, 2021):

1. Temperatur

Suhu fermentasi merupakan faktor lingkungan yang terpenting dalam mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Mikroba memiliki kriteria suhu pertumbuhan yang berbeda-beda. *S. cerevisiae* memiliki suhu sekitar 25°C - 35°C. Jika suhu terlalu rendah, maka fermentasi akan berlangsung secara lambat dan sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka mikroba akan mati sehingga menyebabkan proses fermentasi tidak dapat berlangsung.

2. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan faktor penting dalam mempengaruhi proses terjadinya fermentasi. pH adalah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *S. cerevisiae*. pH yang baik dalam pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu 4.0-4.5.

3. Oksigen (O₂)

Pada umumnya proses fermentasi alkoholik berlangsung pada kondisi anaerob (tanpa oksigen). Namun demikian, terdapat jenis mikrobia tertentu yang dapat berkembang dalam kondisi aerob (dengan oksigen) maupun anaerob (tanpa oksigen) seperti khamir *S.cerevisiae*. Pada jenis mikroba *S.cerevisiae* untuk menghasilkan alkohol maka dibutuhkan kondisi anaerob atau ruang tertutup, tetapi pembuatan starter (biakan awal) diperlukan kondisi aerob.

4. Substrat (medium)

Substrat merupakan sumber energi yang diperlukan oleh mikroba dalam proses fermentasi. Energi yang dibutuhkan mikroba berupa karbohidrat, protein, mineral dan lainnya yang terdapat didalam substrat. Bahan energi yang umumnya digunakan oleh mikroba adalah glukosa.

5. Air

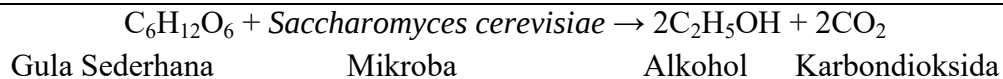
Mikroba tidak akan dapat tumbuh tanpa adanya air. Air yang berada didalam substrat sangat berguna dalam pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini disebut sebagai *water activity* atau aktivitas air.

6. Waktu Fermentasi

Waktu merupakan variabel yang berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba selama selama terjadinya proses fermentasi berlangsung, sehingga akan berpengaruh terhadap hasil fermentasi. Proses fermentasi yang terlalu cepat akan menyebabkan alkohol yang dihasilkan sedikit. Hal ini dikarenakan mikroba dalam masa pertumbuhan, sebaliknya proses fermentasi yang terlalu lama akan mengakibatkan mikroba mati.

2.4 Minuman Bir

Bir adalah minuman yang beralkohol dengan tingkat konsumsi terbesar dengan urutan ke 2 di dunia. Di Indonesia tercatat sebagai negara dengan konsumsi bir terbesar sebanyak 100 liter pertahun. Jumlah mengonsumsi alkohol diseluruh dunia mencapai 64 juta orang. Bir merupakan minuman beralkohol yang tertua dan minuman yang paling populer ke-3 di dunia setelah air dan teh. Bir pertama kali pada dasarnya dibuat dari biji-bijian (Campbell, 2017). Kebanyakan bir umumnya diberi perasa yang berasal dari buah-buahan sebagai pemberi aroma dan rasa pada minuman bir. Proses pembuatan bir yaitu melalui proses fermentasi, dimana proses fermentasi bir dimulai dengan proses *malting* dan *mashing*. Fermentasi bir dilakukan dalam kondisi anaerob oleh ragi, serta menghasilkan alkohol dan gas karbondioksida (Permanasari *et al.*, 2021). Berikut dinyatakan secara kimia sebagai:



Di balik reaksi kimia yang disederhanakan ini terdapat serangkaian reaksi biokimia yang kompleks. Ini reaksi (dikenal sebagai “Jalur Embden-Myerhof-Parnas”) melibatkan sejumlah enzim dan reaksinya berlangsung secara anaerobik dalam pembuatan bir (Campbell, 2017).

Brewing merupakan suatu proses fermentasi gula yang berasal dari *malt*, dengan penambahan hops akan membuat cita rasa dan aroma khas dan menghasilkan produk akhir bir. Minuman fermentasi seperti bir memiliki banyak sekali manfaat yang baik untuk tubuh apabila dikonsumsi dengan takaran yang sesuai (240-280 mL/hari dengan kadar alkohol 3%-5%). Minuman bir pada skala sedang akan memberikan manfaat seperti mengurangi resiko stroke, serangan jantung, kerapuhan pada tulang dan juga aterosklerosis (Heineken, 2014). Namun, apabila mengonsumsi minuman bir pada skala yang berlebihan akan menyebabkan kerusakan pada hati, jantung, otot syaraf, pankreas dan peradangan lambung serta mengganggu metabolisme tubuh (Aryasa *et al.*, 2020). Mengonsumsi alkohol dalam jangka waktu yang panjang atau lama akan mengganggu fungsi ginjal menjadi abnormal. Alkohol dapat memperbesar ginjal sehingga berpotensi menyebabkan penyakit gagal ginjal (Wijaya, 2016).

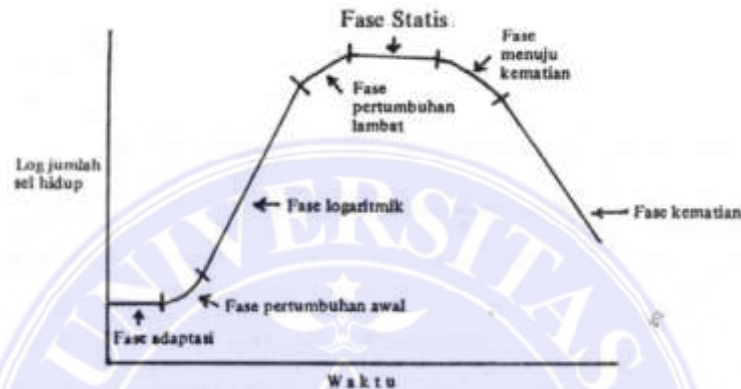
Ada beberapa parameter seperti warna, kepahitan, rasa, pH, dan kadar alkohol yang digunakan dalam mengukur kualitas minuman bir yang baik mengacu pada SNI 7388 : 2009 terkait persyaratan dari mutu minuman bir. Umumnya kandungan kadar alkohol yang boleh pada minuman bir berkisar 0,5%-8%.

2.5 Ragi

Ragi merupakan inokulum atau starter yang dapat menyebabkan terjadinya proses fermentasi. Ragi adalah khamir yang sering digunakan dalam pembuatan roti. Pertumbuhan khamir ini sangat dipengaruhi oleh pH, suhu, sumber energi, dan air. Ragi umumnya terdiri dari beberapa jenis yaitu salah satunya *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* dapat diperoleh dari ragi roti. Ragi roti mengandung *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami seleksi, mutasi untuk meningkatkan kemampuannya dalam memfermentasi gula dengan baik dalam adonan serta mampu tumbuh dengan cepat (Pelczar dan Chan, 2013). *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis khamir yang banyak digunakan untuk memproduksi minuman beralkohol seperti roti, wine dan bir (Maharani *et al.*, 2021).

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir yang mempunyai variasi bentuk sel seperti oval, bulat dan memanjang (Fauziah, 2015). *S. cerevisiae* dapat tumbuh pada media yang memiliki kandungan konsentrasi air gula yang tinggi (Sopandi, 2014). *S. cerevisiae* dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa) yang selanjutnya di ubah menjadi alkohol dan CO₂ (Widyanti dan Moehadi, 2016). *S. cerevisiae* dianggap sebagai mikroorganisme yang aman dan paling komersial saat ini. Di Indonesia *S. cerevisiae* dikenal dengan sebutan jamur ragi. Ragi ini digunakan dalam bidang industri fermentasi. Umumnya *S. cerevisiae* digunakan untuk pembuatan tape dan roti. Oleh karena itu, isolat *S. cerevisiae* mudah diperoleh di pasaran seperti saf-instant. Ragi ini yang memiliki komposisi yeast *S. cerevisiae*, berbentuk butiran halus yang kering dan mempunyai aroma khas (Mayangsari dan Agus, 2012).

Kurva pertumbuhannya adalah informasi tentang tahapan kehidupan mikroba, umumnya yaitu fase lag, fase eksponensial, fase stationer dan fase kematian. Kurva pertumbuhan digunakan untuk mengetahui kecepatan pertumbuhan atau pembelahan sel dan pengaruh lingkungan terhadap kecepatan pertumbuhan (Senatang, 2023).



Gambar 3 : Kurva Pertumbuhan Bakteri
(Sumber : Stumbo 1973 and Dien et al., 2017)

Fase pertumbuhan mikroba terdiri dari 4 fase sebagai berikut (Senatang, 2023):

1. Fase lag atau fase adaptasi merupakan fase yang paling awal penyesuaian aktivitas mikroba pada lingkungan baru. Pada fase ini pertambahan jumlah sel belum begitu terjadi, sehingga kurva pertumbuhan pada fase ini pada umumnya mendatar. Selang waktu fase lag tergantung kepada kesesuaian pengaturan aktivitas dan lingkungannya. Kemampuan adaptasi dipengaruhi oleh komposisi media, jumlah sel pada inokulum awal, kondisis pH, dan juga suhu.
2. Fase eksponensial atau logaritmik merupakan fase terjadinya periode pertumbuhan yang sangat cepat. Fase ini merupakan fase yang diperlukan oleh mikroba dalam melakukan pembelahan sel atau disebut dengan waktu generasi.

Pertumbuhan mikroba pada fase ini dipengaruhi oleh kondisi suhu, pH, nutrisi dalam media dan sifat genetik mikroba.

3. Fase stasioner merupakan fase ketika laju pertumbuhan sama dengan laju kematian mikroba, sehingga hasil dari jumlah mikroba tersebut secara keseluruhan akan tetap. Fase ini juga diakibatkan karena sumber nutrisi yang semakin berkurang dan faktor lingkungan yang mulai tidak menguntungkan.
4. Fase kematian merupakan fase yang dapat dilihat dengan adanya peningkatan dalam jumlah laju kematian yang melebihi dari jumlah laju pertumbuhan.

Saccharomyces cerevisiae adalah salah satu mikroorganisme yang mampu mengubah gula menjadi alkohol, dikarenakan mikroorganisme ini memiliki enzim invertase dan juga zimase. Enzim ini berguna dalam mengkonversi gula dari golongan monosakarida dan disakarida. Enzim invertase berfungsi memecah gula disakarida menjadi monosakarida, selanjutnya enzim zimase mengubah monosakarida menjadi alkohol dan karbondioksida (CO₂). Mikroorganisme ini bekerja baik pada substrat yang memiliki kandungan glukosa (Cahyaningtiyas *et al.*, 2023).

2.6 Gula

Gula merupakan jenis karbohidrat terkecil sederhana dan dapat ditemukan secara alami di dalam makanan seperti produk susu, buah-buahan dan sayur-sayuran. Gula ditambahkan kedalam makanan dan minuman memiliki peranan sebagai pencipta rasa manis, zat penambah kekentalan, meningkatkan atribut makanan dan mengawetkan makanan dan minuman (White, 2018). Dalam sudut pandang biokimia, gula dapat dibedakan menjadi monosakarida yaitu glukosa,

fruktosa, dan juga galaktosa, dan disakarida yaitu sukrosa dan laktosa (Azaiis-Braesco *et al.*, 2017).

Gula merupakan senyawa kimia yang termasuk golongan dari karbohidrat yang memiliki rasa manis serta larut dalam air. Gula adalah senyawa organik yang sangat penting dikarenakan gula mudah dicerna tubuh untuk menjadikannya sebagai sumber kalori (Bemiller, 2018). Gula adalah butiran kristal yang mempunyai ukuran hamoir seragam dengan ukuran 0,8 hingga 1,2 mm dan umumnya berwarna putih (Eddy, 2014). Sukrosa merupakan gula yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu gula pasir atau gula kristal putih. Gula umumnya berasal dari tebu (*Saccharum officinarum*) yang diolah hingga menjadi gula (Erna, 2017). Gula merupakan bahan yang umum dalam fermentasi. Gula yang terdapat pada bahan akan mengaktifkan ragi selama berlangsungnya proses fermentasi. Gula digunakan ragi sebagai sumber energi (Simanjuntak, *et al.*, 2017).

2.7 Pengujian Kadar Alkohol

Dalam bidang ilmu kimia, alkohol merupakan istilah yang umum untuk senyawa organik yang mempunyai gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon, dimana atom karbon itu sendiri juga terikat pada atom hidrogen atau atom karbon lainnya. Dalam istilah umum, yang disebut alkohol adalah etanol atau *grain alcohol*. Etanol tidak terlalu beracun, dikarenakan tubuh dapat menguraikannya dengan cepat. Alkohol dalam bidang industri dan bidang ilmu pengetahuan sebagai pereaksi, pelarut serta bahan bakar (Adiprabowo dan Isnanto, 2011).

Alkohol (C_2H_5OH) merupakan cairan transparan yang tidak berwarna, mudah menguap dan dapat dicampur dengan air, eter dan kloroform, yang diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi. Alkohol terbuat dari gula, madu, sari buah dan umbi-umbian melalui fermentasi (Aryasa *et al.*, 2020). Minuman beralkohol merupakan minuman yang mengandung alkohol yang diproses dari bahan yang mengandung karbohidrat dengan cara fermentasi dan destilasi ataupun tanpa destilasi (Kartika, 2022).

Pada penelitian ini dilakukan proses destilasi sederhana. Destilasi merupakan proses pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau kemampuan zat dalam menguap (Kusumo *et al.*, 2017). Dimana zat cair dipanaskan hingga titik didihnya, serta mengalirkan uap ke dalam alat pendingin (kondensor) dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair (Arif *et al.*, 2016). Destilasi sederhana merupakan teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang mempunyai perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi untuk mendapatkan senyawa murni (Walangare *et al.*, 2013). Destilasi sederhana dilakukan dengan cara sampel hasil fermentasi bir sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan dipasangkan termometer untuk mengukur suhu dengan suhu $78^{\circ}C$ - $80^{\circ}C$. Dihidupkan elektromantel pemanas untuk memanaskan sampel sampai membentuk fase uap yang kemudian akan berubah ke dalam bentuk cairan. Destilat yang di peroleh dari hasil destilasi di tampung dengan labu penampung (Aisyah *et al.*, 2019).

Pengujian kadar alkohol dalam penelitian ini menggunakan alat refraktometer. Refraktometer adalah alat yang berfungsi sebagai alat pengukur kadar atau konsentrasi bahan terlarut. Contohnya gula, garam, protein, asam, dan lain sebagainya. Pengujian kadar alkohol dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan alkohol pada minuman bir yang dihasilkan. Refraktometer bekerja menggunakan prinsip pembiasan cahaya atau refraksi cahaya. Konsentrasi larutan berpengaruh terhadap sudut refraksi (Tarigan, 2019).

Unit refraktometer ditetapkan dalam satuan yang dikenal *Brix*. Cahaya masuk kedalam prisma refraktometer maka bidang pandang pada secara keseluruhan akan berwarna biru. Sebelum diukur kadar alkohol pada minuman bir nya harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan aquadest hingga terlihat kadar alkohol 0% *Brix*. Setelah itu, destilat hasil destilasi bir diukur kadar alkoholnya sampai terlihat kadar alkohol dalam satuan *Brix* % (Siskayanti *et al.*, 2023).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2024 di Jalan Meteorologi V, Tembung, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara dan analisis dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Sumatera Utara.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat destilasi sederhana, oven, botol jar ukuran 250 ml, timbangan analitik, gelas ukur, blender, sendok, spatula, mangkuk, pisau, nampan, gelas ukur, panci, *handscoon* (sarung tangan), kain saring, pipet tetes, pH meter, refraktometer, kamera, kompor, kertas coklat, termometer dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi porang, gula pasir, aquadest, alkohol 70%, air, ragi dengan merk fermipan (*Saccharomyces cerevisiae*), asam sitrat ($C_6H_8O_7$), natrium hidroksida (NaOH), dan NaCl (garam dapur).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan bersifat eksperimental dalam skala laboratorium dengan metode fermentasi di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Sumatera Utara

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian dipersiapkan dengan lengkap. Botol jar kaca ukuran 250 ml disemprotkan pada bagian dalam botol dengan alkohol konsentrasi 70%, botol dibungkus menggunakan kertas coklat dan disterilkan dengan oven pada suhu 170°C selama 20 menit. Peralatan lainnya seperti spatula, sendok, pisau, mangkuk dan kain saring disterilkan dengan merebus selama 10 menit, kemudian seluruh alat diangkat dan dikeringkan.

3.4.2 Preparasi Sampel

Sampel umbi porang sebanyak 4 kg diperoleh dari e-commerce dengan nama toko bibit bambu kuning. Sampel di sortasi untuk memisahkan umbi yang busuk dengan umbi yang baik untuk meminimalisir kerusakan pembuatan bir. Umbi dikupas kulitnya dengan menggunakan pisau dan dipotong menjadi berbentuk dadu. Umbi ditimbang sebanyak 500 gram untuk setiap perlakuan. Umbi dicuci bersih dan direndam dalam air dengan campuran garam dapur (NaCl) sebanyak 15% (75 gram) kemudian didiamkan selama 60 menit. Umbi dicuci kembali dengan bersih dan diletakkan ke wadah.

Umbi kemudian dimasukan ke dalam panci dan direbus selama 30 menit, setelah perebusan selesai umbi diangkat dan dimasukkan ke dalam wadah yang bersih. Umbi dihaluskan menggunakan blender dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:2 (500 gram umbi : 1 liter air), *pulp* umbi porang selanjutnya disaring dengan kain saring agar mendapatkan filtrat. Filtrat umbi ditampung dalam wadah dan diukur menggunakan gelas ukur sebanyak 500 mL.

Filtrat umbi porang sebanyak 500 ml dipasteurisasi pada suhu 63°C selama 5 menit. Filtrat dimasukan kedalam botol maksimal 100 mL dalam botol jar ukuran 250 mL dan ditambahkan gula pasir sesuai perlakuan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% (b/v) disertai dengan pengadukan untuk menghomogenkan gula larut. Filtrat didinginkan dan diukur suhunya 30°C menggunakan termometer, pH larutan lalu diatur hingga mencapai pH 4,0 menggunakan asam sitrat untuk menurunkan pH sedangkan menaikkan pH digunakan NaOH. Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) ditambahkan sebanyak 2% (10 gram) disetiap perlakuan. Diaduk secara perlahan menggunakan spatula agar ragi homogen, selanjutnya botol jar ditutup menggunakan tutup jar dan dilakukan fermentasi bir.

3.4.3 Proses Fermentasi

Fermentasi dilakukan pada suhu ruang 25°C - 30°C selama waktu yang telah ditentukan (7 hari, 14 hari, dan 21 hari). Selama berlangsungnya proses fermentasi, dilakukan pengamatan dan pengadukan manual pada botol bir umbi porang setiap satu kali sehari. Setelah proses fermentasi selesai selanjutnya dilakukan destilasi untuk memisahkan air dan alkohol pada bir umbi porang.

3.4.4 Destilasi

Disiapkan rangkaian alat destilasi sederhana, kemudian sampel hasil fermentasi bir umbi porang dan batu didih dimasukan ke dalam labu leher tiga. Penambahan batu didih berfungsi untuk meratakan panas sehingga panas menjadi homogen pada seluruh larutan. Dipasangkan termometer untuk mengukur suhu 78°C. Elektromantel pemanas dihidupkan untuk memanaskan sampel sampai membentuk fase uap yang kemudian akan berubah ke dalam bentuk cairan. Uap

yang dihasilkan didinginkan menggunakan kondensor menghasilkan destilat cair, dimana kandungan air (Titik didih 100°C) yang akan tertinggal di labu. Destilat yang diperoleh ditampung dalam botol jar kaca. Destilat yang dihasilkan setiap perlakuan 5-10 ml, kemudian dilakukan analisis uji kadar alkohol menggunakan alat refraktometer.

3.4.5 Uji Kadar Alkohol

Uji kadar alkohol dilakukan untuk mengetahui persentase kadar alkohol bir umbi porang dengan menggunakan alat refraktometer. Refraktometer mampu mengukur persentase kadar alkohol rendah dan akurat dengan skala 0-32% *brix*. Langkah pertama sebelum pengujian sampel adalah kalibrasi Refraktometer dibersihkan dengan tissue pada bagian prisma, ditetesi dengan aquadest sebanyak 1-3 tetes pada bagian prisma dan tutup dengan day light plate. Dipastikan tidak ada gelembung, apabila terdapat gelembung maka akan mempengaruhi nilai indeks bias sehingga pengukuran tidak akurat. Ditunggu selama 15-30 detik, refraktometer diarahkan pada cahaya terang, kemudian pembacaan skala melalui lensa okuler. Dipastikan pada garis warna biru dibagian atas dan area putih dibagian bawah ketemu. Garis batas biru dan putih harus tepat pada 0% *brix*.

Setelah dikalibrasi, kaca prisma dan day light plate dibersihkan dengan kertas tissue, untuk membersihkan sisa aquadest yang tertinggal. Pengujian kadar alkohol dilakukan dengan destilat hasil destilasi bir umbi porang ditetaskan pada prisma sebanyak 1-3 tetes dengan menggunakan pipet tetes. Skala kemudian dilihat ditempat yang bercahaya, angka terukur akan terlihat berdasarkan perbedaan warna. Besarnya angka terukur akan berwarna putih pada angka skala prisma. Hasil diamati dan dicatat dibuku tulis.

3.5 Analisis Data

Data hasil uji kadar alkohol dianalisis menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan Uji t sampel tunggal (hanya satu set data) dan dilanjutkan dengan korelasi dan regresi pearson, serta mencari prediksi dosis gula yang optimal untuk menghasilkan kadar alkohol tertinggi.

Penelitian ini bersifat eksperimental yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah penambahan dosis gula (G) yang terdiri dari lima taraf yaitu :

G_0 = Dosis gula 0% (b/v) (kontrol)

G_5 = Dosis gula 5% (b/v)

G_{10} = Dosis gula 10% (b/v)

G_{15} = Dosis gula 15% (b/v)

G_{20} = Dosis gula 20% (b/v)

Faktor kedua adalah waktu fermentasi (H) yang terdiri dari tiga taraf yaitu:

H_7 = Waktu fermentasi 7 hari

H_{14} = Waktu fermentasi 14 hari

H_{21} = Waktu fermentasi 21 hari

Dalam penelitian ini dilakukan dengan penambahan starter (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 2% (10 gram) disetiap perlakuan, jadi seluruh satuan percobaan adalah 15 percobaan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ada pengaruh konsentrasi dosis gula yang ditambahkan dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol yang terbentuk pada bir dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Semakin tinggi penambahan dosis gula dan lama fermentasi maka akan semakin banyak alkohol yang terbentuk hingga mencapai titik optimal, dengan dosis gula optimal 11,5% menghasilkan kadar alkohol sebesar 11,4% pada lama fermentasi 14 hari. Jika waktu fermentasi terus diperpanjang maka kadar alkohol yang terbentuk akan menurun.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, faktor ragi sebagai starter dalam fermentasi umbi porang memberikan pengaruh nyata, sebaiknya untuk peneliti selanjutnya dilakukan penelitian mengenai pengaruh persentase ragi terhadap kadar alkohol pada pembuatan bir umbi porang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, K. C., Kartika, R., & Sitorus, S. (2020). Pembuatan etanol dari umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus* Blume) oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan nutrisi NPK. *Atomik*, 05(1), 25–30.
- Adiprabowo S.D, Isnanto R.R, S. I. (2011). Pada Cairan Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535. *Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Jawa Timur*.
- Afrianti, H. 2013. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Alfabeta, Bandung.
- Agustina, A., Sm, H. D. D., Chitimah, O., Yulinda, S., Khairani, M., & Tanjung, I. F. (2023). Proses Pembuatan Tempe Home Industri Berbahan Dasar Kedelai Dikecamatan Sawit Seberang Kabupaten Langkat. *Journal biology Education, Sains And Technology*), 06(1) : 15-21.
- Aisyah S, S., Hasyimuddin, H., & Samsinar, S. (2019). Uji Alkohol Pada Fermentasi Tuak. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 12(2), 148–156. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v12i2.7594>.
- Anggraini, A., Yuningsih, S., dan Sota, M.M. 2017. Pengaruh pH terhadap Kualitas Produk Etanol dari Molasses melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*. Vol. 2, No. 2, hal. 99-105.
- Aprilia, V., Apriyanto, M., Fangohoi, L., Diba, D. F., Prayitno, S. H., Nurhayati, N., dan Sari, D.A. (2021). Pangan Berbasis Fermentasi.
- Arini, L. D. D. (2017). Pemanfaatan bakteri baik dalam pembuatan makanan fermentasi yang bermanfaat untuk kesehatan. *Journal Biomedika*, 10(1): 1-11.
- Ariyanto, H. D., Hidayatulloh, F., & Murwono, J. (2013). Pengaruh penambahan gula terhadap produktivitas alkohol dalam pembuatan wine berbahan apel buang (Reject) dengan menggunakan Nopkor MZ. 11. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(4), 226-232
- Aryanti, N., Kharis, D., & Abidin, Y. (2015). Ekstraksi Glukomanan Dari Porang Lokal (*Amorphophallus oncophyllus* dan *Amorphophallus muerelli* blume). In METANA (Vol. 11, Issue 01).
- Aryasa, I. W. T., Artini, N. P. R., Vidika A., D. P. R., & Hendrayana, I. M. D. (2020). Kadar Alkohol Pada Minuman Tuak Desa Sanda Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan Bali Menggunakan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 5(1), 33–38. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v5i1.837>

- Arif, A. B., Diyono, W., Budiyo, A., & Richana, N. (2016). Analisis rancangan faktorial tiga faktor untuk optimalisasi produksi bioetanol dari molases tebu. *J. Informatika Pertan.*; 25(1):145-154
- Arif, B.A., Budiyo, A., Diyono, W., dan Richana. 2017. Optimasi Waktu Fermentasi Produksi Bioetanol dari Dedak Sorghum Manis (*Sorghum bicolor* L) Melalui Proses Enzimatis. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. Vol. 14, No. 2, hal. 67-78.
- Azara, R., & Saidi, I. A. (2020). Buku Ajar Mikrobiologi Pangan. Umsida Press, 1-128.
- Azaïs-Braesco, V., Sluik, D., Maillot, M., Kok, F., & Moreno, L. A. (2017). A review of total & added sugar intakes and dietary sources in Europe. *Nutrition Journal*, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0225-2>.
- Azizah, N., AL-Baarii, A., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kuit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 72-77.
- BeMiller, J. (2018) Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. 3rd ed. USA: Woodhead Publishing and AACC International Press 2018.
- Bishop, P., Pitts, E.R., Budner, D., and Thompson-Witrick, K.A., (2022) *Chemical Composition of Kombucha*. *Beverages*. 8:45. DOI: <http://doi.org/10.3390/beverages8030045>.
- BPOM RI. (2016). Standar keamanan dan mutu minuman beralkohol. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI Nomor 14 Tahun 2016, 1–17.
- BPS. (2017). Indikator Pertanian Provinsi Jawa Timur 2016. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Breemer, R., Moniharapon, E., & Nimreskosu, J. (2016). Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Organoleptik Dan Sifat Kimia Anggur Buah Tomi-Tomi (*Flacourtia inermis* Roxb). *AGRITEKNO, Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(2), 32. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2016.5.2.32>.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wotton, 2007. Ilmu pangan. Penerjemah H Purnomo dan Adiono. UI – Press, Jakarta.
- Cahyaningtiyas, A., & Sindhuwati, C. (2023). Pengaruh Penambahan Konsentrasi *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Pembuatan Etanol Dari Air Tebu Dengan Proses Fermentasi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. 07 (2): 89-94. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.207>.
- Campbell, S. L., 2017. The continuous brewing of beer. VI-Food-A-Beer:1-8.

- Chairul dan Silvia R N. 2013. Pembuatan Bioetanol Dari Nira Nipah Menggunakan *Sacharomyces Cereviceae*: Pekanbaru. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau.
- Decca Pinky Nugroho dan Dhama Putra. Studi Eksperimen Pengaruh Berat Ragi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*). Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Volume 12 Nomor 02 Tahun 2024, Hal 83-88.
- Dewi, S. (2017). Pengurangan Kadar Oksalat Pada Umbi Talas Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Metode Pengukusan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 2–5. <https://doi.org/10.17728/jatp.191>.
- Dien H.A., S. Berhimpon dan A. Agustine. 2017. *Sanitasi dan Hygine Hasil Laut*. Fakultas Perikanan Dalam Ilmu Kelautan. ISBN:987-602-60359-5-0.
- Duhan, J., A. K., & Tanwar, S. (2013). Bioethanol production from starchy part of tuberous plant (potato) using *saccharomyces cerevisiae* mtcc-170 Afri. *J. Microbiol*, 7(46), 5253-5260.
- Dwiyono K, Saeribanon N, Wiryanti I. 2019. Rekayasa proses pengeringan umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*). Seminar nasional dalam rangka dies natalis UNS ke 43 (1) : 2615-7721
- Eddy sapto Harianto (2014). Jurnal Peningkatan mutu produk gula Kristal Putih melalui teknologi defekasi remelt karbonisasi.
- Erna, Said, Irwan & Abram, Hengky P. (2016). Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Melalui Proses Fermentasi. 5(August), 121–126.
- Erna Yuliwati Legiso Program Studi Teknik Kimia. (2017). *Bahan Ajar Teknologi Gula*.
- Falentioningrum, O. N., Komarayanti, S., & Herrianto, E. 2019. Identifikasi Dan Inventarisasi Tanaman Umbi-Umbian Yang Berpotensi Sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif Di Wilayah Jember Selatan dan Barat. Vol 1 Tahun 2019. EISSN 2528-1615. Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Fauziah, V. (2015). Pengaruh konsentrasi asam dan waktu hidrolisis terhadap produksi bioetanol dari limba kulit pisang kepok kuning (*Musa balbisiana* BBB). Skripsi Fakultas Kedokteran dan Kesehatan. Jakara: UIN Syarif Hidayatullah.
- Gultom, G. M. (2017). Komposisi mikroorganisme dan kimia tape singkong dan tape ketan yang diproduksi di Daerah Bogor. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor.

- Hawusiwa, E. S., A. K. Wardani dan D. W. Ningtyas. 2015. Pengaruh Konsentrasi Pasta Singkong (*Manihot esculenta*) dan Lama Fermentasi Pada Proses Pembuatan Minuman Wine Singkong. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(1) : 147-155.
- Heineken, 2014. Wort Aeration, Fermentation and Lagering. Rules, Standards & Procedures Brewing Process Description 1-21.
- Hutomo, S. (2017). Pembuatan wine (Vol. 3). Surabaya: Universitas Surabaya.
- Indriani, D. O., Syamsudin, L. N. I., Wardhani, A. K., & Wardani, A. K. (2015). Invertase dari *Aspergillus niger* Dengan Metode Solid State Fermentation dan Aplikasi Di Industri: Kajian Pustaka [IN PRESS SEPTEMBER 2015]. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4).
- Jackson, R. S. (2008). Wine Science: Principles And Applications, 3rd. ed. Elsevier Acad. Press, Amsterdam.
- Kartika, A.A. (2022) Analisis kadar alkohol pada minuman tuak dan arak menggunakan metode berat jenis dan kromatografi gas-fid. *Acta holistica pharmaciana*.4 (2): 80-106
- Kusumo, F., & Milano, J. (2017). Optimization of bioethanol production from sorghum grains using artificial neural networks integrated with ant colony. *Industrial Crops and Products*. 97 : 146-155.
- Latara, A., Botutihe, S., & Mustofa. (2020). Destilasi Bioetanol Dari Nira Aren Dengan Variasi Waktu Pengadukan Pada Proses Fermentasi. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 5(2), 30-35.
- Lestari, K. A. P. and Sa'diyah, L. 2020 Karakteristik Kimia dan Fisik Teh Hijau Kombucha Pada Waktu Pemanasan Yang Berbeda. *Journal Of Pharmacy and Science*. 5 (1): 15-21.
- Lohenapessy, S., Gunam, I.B.W., & Arnata, I.W. (2017). Pengaruh Berbagai Merk Dried Yeast (*Saccharomyces sp.*) dan pH Awal Fermentasi Terhadap Karakteristik wine Salak. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 22(2): 63-72.
- Maharani, M. M., Bakrie, M., & Nurlela, N. (2021). Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian. *Jurnal Redoks*, 6(1), 57. <https://doi.org/10.31851/redoks.v6i1.5200>.
- Mayangsari D, Agus Krisno BM. 2012. Penerapan Rekayasa Genetika pada *Saccharomyces cerevisiae* dalam Produksi Vaksin Hepatitis B.
- Mbeo, Y., Nge, S. T., & Bota, W. (2022, April). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Dan Tingkat Kesukaan Wine Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench). In *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia* (Vol. 1, No. 1, pp. 126-133).

- Mutiara, D., & Rosanti, D. (2025). Struktur Morfologi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri*) Pada Habitat Desa Sribunga Kecamatan Buay Pemuka Bangsa Raja Kab Oku Timur. *Indobiosains*, 33-37.
- Nirmalasari, R., & Liani, I.E. (2018). Pengaruh Dosis Pemberian Ragi Terhadap Hasil Fermentasi Tape Singkong Manihot Utilissima. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(18), 8-18.
- Nuraida L. 2015. A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. *Food Sci Hum Wellness* 4: 47- 55. DOI: 10.1016/j.fshw.2015.06.001.
- Obaria, A., dan Due, M. S. (2023). Pengaruh Dosis Gula Pada Pembuatan Anggur Dari Buah Terung Belanda Terhadap Kadar Alkohol dan Cita Rasa. *Jurnal Pertanian Unggul*, 2 (1), 70-77. ISSN : 2985-7074. Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa.
- Ovihapsany, R. A., Mustofa, A., & Suhartatik, N. (2018). Karakteristik minuman beralkohol dengan variasi kadar ekstrak buah bit (*Beta vulgaris* L.) dan lama fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 3(1), 55–63.
- Paulinea M., Alexandre O., Andoseh, B.K. (2017). Production Technique and Sensory Evaluation of Traditional Alcoholic Beverage Based Maize and Banana. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 10:11–15.
- Pelczar, Michael J. dan Chan, E.C.S. 2013. *Dasar-dasar Mikrobiologi* Jilid 1. Jakarta: UI Press
- Permanasari, D., Sari, A. E., & Aslam, M. (2021). Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Minuman Bir Pletok The Effect Of Sugar Concentration With Antioxidant Level In Bir Pletok Abstrak Pendahuluan. 86(1), 9–14.
- Purwanto, A. (2014). Pembuatan Brem Padat dari Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus* Prain). *Widya Warta*, 1(3), 16–28.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (Puslitbangtan). 2015. *Tanamanporang pengenalan, budidaya dan pemanfaatannya* (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., dan Sari, N. K. Y. (2020). Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan selama fermentasi kombucha cascara kopi arabika (*Coffea arabika* L.) Desa Catur Kabupaten Bangli. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 5(2), 44-51. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i2p44-51>.
- Ranjana. Sharma, P. Garg, P. Kumar, S. K. Bhatia, and S. Kulshrestha, “Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods,” *Fermentation*, MDPI AG, 2020. 6(4), doi: 10.3390/fermentation6040106.

- Rahayuningsih, Y., Provinsi Banten, B. K., Syech Nawawi Al Bantani, J., & Corresponding Author, B. (2020). Berbagai Faktor Internal Dan Eksternal Serta Strategi Untuk Pengembangan Porang (*Amorphophalus muelleri* Blume) Di Provinsi Various Internal And External Factors And Development Strategy Of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) In Banten Province. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 4(2), 77–92. Retrieved from www.cnbcindonesia.com.
- Rakhmawati, A. D. 2014. Kajian konsentrasi sitokinin (CPPU) terhadap pertumbuhan dan perkembangan dua sumber bibit bulbil tanaman porang (*Amorphophallus onchophyllus*). Surabaya (ID): Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Rofik, K., Setiajadi, R., Puspitawati, I. R., dan Lukito, M., 2017. Potensi Produksi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Kelompok Tani MPSDH Wono Lestari Desa Padas Kecamatan Dagangan Kabupaten Madiun. *Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan dan Agroteknologi*. 17(2): 53-65.
- Rosdiana, M. 2015. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Enzim terhadap Kadar Bioetanol dalam Proses Fermentasi Nasi Aking sebagai Substrat Organik. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Saleh, N., St. A. Rahayuningsih, Radhit, Erliana Ginting, Didik Harnowo, & I Made Jana Mejaya. (2015). Tanaman Porang (Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya) (Achmad Winarto, Ed.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sari R dan Suhartati. 2015. Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*. 12 (2): 97 – 110.
- Senatang, P. (2023). Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Supernatan Dari Bakteri Endofit Kulit pisang. *Jurnal Biologi Makassar*, 8, 44–50.
- Siskayanti, R., Lia M, Maulana Fahrizal Abdan, Ranti Nurul Jamilah, & Goesti Muhamad Fajar Wathoni. (2023). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae* Terimobilisasi Butiran Alginate. *Jurnal Redoks*, 8(1), 70–80. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11865>.
- Simanjuntak, M., Terip, K., dan Ginting, S. 2017. Pengaruh Penambahan Gula Pasir dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Minuman Ferbeet (Fermented beetroot). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. (5) 1 : 96 – 101.
- Stanbury, Peter F., Whitaker Allan., Hall Stephen J. (2017). *Principles of Fermentation Technology* (3rd) United Kingdom: Pergamon Ltd, Elsevier Science. ISBN : 978-0-08-0999953-1.
- Stumbo C.R.1973. *Thermobacteriology In Food Processing*, 2nd ED. New York: Academic Press.

- Subrimobdi, Wahono Bambang, N. Carroko, Wahyudi. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Tingkat Produksi Bioetanol Dengan Bahan Baku Nira Siwalan. *Jurnal Tugas Akhir UMY*. 2(2).
- Sugiyatno, D. 2018. Pengaruh Jenis Gula pada Pembuatan Wine Dari Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) Terhadap Cita Rasa dan Kadar Etanol Wine. Skripsi. Fakultas Kerguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Sopandi, T. (2014). Mikrobiologi pangan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sulistiyo, R. H., Soetopo, L., dan Damanhuri., 2015. Eksplorasi dan Indentifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(5): 353 -361.
- Tan, W. C., Muhialdin, B. J., and Meor Hussin, A. S. (2020). Influence of Storage Conditions on the Quality, Metabolites, and Biological Activity of Soursop (*Annona muricata*. L.) Kombucha. *Frontiers in Microbiology*, 12(11), 1-10.
- Tarigan, I.L. 2019. Dasar-Dasar Kimia Air Makanan dan Minuman. Malang: Media Nusa Creativ.
- Tefa, P., Ledo, M. E. S., & Nitsae, M. (2023). Variasi Konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam Pembuatan Wine Buah Dilak (*Limonia acidissima*). *SCISCITATIO*, 4(1), 32-38.
- Udarno, L. 2020. Porang (*Amorphophallus muelleri*) dan Cara Budidaya. War. Balittri 26, 1–6.
- Udin, J., Nurlaelah, I., & Priyanto, A. (2020). Pengaruh Kadar Konsentrasi *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Sifat Organoleptik Dan Sifat Kimia (Alkohol Dan Gula) Pada Brem Cair Ipomea Batatas L. *Edubilogica Jurnal Penelitian Ilmu dan Pendidikan Biologi*, 8(1), 25-34.
- Utami, C.R. (2017). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tape Pisang Kepok. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(2), 99-106.
- Utomo, D., & Utami, C.R. (2024). *Teknologi Pengelolaan Umbi Porang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Varghese, D. J., dan N. Vyas. 2020. Ginger Fermentation and Their Antimicrobial Activity *UGC Care Journal* 40 (71).
- Walangare, K. B., Lumenta, A. S., Wuwung, J. O., & Sugiarso, B. A. (2013). Rancang bangun alat konversi air laut menjadi air minum dengan proses destilasi sederhana menggunakan pemanas elektrik. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*.

- Wahyudi. 1997. Produksi Alkohol Oleh *Saccharomyces Ellipsoideus* Dengan Tetes Tebu (Molase) Sebagai Bahan Baku Utama: Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- White, J. R. (2018) 'Sugar', *Clinical Diabetes*, 36(1). doi: 10.2337/cd17-0084.
- Wicaksono, M., & Suhartatik, N. (2016). Pemanfaatan Buah Semu Jambu Mete Menjadi Minuman Beralkohol Dengan Variasi Ekstraksi Dan Lama Fermentasi. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 1(2).
- Widyanti EM, Moehadi BI. 2016. *Proses Pembuatan Etanol Dari Gula Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae Amobil. METANA*. Desember 2016 Vol. 12 (2):31-38 ISSN: 1858-2907 EISSN: 2549-9130. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Wigoeno, Y. A., Azrianingsih, R., & Roosdiana, A. (2013). Analisis Kadar Glukomanan pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Refluks Kondensor. *Jurnal Biotropika*, 1(5), 231–235.
- Wijaya, P. A. (2016) 'Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingginya Konsumsi Alkohol Pada Remaja Putra Di Desa Keramas Kecamatan Blahbatuh Kabupaten Gianyar', *Jurnal Dunia Kesehatan*, 5(2), pp. 15–23.
- Windhu Griyasti Suci, Margono, Mujtahid Kaavessina. 2016. "A Preliminary Study on Performance of *Saccharomyces cerevisiae* n^oDY 7221 Immobilized Using Grafted Bioflocculant in Bioethanol Production". *AIP Conference Proceeding*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Witarsa, Usep. 2018. Umbi Porang atau Iles-Iles (*Amorphophallus oncophyllus*) Sebagai Deposito Tanaman Dalam Tanah. Banten : Penyuluh Kehutanan.
- Wuryantoro & M. Arifin. (2017). Explorasi dan identifikasi tanaman umbi-umbian (ganyong, garut, ubi kayu, ubi jalar, talas dan suweg) di wilayah lahan kering kabupaten madiun. *AGRI-TEK: Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan dan Agroteknologi*. 18 (2) : 72-79.
- Yanuriati A, Marseno D W, Rochmadi and Harmayani E 2017 Characteristics of glucomannan isolated from fresh tuber of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) *Carbohydr. Polym.* 156 56–63

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian





Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer
Selama 7 Hari Fermentasi

No.	Perlakuan	Kadar Alkohol
1.	G ₀ .H ₇	2
2.	G ₅ .H ₇	7
3.	G ₁₀ .H ₇	9
4.	G ₁₅ .H ₇	10
5.	G ₂₀ .H ₇	12
Jumlah	N	5
Rata-rata	Mean (X)	8.0
Terendah	Lower	1.0
Rata-rata terendah	Mean differen	7.0
Standard deviasi	Std.dev	3.81
Standar error	Std. error	1.70
	t hitung	4.111
Db = df = n – 1	df = 5-1	4
t tabel = t α (db)	t tabel = t 0.05 (4)	2.776
Hasil analisa	t hit > t tabel	H ₁ diterima

Lampiran 3. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer
Selama 14 Hari Fermentasi

No.	Perlakuan	Kadar Alkohol
1.	G ₀ .H ₁₄	5
2.	G ₅ .H ₁₄	9
3.	G ₁₀ .H ₁₄	11
4.	G ₁₅ .H ₁₄	12
5.	G ₂₀ .H ₁₄	14
Jumlah	N	5
Rata-rata	Mean (X)	10.2
Terendah	Lower	1.0
Rata-rata terendah	Mean differen	9.2
Standard deviasi	Std.dev	3.42
Standar error	Std. error	1.53
	t hitung	6.014
Db = df = n – 1	df = 5-1	4
t tabel = t α (db)	t tabel = t 0.05 (4)	2.776
Hasil analisa	t hit > t tabel	H ₁ diterima

Lampiran 4. Data Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Menggunakan Refraktometer
Selama 21 Hari Fermentasi

No.	Perlakuan	Kadar Alkohol
1.	G ₀ .H ₂₁	2
2.	G ₅ .H ₂₁	6
3.	G ₁₀ .H ₂₁	8
4.	G ₁₅ .H ₂₁	9
5.	G ₂₀ .H ₂₁	9
Jumlah	N	5
Rata-rata	Mean (X)	6.8
Terendah	Lower	1.0
Rata-rata terendah	Mean differen	5.8
Standard deviasi	Std.dev	2.95
Standar error	Std. error	1.32
	t hitung	4.397
Db = df = n – 1	df = 5-1	4
t tabel = t α (db)	t tabel = t 0.05 (4)	2.776
Hasil analisa	t hit > t tabel	H ₁ diterima

Lampiran 5. Data Persamaan Uji Regresi Pearson Antara Dosis Gula Yang Difermentasikan Dengan Kadar Alkohol Yang Terbentuk

Waktu Fermentasi	Persamaan Regresi	Titik Optimal	Kadar Gula Optimal (X)	Kadar Alkohol Optimal Tertinggi (Y)
7 Hari	$-0,023X^2 + 0,82X + 1,46$	$-0,046X + 0,82 = 0$	17,8 %	8,8 %
14 Hari	$-0,07X^2 + 1,61X + 2,11$	$-0,14X + 1,61 = 0$	11,5 %	11,4 %
21 Hari	$-0,05X^2 + 1,35X + 1,23$	$-0,1 X + 1,35 = 0$	13,5 %	10,3 %

