

PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAHSALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

SKRIPSI

Oleh:

**M IQBAL SEFTIAWAN
200602110050**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAHSALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

SKRIPSI

Oleh:

**M IQBAL SEFTIAWAN
200602110050**

Diajukan kepada :

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam
memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAHSALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

SKRIPSI

Oleh:

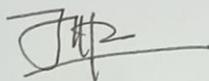
M IQBAL SEFTIAWAN
20060210050

Telah di periksa dan di setujui untuk di uji

Tanggal :

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Prof. Dr. Hj Ulfah Utami, M.Si

NIP. 196505091999032003



Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

NIP. 197312121498031008

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Eyika Sandi Savitri, M.P

NIP.197410182003122002

PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAHSALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

SKRIPSI

Oleh:

M IQBAL SEFTIAWAN
200602110050

Telah di pertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi dandinyatakan diterima sebagai Salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.si) Tanggal :

Penguji Utama	: <u>Jr. Liliek Harianie, M.P</u>	(.....)
	NIP. 196209011998032001	
Ketua Penguji	: <u>Prihya Dewi Fitriasari, M.Sc</u>	(.....)
	NIP. 199004282023212037	
Sekretaris Penguji	: <u>Prof. Dr. Hj Ulfah Utami, M.Si</u>	(.....)
	NIP. 196505091999032003	
Anggota Penguji	: <u>Dr. H. Ahmad Barizi, M.A</u>	(.....)
	NIP. 197312121498031008	

Mengesahkan
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 197410182003122002

MOTTO

فَارْفَعْ بِالضَّمِّ وَانصِبْ فِتْحًا وَجُزْ ❖ كَسْرًا كَذَكَرُ اللَّهِ عَبْدَهُ يَسْرُ

Bercita-citalah setinggi langit, dan beretikalah yang mulia, serta rendahkanlah hatimu. Insya Allah dirimu akan mendapat kemudahan serta kebahagiaan dan meninggal dengan husnul khotimah.

لَا أَقْعُدُ الْجُبْنَ عَنِ الْهَيْجَاءِ ❖ وَلَوْ تَوَالَتْ زُمُرُ الْأَعْدَاءِ

Aku takan putus asa dalam meraih cita-cita sejati, walau cobaan datang silih berganti menghadangku. Aku tidak akan mundur karena pertempuran, walaupun menghadapi musuh yang datang silih berganti.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Iqbal Seftiawan

Nim : 200602110050

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR
(*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)
DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAH
SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang,.....,.....,.....

Yang membuat pernyataan



M IQBAL SEFTIAWAN
NIM. 200602110050

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Iqbal Seftiawan

Nim : 200602110050

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

**Malang,.....,.....,.....
Yang membuat pernyataan**

**M IQBAL SEFTIAWAN
NIM. 200602110050**

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini didedikasikan untuk semua orang yang telah mendukung penulis dalam Menyusun skripsi ini, khususnya:

1. Skripsi ini kupersembahkan untuk ibuku tercinta, Rusmiati, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan doa dalam setiap langkahku. Terima kasih atas cinta dan dukungan yang tak pernah putus.
2. Skripsi ini kupersembahkan untuk bapakku tercinta, Juadi, yang selalu memberikan dukungan dan semangat tanpa henti. Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbananmu.
3. Prof. Dr. Hj Ulfah Utami, M.Si dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Untuk teman-teman terbaik, BBRCK, yang selalu ada sejak awal kuliah hingga nanti kita meraih kesuksesan bersama. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta tumbuh bersama sepanjang perjalanan ini.
5. Untuk geng PTKCRS, partner in crime sejak awal kuliah sampai skripsi. Terima kasih sudah jadi tempat curhat, tertawa bareng, sampai nangis bareng. Kita sudah melewati semua drama, semoga nanti suksesnya juga bareng
6. Teruntuk “WAWOK’S TORETTO”. Sahabat yang sedang berjuang dan berproses bersama, semangat ya kalian. Terima kasih karena sudah saling mendoakan, saling menguatkan, dan saling mengulurkan tangan disaat aku dalam titik yang terendah.
7. Dengan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya ini untuk teman-teman “Driver ShopeeFood”. Terima kasih atas perjuangan kalian di jalanan, yang menjadi inspirasi dalam semangat dan ketekunan. “Salam satu aspal”, semoga kita terus melaju bersama, tak peduli seberapa jauh dan berat perjalanan ini.
8. Teruntuk pemilik NIM 200401110254 Terima kasih telah hadir dan menemani di saat-saat penting ini. Dukungan moril yang kamu berikan membuatku merasa tidak sendirian dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikanmu dan mempermudah niat-niat baikmu. Tetap semangat, kita sama-sama sedang berproses.
9. Last but not least, terima kasih kepada diriku sendiri, M Iqbal Seftiawan, karena sudah bertahan dan berjuang sejauh ini. Terima kasih telah mampu melewati setiap tekanan dan tidak pernah menyerah, meskipun prosesnya tidak mudah. Kamu sudah bekerja keras dan memberikan yang terbaik, dan akhirnya sampai di titik ini. Terima kasih sudah menjadi hebat dan kuat.

Pengaruh Konsentrasi Isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dari buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.) dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.).

Iqbal seftiawan, Hj. Ulfah Utami, H. Ahmad Barizi

Program Studi Biologi , Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Bioetanol adalah salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Bioetanol dapat dibuat dari bahan yang mengandung gula sederhana, pati, maupun bahan berserat melalui proses fermentasi. Salah satu tanaman yang bisa dijadikan sebagai bahan baku bioetanol adalah buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.) Buah salak pondoh mengandung gula dengan kadar 15%. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan membuktikan pengaruh konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol salak pondoh. Variabel konsentrasi isolat khamir yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, dan 6%. Sedangkan variabel waktu fermentasi yang digunakan adalah 2 hari, 3 hari, 4 hari, dan 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol salak pondoh dengan rata-rata kadar bioetanol tertinggi dengan konsentrasi isolat khamir terhadap kadar bioetanol nira salak pondoh dengan rata-rata kadar bioetanol tertinggi (24,102%) dihasilkan oleh konsentrasi isolat khamir 6%. Sedangkan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol nira salak pondoh dengan rata-rata kadar bioetanol tertinggi (22,262%) dihasilkan oleh waktu fermentasi 5 hari.

Kata kunci: konsentrasi Isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*), waktu fermentasi, kadar bioetanol, dan buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.).

Effect of Concentration of Yeast Isolate (*Saccharomyces cerevisiae*) from Salak Pondoh Fruit (*Salacca edulis* R.) and Fermentation Time on Bioethanol Levels of Salak Pondoh Fruit (*Salacca edulis* R.)

Iqbal seftiawan, Hj. Ulfah Utami, H. Ahmad Barizi

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Islamic University of
Negri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Bioethanol is a type of biofuel that serves as a more environmentally friendly and renewable alternative fuel. Bioethanol can be produced from materials containing simple sugars, starch, or fibrous materials through a fermentation process. One plant that can be used as a raw material for bioethanol is the salak pondoh fruit (*Salacca edulis* R.) which contains sugar with a concentration of 15%. The purpose of this research is to explore the use of salak pondoh as a raw material for bioethanol production by examining the effect of yeast isolate concentration (*Saccharomyces cerevisiae*) and fermentation time on the ethanol content of salak pondoh. The yeast isolate concentration variables used are 0%, 2%, 4%, and 6%, while the fermentation time variables used are 2 days, 3 days, 4 days, and 5 days. The results of the study show that the interaction between yeast isolate concentration and fermentation time affects the ethanol content of salak pondoh bioethanol. The highest average ethanol content (24.102%) was produced with a yeast isolate concentration of 6%. Meanwhile, the highest average ethanol content related to fermentation time (22.262%) was achieved with a fermentation time of 5 days.

Keywords: yeast isolate concentration (*Saccharomyces cerevisiae*), fermentation time, bioethanol content, and salak pondoh (*Salacca edulis* R.)

(*Salacca edulis* R.) من فاكهة السلاك بوندو (*Saccharomyces cerevisiae*) تأثير تركيز العزل

الخمير. (*Salacca edulis* R.) ووقت التخمر على مستويات البيوايثانول في فاكهة السلاك بوندو

إقبال سيفتيان، الحاجة ألفة أونامي، الحاج أحمد باريزي

برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج

الملخص

البيوايثانول هو نوع من الوقود الحيوي الذي يعمل كبديل أكثر صداقة للبيئة وقابل للتجديد، ويمكن إنتاجه من المواد التي تحتوي على السكريات البسيطة أو النشا أو المواد الليلية من خلال عملية التخمر. إحدى النباتات التي يمكن استخدامها كمادة خام لإنتاج البيوايثانول هي فاكهة السلاك بوندو (*Salacca edulis* R.) التي تحتوي على سكر بتركيز 15%. يهدف هذا البحث إلى استكشاف استخدام فاكهة السلاك بوندو كمادة خام لإنتاج البيوايثانول من خلال دراسة تأثير تركيز العزل ووقت التخمر على محتوى الإيثانول في هذه الفاكهة. تم استخدام الخميرة (*Saccharomyces cerevisiae*) ومتغيرات تركيز العزل الخميري بنسبة 0، 2، 4، 6، و 10.24%، بينما كانت متغيرات وقت التخمر المستخدمة هي يومان، ثلاثة أيام، أربعة أيام، وخمسة أيام. أظهرت نتائج الدراسة أن التفاعل بين تركيز العزل الخميري ووقت التخمر يؤثر على محتوى الإيثانول في البيوايثانول المستخرج من السلاك بوندو. تم الحصول على أعلى متوسط محتوى الإيثانول بنسبة 24.102% عند تركيز العزل الخميري بنسبة 6، بينما تحقق أعلى متوسط لمحتوى الإيثانول المرتبط بوقت التخمر 22.262% عند وقت تخمير قدره خمسة أيام

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis* R.) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAH SALAK PONDOH(*Salacca edulis* R.)** sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan laporan ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Hj Ulfah Utami, M.Si, selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Wali Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah membimbing penulis dengan sabar sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A, selaku Dosen Pembimbing Agama, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah membimbing penulis dengan sabar sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Orang tua, yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun material.
7. Teman-teman seperjuangan, yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan tugas akhir ini, dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas, terutama bagi para penuntut ilmu.

Wassalamualaikum Wr. Wb

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
الملخص.....	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1.Latar belakang 1	
1.2. Rumusan masalah	6
1.3.Tujuan.....	6
1.4.Hipotesis.....	6
1.5. Manfaat.....	7
1.6. Batasan masalah.....	7
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1.Salak pondoh (<i>Salacca edulis</i> R.).....	8
2.2. Khamir.....	9
2.3. Sacharomyces cerevisae	10
2.4. Fermentasi alkohol.....	11
2.5. Bioethanol.....	13
2.6 Destilasi	14
2.7. Analisis kadar etanol berdasarkan nilai gravitasi jenis (specific gravity/SG).....	15
BAB 3.....	17
METODE PENELITIAN	17
3.1. Rancangan penelitian	17
3.2. Variabel penelitian	18
3.2.1. Variabel bebas	18
3.2.2. Variabel terikat	18

3.3. Waktu dan tempat	18
3.4. Alat dan bahan	18
3.4.1. Alat.....	18
3.4.2. Bahan.....	18
3.5. Prosedur penelitian.....	19
3.5.1. Sterilisasi.....	19
3.5.2. Pengambilan buah salak pondoh (<i>Salacca edulis</i> Reinw.).	19
3.5.3. Pemberian Perlakuan Konsentrasi isolat khamir dan Waktu Fermentasi.....	19
3.5.4. Destilasi Hasil fermentasi	19
3.5.5. Analisis kadar bioetanol.....	20
3.5.6. Fermentasi	20
3.6. Analisis data menggunakan SPSS	20
BAB IV	21
PEMBAHASAN	21
4.1. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Isolat khamir (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar etanol buah salak (<i>Salacca edulis</i> R.).....	21
4.2. Pengaruh Konsentrasi isolat khamir (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (<i>Salacca edulis</i> R.).....	24
4.3. Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (<i>Salacca edulis</i> R.).....	25
4.4. Pemanfaatan Buah salak sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Menurut Pandangan Islam	27
BAB 5	29
KESIMPULAN	29
5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	32

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kebutuhan akan sumber energi alternatif semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang pesat. Bioetanol menjadi salah satu alternatif bahan bakar terbarukan yang potensial karena dapat diproduksi dari berbagai sumber biomassa, termasuk buah-buahan yang memiliki kandungan gula tinggi (Lubad & Widiastuti, 2019). Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar telah didukung oleh pemerintah melalui kebijakan energi nasional yang menargetkan peningkatan konsumsi bahan bakar nabati lebih dari 5% terhadap konsumsi energi nasional pada tahun 2025 (Gozan, 2019).

Salah satu bahan baku potensial dalam produksi bioetanol adalah buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.), yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi. Pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan baku bioetanol dapat menjadi solusi dalam mengurangi limbah buah yang tidak terjual serta mendukung upaya pengembangan energi terbarukan (Lubis *et al.*, 2021). Proses fermentasi dalam produksi bioetanol sangat bergantung pada aktivitas mikroorganisme, terutama khamir *Saccharomyces cerevisiae*, yang berperan dalam mengonversi gula menjadi etanol (Widyaningrum *et al.*, 2020).

Oleh karena itu, isolasi dan pemanfaatan khamir dari buah salak pondoh menjadi aspek penting dalam penelitian ini. Salah satu bahan baku potensial dalam produksi bioetanol adalah buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.), yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi. Pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan baku bioetanol dapat menjadi solusi dalam mengurangi limbah buah yang tidak terjual serta mendukung upaya pengembangan energi terbarukan (Lubis *et al.*, 2021). Proses fermentasi dalam produksi bioetanol sangat bergantung pada aktivitas mikroorganisme, terutama khamir *Saccharomyces cerevisiae*, yang berperan dalam mengonversi gula menjadi etanol (Widyaningrum *et al.*, 2020). Oleh karena itu, isolasi dan pemanfaatan khamir dari buah salak pondoh menjadi aspek penting dalam penelitian ini.

Allah berfirman dalam Q.s. al –a’rof : 58

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.”

Berdasarkan ayat tersebut, Imam Quraisy Syihab dalam tafsirnya menjelaskan bahwa tanah yang baik akan menghasilkan tanaman yang subur dan tumbuh dengan izin Allah. Sebaliknya, tanah yang kurang subur hanya menghasilkan sedikit tanaman yang tidak berguna, bahkan merugikan pemiliknya. Setiap tumbuhan dan makhluk hidup di bumi ini memiliki keberagaman dan manfaat yang luar biasa bagi penghuninya. Salah satunya adalah pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan untuk memproduksi bioetanol, yang menunjukkan bagaimana sumber daya alam dapat dioptimalkan bagi kepentingan manusia.

Bioetanol adalah salah satu jenis biofuel yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang lebih terbarukan dan ramah lingkungan. Tingkat kemurnian bioetanol bervariasi, namun dengan kadar kemurnian 95% hingga 99%, bioetanol dapat digunakan untuk berbagai keperluan selain sebagai bahan bakar, seperti dalam industri kimia dan farmasi. Bioetanol memiliki kemampuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, termasuk CO₂, sehingga berkontribusi pada pengurangan dampak perubahan iklim (Komarayati dan Gusmailina, 2019).

Etanol yang dihasilkan dari bioetanol dapat digunakan untuk berbagai produk dan kebutuhan lainnya. Menurut Hanum *et al.* (2018), etanol dengan kadar 95–96% dikenal sebagai "etanol hidrat" yang terbagi menjadi tiga tingkat: tingkat teknik atau tanah liat, yang digunakan sebagai desinfektan, pelarut, dan bahan baku industri; tingkat industri, yang digunakan dalam produksi pelarut dan bahan kimia lainnya; serta tingkat potable, yang digunakan untuk minuman berkualitas tinggi. Selain itu, Chairul dan Yenti (2017) menyatakan bahwa etanol adalah bahan antiseptik yang umum digunakan dalam bidang kesehatan. Melalui proses fermentasi, bioetanol dapat dibuat dari bahan yang mengandung gula sederhana, pati, atau bahan berserat (Azizah *et al.*, 2020).

Fermentasi alkohol adalah penguraian karbohidrat menjadi etanol dan CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas suatu jenis mikroba yang disebut khamir dalam

keadaan anaerob (Jhonprimen dkk., 2012). Biasanya, khamir murni dari strain *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam proses fermentasi alkohol (Hidayat, 2016). Ada beberapa sumber yang dapat digunakan untuk membuat bioetanol, seperti nira bergula (seperti nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, dan nira siwalan); bahan berpati (seperti sagusingkong atau gaplek, ubi jalar, ganyong, dan garut); dan lignoselulosa (seperti bagas, kayu, jerami, batang pisang, dll.).

Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.) mengandung gula 15%, yang merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk membuat bioetanol (Sholikhah, 2018). Kadar gula buah ini sangat mirip dengan kadar gula tanaman lain. Kadar gula total buah salak berkisar antara 12 dan 18 persen. Penelitian oleh Haisya (2021) menemukan bahwa mikroba membutuhkan 10% gula untuk proses fermentasi, yang menunjukkan bahwa buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.) dapat digunakan sebagai sumber bioetanol.

Buah salak memiliki kandungan gula sederhana yang telah dianalisis secara proximate, termasuk 7,6 persen sukrosa, 5,9% fruktosa, dan 3,9 persen glukosa, dengan total gula 17,4 persen (Saleh *et al.*, 2018). Selain itu, Fatimah *et al.* (2018) menyatakan bahwa buah salak mengandung 32,96 persen glukosa. Oleh karena itu, proses fermentasi buah salak dapat berlangsung dengan cepat. Penelitian lain oleh Nurul *et al.* (2021) juga menemukan bahwa dengan menggunakan konsentrasi ragi yang optimal, kadar bioetanol yang dihasilkan dari buah salak pondoh dapat mencapai sekitar 34% setelah 72 jam fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa buah salak pondoh memiliki potensi besar sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol yang efisien, dengan waktu dan konsentrasi fermentasi yang tepat dapat menghasilkan kadar etanol yang optimal.

Pilihan buah salak pondoh sebagai bahan produksi bioetanol didasarkan pada beberapa alasan. Yang pertama adalah harganya yang terjangkau, yang membuatnya pilihan yang baik untuk studi penelitian. Kedua, buah salak pondoh sering tidak laku di pasaran karena ukurannya yang relatif kecil sehingga membuatnya kurang diminati konsumen. Selain itu, faktor musiman mempengaruhi jumlah buah ini yang tersedia dalam jumlah besar pada waktu tertentu, meningkatkan risiko pemborosan. Menggunakan buah sebagai bahan baku untuk

produksi bioetanol menghemat sumber daya alam dan meningkatkan nilai (Saleh *et al.*, 2018).

Bioetanol dari buah salak pondoh dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai alternatif energi terbarukan (renewable energy) sehingga mampu mendongkrak harga pasar buah salak pondoh yang relatif murah. Menurut Tambunan (2017), Peluang lain dari buah salak pondoh yang dilirik oleh pasar dan memiliki prospek yang sangat baik adalah etanol. Etanol dengan tingkat kemurnian sekitar 30-40% dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri, seperti bahan baku untuk produksi pelarut, deterjen, dan produk pembersih lainnya (Prasetyo *et al.*, 2020). Selain itu, etanol dengan kemurnian ini juga dapat digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan baku untuk obat-obatan tertentu, serta untuk produksi makanan dan minuman, terutama sebagai bahan pengawet atau penambah rasa (Haryanto *et al.*, 2021).

Pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahkan isolat khamir terhadap buah salak pondoh yang akan difermentasi. Pelczar dan Chan (2018) menyatakan bahwa isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami seleksi, mutasi atau hibridasi untuk meningkatkan kemampuannya dalam memfermentasi gula dengan baik dalam adonan dan mampu tumbuh dengan cepat. Menurut Salsabila dkk. (2019), *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk isolat dapat langsung digunakan sebagai inokulum pada produksi etanol sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus.

Salah satu faktor yang memengaruhi fermentasi etanol adalah konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi. Jika konsentrasi isolat khamir yang diberikan terlalu sedikit akan mengurangi kecepatan fermentasi karena sedikitnya massa yang akan digunakan untuk menguraikan glukosa menjadi etanol, sedangkan jika konsentrasi isolat khamir yang diberikan terlalu banyak akan membuat substrat yang lebih banyak diperlukan. Hal ini menyebabkan proses fermentasi menjadi lebih lambat (Judoamidjojo, 2007 dalam Moeksin dan Francisca, 2018). Begitu juga dengan durasi fermentasi; jika berlangsung terlalu lama, khamir akan mengubah etanol yang telah dihasilkan menjadi asam asetat (Sholikhah, 2010). Akibatnya, penelitian lebih lanjut harus dilakukan tentang dampak konsentrasi isolat khamir

dan waktu fermentasi untuk menentukan kombinasi terbaik dari keduanya untuk menghasilkan etanol dalam jumlah tertinggi.

Hasil hidrolisis selulosa ampas tebu (*Saccharum officinarum*) dengan 30% HCl dalam pembuatan bioetanol dipengaruhi oleh penambahan isolat khamir dan waktu fermentasi. Ditemukan bahwa pada perlakuan konsentrasi isolat khamir 2% (m/v) dan lama waktu fermentasi 6 hari, kadar etanol tertinggi adalah 5,12% (Susanto dkk., 2018). Selanjutnya, pada pembuatan bioetanol dengan bengkuang diperoleh kadar etanol tertinggi (22%) dengan konsentrasi ragi 2% (m/v) dan lama waktu fermentasi 5 hari (Moeksin dan Francisca, 2018). Sementara itu, dalam produksi bioetanol dari buah salak, kadar etanol tertinggi yang diperoleh mencapai 32% dengan konsentrasi ragi 6% (m/v) dan lama waktu fermentasi tertentu (Rahman dkk., 2020).

Pemilihan konsentrasi isolat khamir 0%, 2%, 4%, dan 6% didasarkan pada efektivitas fermentasi dalam menghasilkan bioetanol. Konsentrasi 0% digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah fermentasi dapat terjadi tanpa tambahan khamir. Konsentrasi 2–6% dipilih karena dalam rentang ini, pertumbuhan khamir optimal, fermentasi berlangsung lebih efisien, dan kadar bioetanol meningkat (Lin *et al.*, 2012). Namun, jika konsentrasi terlalu tinggi, metabolisme khamir bisa terganggu akibat akumulasi etanol yang bersifat toksik (Bayrock & Ingledew, 2004).

Pemilihan waktu fermentasi 2, 3, 4, dan 5 hari didasarkan pada proses pertumbuhan dan aktivitas khamir dalam menghasilkan bioetanol. Fermentasi terlalu singkat (kurang dari 2 hari) biasanya belum menghasilkan etanol optimal karena khamir masih dalam fase adaptasi. Sementara itu, pada fermentasi lebih lama (lebih dari 5 hari), produksi etanol bisa menurun akibat akumulasi etanol yang mulai menghambat pertumbuhan khamir (Lin *et al.*, 2012) Dalam rentang 2–5 hari, khamir berada dalam kondisi optimal untuk mengubah gula menjadi etanol, sehingga variasi ini digunakan untuk menentukan waktu fermentasi terbaik dalam meningkatkan kadar bioetanol (Azhar *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan Buah salak pondoh (*Salacca edulis reindwardt*) sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Judul penelitian ini adalah “Pengaruh Konsentrasi Isolasi

Khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)”.

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah interaksi antara konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)?
2. Apakah konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)?
3. Apakah waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)?

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah

1. Membuktikan adanya pengaruh interaksi antara konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi terhadap bioetanol buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.).
2. Membuktikan adanya pengaruh konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap kadar bioetanol buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)
3. Membuktikan adanya pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)

1.4. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Interaksi antara konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)
2. Konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)
3. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif bahan baku pembuatan bioetanol.
2. Peningkatan potensi sumberdaya alam di daerah kabupaten Malang jawa timur.
3. Pengembangan dan inovasi sumber energi terbarukan (renewabale).
4. Berpartisipasi dalam pengembangan dan kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang ilmu biologi.

1.6. Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel buah salak di ambil dari petani buah salak pondoh, Desa Tumpuk renteng, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang.
2. Sampel buah salak yang digunakan sebanyak 200 ml pada masing- masing perlakuan.
3. Jenis isolat yang digunakan adalah isolat khamir yang di dapatkan dari penelitian sebelumnya.
4. Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruangan (27°C) dengan Ph 5
5. Parameter yang di ukur atau di amati adalah kadar bioetanol hasil fermentasi buah salak pondoh.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Salak pondoh (*Salacca edulis* R.)

Salak pondoh (*Salacca edulis* R.) adalah tanaman yang menghasilkan buah yang berasal dari Indonesia. Buah ini tumbuh dengan baik di banyak tempat tropis di kepulauan nusantara. Banyak tanaman salak ini tumbuh liar di hutan hutan Pulau Jawa, di bawah hutan hujan tropis. Salak pondoh tumbuh di Malaysia, Thailand, dan Indonesia. Salak pondoh, yang termasuk dalam keluarga palmae, tumbuh secara liar di Pulau Jawa, dengan ketinggian antara 1 dan 400 meter di atas permukaan air laut dan rata-rata curah hujan 200 hingga 400 mm per bulan. Tempat yang ideal untuk pertumbuhannya adalah dengan suhu udara harian antara 20 °C dan 30 °C dan paparan sinar matahari antara 50 hingga 70 persen.

Gambar 2. 1 Buah salak pondoh (*Salacca edulis* R.)



Taksonomi Atau Klasifikasi Ilmiah dari salak menurut NCBI (2020) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisio : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Areaceae

Genus : Salacca

Spesies : *Salacca edulis* Reinw

Tinggi tanaman salak mencapai 1,5 m – 5 m, batang pokoknya bertentuk stolon yang tertanam di tanah yang berebentuk silindris dengan diameter 10 - 15 cm. Akar tanaman Salak berjenis akar serabut yang berbentuk slindris, berdiameter 6 – 8 mm (AgroMedia, 2018). Nilai gizi yang terdapat pada buah salak pondoh cukup tinggi. Menurut Ashari (2019) terdapat kandungan gizi dalam tiap 100 gram buah salak pondoh seperti yang tersaji pada Tabel 2.1.

Komponen	Jumlah
Karbohidrat	12,1 g
Vitamin B1	0,01 mg
Vitamin B2	0,02 mg
Vitamin A	1 g
Vitamin C	21 mg
Kalsium Fosfor	8,4 mg
Zat besi Natrium	38,0 mg
Kalium	0,3 mg
Kalsium	2 mg
	81 mg
	9 mg

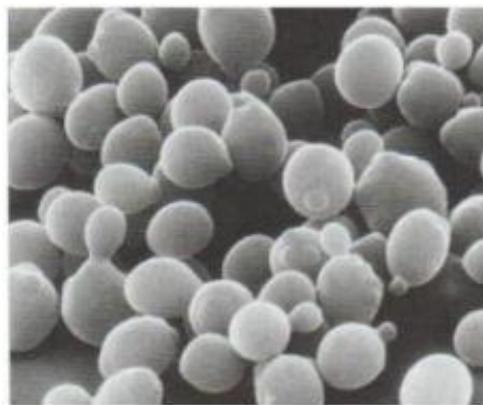
Tabel 2. 1 kandungan gizi dalam tiap 100 gram buah salak pondoh. Ashari (2019).

2.2. Khamir

Kelompok fungi uniseluler yang dikenal sebagai khamir memiliki sel yang ukurannya berkisar antara 2-3 μm hingga 20-50 μm dan lebar 1-10 μm . Flagel tidak terdapat dalam khamir (Kavanagh, 2015). Khamir berkembang biak dengan tunas secara aseksual (Gandjar *et al.*, 2017). Sel khamir terdiri dari komponen- komponen antara lain dinding sel, membran sel, lipatan membran sel, tunas, mitokondria, nukleus, vakuola, dan retikulum endoplasma (Walker, 2020).

Khamir adalah sel tunggal yang tumbuh dan bereproduksi lebih cepat daripada kapang yang menghasilkan filamen. Perbandingan luas permukaan dengan volume yang lebih tinggi, khamir lebih efektif daripada kapang dalam memecah komponen kimia. khamir memiliki dinding sel yang sangat tipis saat masih muda, tetapi seiring bertambahnya umur, dinding sel menebal. Glukan, mannan, protein, kitin, dan lipid adalah komponen yang menyusun dinding sel khamir (Waluyo,2019).

Koloni khamir basah berwarna putih kekuningan dan berbentuk bulat dan cembung dengan tekstur halus dan licin yang menyerupai bakteri (Padoli, 2016). Sel khamir ada dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Sel-sel khamir seringkali berbentuk silinder, setengah bola, oval, atau bundar (Gambar 2.2). Khamir dapat menghasilkan warna hitam, merah muda, merah, jingga, dan kuning (Kavanagh, 2020). Khamir memiliki kemampuan untuk menghasilkan hifa palsu, yang berkembang menjadi miselium palsu, miselium asli, atau pseudomiselium. Kemiripan dengan *Candida* spp. dan *Pichia* spp., sel induk khamir yang memanjang ini membentuk rantai dan tidak terlepas dari sel induknya (Gandjar *et al.*, 2019).



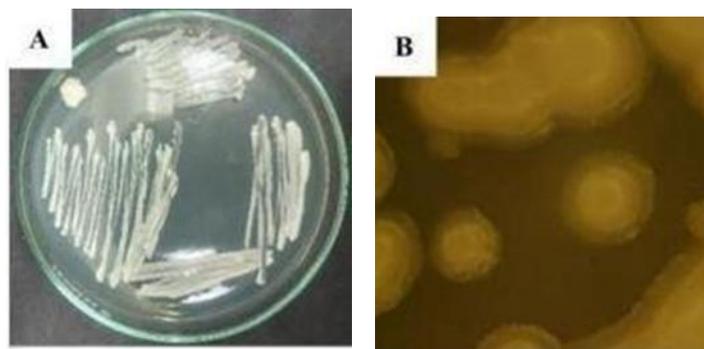
Gambar 2. 2. Bentuk sel khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) (Alberts *et al.*, 2008).

Khamir hidup di lingkungan alami seperti tanah, air dan lingkungan. kelompok khamir ditemukan berasosiasi dengan tanaman, hewan dan serangga. Beberapa spesies khamir juga telah diisolasi dari lingkungan ekstrem seperti potensi air rendah (misalnya kadar gula/garam tinggi), suhu rendah (misalnya khamir yang diisolasi dari Antartika), dan ketersediaan oksigen rendah (misalnya saluran usus hewan). Khamir memiliki peran penting dalam rantai makanan, siklus karbon, nitrogen, dan belerang (Satyanarayana& Kunze, 2019).

2.3. *Sacharomyces cerevisiae*

Isolat khamir yang diperoleh dari salak pondoh serupa dengan spesies *Saccharomyces cerevisiae* strain XZFM13-1 (Zahroh, 2022). Koloni spesies ini berwarna putih krem, memiliki tekstur halus, dan permukaan yang tampak kusam (Gambar 2.1a). Bentuknya tidak beraturan dengan elevasi timbul (Gambar 2.1b).

Saat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x, sel khamir memiliki bentuk oval dengan panjang sekitar 7,92 μm dan lebar 5,81 μm . Reproduksi seksual terjadi melalui pembentukan askospora, sementara reproduksi aseksual terjadi melalui pembentukan tunas (budding), di mana sel baru yang lebih kecil terbentuk dari sel induk dan disebut sel anak. Tunas pada khamir kode YIS-3 tumbuh secara multirateral, yang berarti dapat muncul dari berbagai tempat di permukaan khamir (Kurtzman & Fell, 1998).



Gambar 2. 3 Morfologi isolat YIS-3 (a) Koloni isolat YIS-3 secara makroskopis ; (b) Morfologi mikroskopis koloni isolat YIS-3 (perbesaran 10x) (Sari, 2020).

2.4. Fermentasi alkohol

Fermentasi merupakan proses pemecahan gula menjadi etanol dan karbondioksida dengan bantuan mikroorganisme. Proses ini berlangsung pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Ketika mikroorganisme berada pada substrat yang mendukung pertumbuhannya, mereka dapat mengubah gula menjadi etanol (Osvaldo *et al.*, 2012). Menurut Hermiati *et al.* (2020), setiap molekul glukosa yang terurai akan menghasilkan dua molekul etanol dan dua molekul karbondioksida (CO₂), sedangkan penguraian molekul xilosa menghasilkan lima molekul etanol dan lima molekul CO₂.

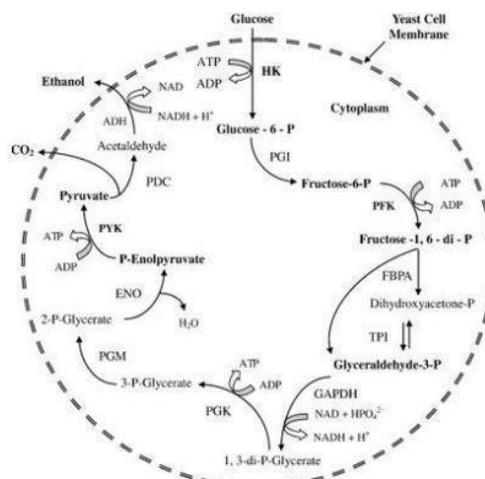
Allah berfirman dalam QS: An Nahl [16]: 67 sebagai berikut :

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : “Dari buah kurma dan anggur, kamu membuat minuman yang memabukkan dan rezeki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benarbenar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.”

Tafsir Al Misbah menyatakan bahwa buah-buahan tidak hanya dapat dimakan tetapi juga dapat dibuat minuman. Mungkin saja minuman ini menjadi sesuatu yang buruk karena memabukkan. Sebaliknya, ayat ini menunjukkan bahwa kurma dan anggur dapat menghasilkan dua hal yang berbeda: minuman yang memabukkan dan rezeki yang baik yang tidak memabukkan, seperti perasan anggur, kurma segar, cuka, dan selai, karena wujudnya minuman tersebut membutuhkan upaya manusia untuk dapat membuat sesuatu dari hasil perasannya. Buah-buahan yang disebutkan dalam QS. An Nahl ayat 67, yaitu kurma dan anggur, mengandung gula yang dapat difermentasi menjadi minuman yang dapat memabukkan. Proses fermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol, yang merupakan penyebab mabuk. Etanol yang dihasilkan dari fermentasi ini memiliki berbagai manfaat, salah satunya digunakan sebagai bahan pengganti bahan bakar minyak (BBM). Etanol yang dihasilkan melalui fermentasi memiliki sifat biodegradable, sehingga ramah lingkungan dan tidak merusak alam.

Selama fermentasi alkohol, piruvat diproduksi melalui jalur Embden-Meyerhof-Parnas (EMP). Enzim piruvat dekarboksilase kemudian mengkatalisis konversi piruvat menjadi asetaldehida. Menurut Huang *et al.* (2019), fermentasi alkohol dimulai ketika khamir memecah glukosa menjadi dua molekul asam piruvat. Selanjutnya, kedua molekul asam piruvat ini diubah menjadi dua molekul etanol dan dua molekul karbon dioksida (CO₂) (Gambar 2.3).



Gambar 2. 4 Fermentasi alkohol pada sel khamir (Bai *et al.*, 2018).

Setelah glukosa memasuki sel melalui dua jalur utama: pertama, glukosa difosforilasi oleh enzim kinase menjadi glukosa-6-fosfat, dan kedua, glukosa diubah menjadi fruktosa-6-fosfat melalui isomerisasi yang dikatalisis oleh enzim fosfoglukosa isomerase. Selanjutnya, fruktosa-6-fosfat diubah menjadi fruktosa-1,6-bifosfat dengan bantuan enzim fosfoglukosa isomerase. Pada titik ini, proses glikolisis dimulai, yang memerlukan ATP sebagai sumber energi. Enzim-enzim yang terlibat dalam tahap-tahap selanjutnya meliputi aldolase, triosefosfat isomerase, gliseraldehid-3-fosfat dehidrogenase, fosfoglisarat kinase, fosfoglisarat mutase, enolase, dan piruvat kinase. Proses glikolisis berakhir dengan pembentukan piruvat. Jalur glikolisis ini diperlukan untuk semua jenis khamir (Kustyawati, 2018).

Kondisi anaerob piruvat menghasilkan asetaldehida, yang kemudian melepaskan karbon dioksida dan menghasilkan etanol. Dalam fermentasi alkohol, NAD^+ , akseptor elektron, direduksi menjadi NADH. Pertukaran elektron ini memengaruhi produksi ATP (Malakar *et al.*, 2020). Pemecahan glukosa terjadi selama proses fermentasi, yang melibatkan dekomposisi karbohidrat. Jenis mikroba yang melakukan perombakan glukosa dan produk yang dihasilkan akan menentukan sejauh mana glukosa dapat difermentasi menjadi berbagai produk. Dalam proses fermentasi atau respirasi anaerob, glukosa diubah menjadi etanol sebagai produk utama tanpa menghasilkan energi. Proses ini berlangsung di dalam sel khamir. Selain itu, perombakan gula oleh khamir selama fermentasi juga menghasilkan produk metabolit sekunder yang berfungsi sebagai komponen rasa, yang mempengaruhi rasa dan aroma produk. Produk metabolit sekunder ini mencakup golongan alkohol (etanol dan alkohol tingkat tinggi), golongan ester (ester asetat, ester asam lemak rantai menengah), serta komponen karbonil seperti asetaldehid (Boekhout dan Robert, 2021).

2.5. Bioethanol

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen dengan rumus $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Susanti dkk., 2019). Dua jenis etanol, etanol sintetik, atau metanol, yang berasal dari etilen, kayu, minyak bumi, atau batu bara, sedangkan etanol biomassa yang berasal dari berbagai bahan baku yang

mengandung gula atau bahan yang dapat dikonversi menjadi gula, seperti selulosa atau pati (Rama, 2018).

Ciri etanol yaitu tidak berwarna dan bisa larut air. Etanol yang di produksi melalui proses fermentasi karbohidrat oleh mikroorganisme dinamakan bioetanol. Bioetanol dibuat dengan fermentasi bahan yang mengandung gula kemudian, proses destilasi yang digunakan untuk memperoleh alkohol murni. Melalui banyak sifat fisik dan kimia, etanol dapat digunakan sebagai bahan baku industri, desinfektan, pelarut, dan bioenergi, menurut Prihadana (2017). Kadar bioetanol beraragam tergantung pada Pengaplikasiannya. Bioetanol dapat digunakan dalam industri dengan kadar 6,5 - 90%, dan dalam campuran alkohol dan bahan farmasi dengan kadar 96,5–99,5%. Dengan demikian, bioetanol dapat digunakan sebagai pengganti fungsi aditif yang sering ditambahkan untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar (Chasanah *et al.*, 2020).

Bahan bahan yang dapat diproses untuk menghasilkan bioetanol adalah bahan-bahan yang banyak mengandung glukosa, seperti nira aren, tetes tebu, sari buah-buahan, nira kelapa, dan sebagainya; bahan-bahan yang mengandung pati, seperti umbi-umbian; dan bahan-bahan yang mengandung selulosa, seperti serat pisang, tandan kosong kelapa sawit, dan lainnya (Sari *et al.*, 2020).

Produksi etanol dipengaruhi oleh konsentrasi glukosa (hasil alkohol sekitar 0,5 g etanol per g glukosa), tetapi penambahan nutrisi juga merupakan parameter penting, karena jumlah nutrisi spesifik yang memadai, seperti vitamin dan nitrogen, dapat secara signifikan meningkatkan viabilitas dan ketahanan khamir terhadap medium serta memacu kinerja dalam produksi etanol (Salafia *et al.*, 2022). Konversi lignoselulosa menjadi selulosa menghasilkan bioetanol dari tanaman yang mengandung selulosa. Konversi dapat dicapai melalui hidrolisis fisik, kimia, atau biologi (Khairani, 2019).

2.6 Destilasi

Distilasi adalah pemisahan pada proses suatu campuran yang berdasarkan titik didih. Pada kolom distilasi terjadinya tempat untuk memisahkan campuran bahan-bahan menjadi fraksi yang lebih murni berdasarkan tingkat volatilitas fraksifraksi penyusunnya. Pemisahan komponen dari campuran liquid tergantung pada titik didih masing-masing komponen serta tekanan uap campuran liquid.

Tekanan uap adalah tekanan keseimbangan yang dikeluarkan oleh molekul yang masuk dan keluar pada permukaan liquid. Peralatan yang digunakan pada proses distilasi yaitu kondensor, reboiler, menara stripping dan menara fraksionas (Komariah dkk., 2019).

2.7. Analisis kadar etanol berdasarkan nilai gravitasi jenis (*specific gravity/SG*)

Gravitasi jenis (*specific gravity/SG*) suatu zat cair didefinisikan sebagai perbandingan kerapatan zat cair tersebut dengan kerapatan air pada sebuah temperatur tertentu. Biasanya temperatur tersebut adalah 40C, dan pada temperatur ini kerapatan air adalah 1000 kg/m³. Dalam bentuk persamaan, gravitasi jenis dinyatakan sebagai (Munson dkk., 2018).

Kerapatan (*density*) dilambangkan sebagai ρ suatu zat cair adalah ukuran untuk konsentrasi zat cair tersebut dan dinyatakan dalam massa per satuan volume. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (*ratio*) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut (Olson dan Wright, 1993). Nilai kerapatan dapat bervariasi cukup besar di antara zat cair yang berbeda, namun untuk zat-zat cair, variasi tekanan dan temperatur umumnya hanya memberikan pengaruh kecil terhadap nilai ρ (Munson dkk., 20023). Kerapatan semua zat cair bergantung pada temperatur serta tekanan sehingga temperatur zat cair serta temperatur air yang dijadikan acuan harus dinyatakan untuk mendapatkan harga-harga gravitasi jenis yang tepat (Olson dan Wright, 2019). Kadar etanol yang ada dalam sampel larutan yang mengandung etanol dapat ditetapkan nilainya berdasarkan nilai gravitasi jenis. Namun sebelum ditetapkan, sampel tersebut telah mengandung partikel yang bebas dari semua zat-zat lain yang terlarut maupun tidak terlarut kecuali air. Untuk itu, dilakukan proses distilasi sederhana terlebih dahulu sebelum menetapkan kadar etanol (Bhavan dan Marg, 2019).

Gravitasi jenis suatu zat cair dapat ditentukan dengan menggunakan metode piknometer. Metode ini dapat mengetahui kadar etanol suatu cairan secara tepat. Dalam metode ini, dibutuhkan alat piknometer. Piknometer yang dipakai biasanya

mempunya kapasitas volume 50 ml. Gravitasi jenis suatu zat cair dihitung menggunakan rumus (Bhavan dan Marg, 2018):

$$\mathbf{SG\ Sampel} = \frac{\mathbf{Masa\ sampel\ pada\ piknometer\ 50\ ml\ dengan\ suhu\ ruangan\ t^{\circ}C}}{\mathbf{masa\ air\ pada\ piknometer\ 50\ ml\ dengan\ suhu\ ruangan\ t^{\circ}C}}$$

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah variasi konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0%, 2%, 4%, dan 6%. Faktor kedua adalah variasi waktu fermentasi yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari. Dari variasi masing-masing faktor tersebut, didapatkan 12 kombinasi perlakuan.

Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi

Konsentrasi isolat khamir (%)	Waktu fermentasi (hari)			
	2 (w1)	3 (w2)	4 (w3)	5 (w4)
0 (K0)	K0W1 (P1)	K0W2 (P5)	K0W3 (P9)	K0W4 (P13)
2 (K1)	K1W1 (P2)	K1W2 (P6)	K1W3 (P10)	K1W4 (P14)
4 (K2)	K2W1 (P3)	K2W2 (P7)	K2W3 (P11)	K2W4 (P15)
6 (K3)	K3W1 (P4)	K3W2 (P8)	K3W3 (P12)	K3W4 (P16)

Keterangan:

K : Konsentrasi isolat **W** : Waktu fermentasi **P** : Perlakuan

Setelah didapatkan jumlah perlakuan dari kombinasi variasi dua faktor, selanjutnya menentukan banyaknya ulangan dengan rumus (Hanafiah, 2014): $(t - 1)(r - 1) \geq 15$ Sehingga berdasarkan rumus tersebut, dari 16 perlakuan didapatkan minimal 2 kali ulangan.

3.2. Variabel penelitian

Variabel yang ada pada penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

3.2.1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan konsentrasi ragi roti (0%, 2%, 4%, dan 6%) dan perlakuan waktu fermentasi (2 hari, 3 hari, 4 hari, dan 5 hari).

3.2.2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar bioetanol hasil fermentasi.

3.3. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 15-7 Februari 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Pangan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk melakukan proses fermentasi dan analisis kadar bioetanol. Selanjutnya, proses distilasi dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4. Alat dan bahan

3.4.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: autoklaf, kompor, panci, distilator, botol selai 300 ml, botol plastik 50 ml, selang, botol plastik 1500 ml, kotak styrofoam, neraca analitik, spatula, gelas arloji, solder, erlenmeyer 250 ml, pipet tetes, hot plate, stirer, erlenmeyer 100 ml, gelas ukur 100 ml, gelas beker 500 ml, corong, pH meter digital, termometer ruangan dan piknometer.

3.4.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: buah salak (Lampiran 1.A), aquades, isolat khamir, plastisin, larutan buffer pH 10, larutan buffer pH 4, karet gelang, kantong plastik, dan es batu.

3.5. Prosedur penelitian

3.5.1. Sterilisasi

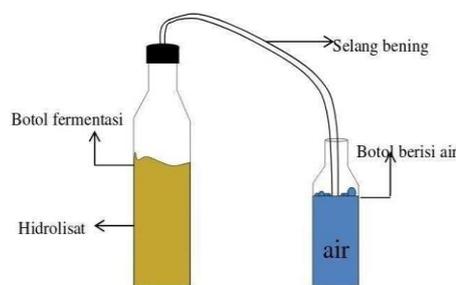
Botol selai 300 ml dimasukkan ke dalam plastik sebelum dilakukan sterilisasi. Sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm

3.5.2. Pengambilan buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.).

Sampel salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) didapatkan dari petani salak pondoh di Desa Tumpuk renteng, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang. Selanjutnya buah salak pondoh ini di ambil sarinya lalu dimasukkan ke dalam botol aqua 1000 ml. Kemudian botol berisi sari buah salak pondoh dimasukkan ke dalam kotak styrofoam yang telah diisi bongkahan es dan di atas botolnya diberi bongkahan es. Selanjutnya sampel buah salak pondoh dibawa ke laboratorium untuk diberi perlakuan.

3.5.3. Pemberian Perlakuan Konsentrasi isolat khamir dan Waktu Fermentasi

Sampel sari buah salak pondoh dipasteurisasi dengan suhu 62°C selama 30 menit (Pelczar dan Chan, 2013) kemudian didinginkan sampai suhu normal kembali. Selanjutnya sari buah salak pondoh sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam botol selai 300 ml dan diatur pHnya menjadi 5. Setelah itu, ditambahkan isolat khamir dengan variasi konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6% (m/v). Selanjutnya botol selai ditutup dengan rapat. Sampel buah salak pondoh yang telah diberi perlakuan konsentrasi isolat khamir difermentasi dengan variasi waktu 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari.



Gambar 3. 1 Rangkaian Alat Fermentasi

3.5.4. Destilasi Hasil fermentasi

Sari dari buah salak pondoh hasil fermentasi dipipet sebanyak 100 ml. Kemudian ditampung dalam labu alas bulat, kemudian labu destilat dipasang pada

alat distilasi. Selanjutnya didistilasi pada suhu 100°C sampai didapatkan distilat sebanyak 30 ml. Desilat ditampung dalam botol plastik.

3.5.5. Analisis kadar bioetanol

Kadar etanol sampel sari buah salak pondoh hasil distilasi dianalisis menggunakan piknometer. Piknometer dikeringkan ke dalam oven pada temperatur 100°C selama 10 menit kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Setelah itu, piknometer ditimbang dengan neraca analitik. Selanjutnya distilat dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditimbang sebelumnya. Distilat dimasukkan hingga memenuhi piknometer. Kelebihan destilat pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Piknometer yang berisi sampel distilat ditimbang dan beratnya dicatat. Prosedur yang sama dilakukan pada aquades sebagai pembanding (Jhonprimen dkk., 2012). Setelah itu, dicatat suhu ruangan pada saat melakukan penimbangan. Gravitasi jenis (specific gravity/SG) etanol dihitung dengan rumus di bawah ini (Azizah dkk., 2012):

$$SG \text{ Sampel} = x \frac{(\text{berat piknometer berisi desilat}) - \text{berat piknometer kosong}}{(\text{berat piknometer berisi aquades}) - \text{berat piknometer kosong}}$$

Hasil penghitungan gravitasi jenis sampel kemudian dikonversikan dengan menggunakan tabel gravitasi jenis dari International Organization of Legal Metrology (IOML) (Bhavan dan Marg, 2005).

3.5.6. Fermentasi

Wadah fermentasi ditutup dan disimpan pada suhu 30°C selama 72 jam.

3.6. Analisis data menggunakan SPSS

Data hasil penelitian dimasukkan ke dalam SPSS 16.0. Selanjutnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila semua data terdistribusi normal dan homogen ($\alpha=0,05$), kemudian data tersebut dianalisis menggunakan uji two-way ANOVA (Analysis of Variance) $\alpha=0,05$ untuk mencari pengaruh konsentrasi ragi roti dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol buah salak dilanjutkan dengan uji Dioscan Multiple Range Test (DMRT) 5% apabila terdapat pengaruh untuk mengetahui kombinasi konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar etanol buah salak (*Salacca edulis* R.).

Penelitian ini menghasilkan data mengenai pengaruh interaksi antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang terkandung dalam buah salak (*Salacca edulis* R.). Pengaruh tersebut dianalisis secara statistik menggunakan Analysis of Variance (ANOVA).

Hasil analisis ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,01 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari interaksi antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol buah salak. Selanjutnya, untuk menentukan perlakuan terbaik dari berbagai perlakuan yang diuji, dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% (0,05). Data mengenai pengaruh interaksi antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol buah salak disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar etanol buah salak (*Salacca edulis* R.).

KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (%)	KADAR BIOETANOL			
	WAKTU FERMENTASI			
	2 HARI	3 HARI	4 HARI	5 HARI
0 %	19,195% a	19,483% ab	19,760% abc	19,989% abc
2 %	20,180% b	20,450% bc	20,719% bc	20,992% bcd
4 %	21,019% cd	21,283% cd	21,545% cde	21,808% efg
6 %	21,617% g	23,382% f	25,150% f	26,261% fg

Tabel 4.1. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan melalui uji statistik di mana nilai

signifikansi yang diperoleh berada di bawah taraf signifikansi 0,05. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi isolat khamir 6% dan waktu fermentasi 5 hari menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 26,261%. Perlakuan ini berbeda signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yang dapat dilihat dari notasi yang berbeda. Menurut Zhao *et al.* (2019), konsentrasi khamir yang lebih tinggi meningkatkan produksi enzim seperti zimase, sehingga mempercepat konversi gula menjadi etanol. Selain itu, penelitian Gunawan *et al.* (2018) menyebutkan bahwa durasi fermentasi 5 hari adalah optimal karena aktivitas enzim masih tinggi sebelum terjadi penumpukan etanol yang bersifat toksik terhadap khamir. Sementara itu, interaksi antara konsentrasi isolat khamir 0% dan waktu fermentasi 2 hari menghasilkan kadar bioetanol terendah, yaitu sebesar 19,195%. Perlakuan ini juga memiliki notasi yang berbeda, yang menunjukkan bahwa hasilnya berbeda secara signifikan dari perlakuan lainnya. Secara ilmiah, hal ini disebabkan oleh ketiadaan isolat khamir yang berperan sebagai agen utama dalam proses fermentasi, sehingga produksi etanol hanya bergantung pada aktivitas mikroorganisme alami yang jumlahnya terbatas. Selain itu, waktu fermentasi 2 hari dinilai belum cukup untuk mendukung proses fermentasi maksimal, seperti yang dilaporkan dalam penelitian oleh (Santoso *et al.*, 2016), di mana waktu fermentasi yang terlalu singkat menghasilkan kadar bioetanol lebih rendah akibat konversi gula yang belum optimal.

Interaksi antara konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin besar kadar bioetanol yang dihasilkan, dan proses fermentasi akan lebih cepat mencapai kadar bioetanol tertinggi. Sebagai contoh, pada perlakuan dengan konsentrasi isolat khamir 0%, kadar bioetanol tertinggi (19,989%) tercapai setelah fermentasi selama 4 hari. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme alami yang memerlukan waktu lebih lama untuk beradaptasi dengan lingkungan fermentasi dibandingkan isolat khamir. Menurut penelitian [Hidayat *et al.*, 2018], mikroorganisme alami biasanya memiliki efisiensi konversi gula yang lebih rendah dan lambat karena jumlah serta aktivitas enzim fermentasinya terbatas. Oleh karena itu, durasi fermentasi yang lebih panjang memungkinkan mereka mencapai hasil yang lebih baik meskipun tetap jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan penambahan

isolat khamir. Pada perlakuan dengan konsentrasi isolat khamir 2%, kadar bioetanol tertinggi sebesar 20,992% tercapai setelah fermentasi selama 5 hari. Hal serupa juga terjadi pada perlakuan dengan konsentrasi isolat khamir 4% dan 6%, dengan kadar bioetanol tertinggi masing- masing sebesar 21,808% dan 26,261% yang juga tercapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Peningkatan kadar bioetanol seiring bertambahnya konsentrasi khamir disebabkan oleh jumlah enzim fermentasi yang dihasilkan lebih banyak, sehingga konversi gula menjadi etanol berlangsung lebih efektif. Selain itu, durasi fermentasi selama 5 hari dianggap optimal karena pada waktu ini aktivitas enzim dan khamir masih tinggi, tanpa mengalami penurunan akibat toksisitas etanol, sebagaimana dilaporkan oleh Gunawan *et al.* (2017) dan Zhao *et al.* (2019).

Konsentrasi isolat khamir dan waktu fermentasi adalah dua faktor penting yang mempengaruhi proses fermentasi etanol. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa jika konsentrasi khamir yang digunakan terlalu rendah, proses fermentasi akan berlangsung lebih lambat. Hal ini terjadi karena jumlah khamir yang sedikit tidak cukup untuk mengubah glukosa menjadi etanol dalam waktu yang efisien (Judoamidjojo, 2018 dalam Mocksin dan Francisca, 2015).

Pada tabel di atas menunjukkan adanya pola kenaikan dan penurunan kadar bioetanol pada berbagai konsentrasi isolat khamir. Pada konsentrasi ragi roti 2% dan 4%, kadar bioetanol tertinggi terjadi pada hari ke-5 dengan rata-rata masing-masing 20,992% dan 21,808%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan isolat khamir dalam konsentrasi yang lebih tinggi meningkatkan efisiensi fermentasi karena jumlah enzim fermentasi seperti zimase juga meningkat, sehingga konversi gula menjadi etanol menjadi lebih optimal. Durasi fermentasi selama 5 hari memberikan waktu yang cukup bagi aktivitas enzim dan khamir untuk mencapai puncaknya tanpa mengalami penghambatan akibat toksisitas etanol, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian Gunawan *et al.* (2017). Sementara itu, pada konsentrasi 0%, puncak kadar bioetanol terjadi pada hari ke-5 dengan nilai rata- rata sebesar 19,989%. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme alami yang memerlukan waktu lebih lama untuk fermentasi, meskipun efisiensinya lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan menggunakan ragi tambahan, seperti yang dijelaskan dalam penelitian Hidayat *et al.* (2018)..Di sisi lain, konsentrasi 6%

menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, dengan puncaknya terjadi lebih cepat, yaitu pada hari ke-2, dengan rata-rata 21,617%. Penambahan isolat khamir dalam konsentrasi tinggi mempercepat proses fermentasi, karena mikroorganisme yang lebih banyak dapat lebih efisien mengonversi gula menjadi etanol. Hal ini sejalan dengan temuan dalam penelitian Gunawan *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi khamir mempercepat laju fermentasi dan meningkatkan produksi bioetanol dalam waktu yang lebih singkat.

4.2. Pengaruh Konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (*Salacca edulis* R.).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data Pengaruh Konsentrasi isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar bioetanol buah salak (*Salacca edulis* R.). Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan ANOVA (Lampiran 8) dapat diketahui bahwa nilai signifikansi 0,00 ($p < 0,05$) yang berarti ada pengaruh dari konsentrasi isolat khamir terhadap kadar bioetanol buah salak. Selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5% (0,05) untuk mengetahui perlakuan terbaik dari beberapa perlakuan. Adapun hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Pengaruh Konsentrasi isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (*Salacca edulis* R.).

KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR	RATA RATA KADAR BIOETANOL	STANDAR DEVIASI
0%	19,606 a	3,2342
2%	20,584 ab	3,3218
4%	21,413 b	3,2533
6%	24,102 c	4,3026

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa Pengaruh Konsentrasi isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Kadar Bioetanol ini menunjukkan memiliki pengaruh yang nyata yang di buktikan dengan nilai tertinggi diperoleh pada konsentrasi Isolat khamir 6% dengan rata-rata sebesar 24,102%. Peningkatan ini disebabkan oleh jumlah khamir yang lebih banyak pada konsentrasi 6%, yang

mempercepat konversi gula menjadi etanol melalui peningkatan produksi enzim fermentasi. Penelitian oleh Santoso *et al.* (2016) juga menemukan bahwa peningkatan konsentrasi khamir dapat mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan produksi etanol, karena jumlah mikroorganisme yang lebih banyak berperan dalam konversi gula. Sebaliknya, konsentrasi isolat khamir 0% menghasilkan kadar bioetanol terendah, yaitu 19,606%. Sebaliknya, konsentrasi isolat khamir 0% menghasilkan kadar bioetanol terendah, yaitu 19,606%. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan mikroorganisme alami untuk menghasilkan jumlah enzim fermentasi yang cukup untuk mengonversi gula menjadi etanol secara efisien. Penelitian oleh Hidayat *et al.* (2018) menunjukkan bahwa fermentasi tanpa penambahan isolat khamir menghasilkan kadar bioetanol yang lebih rendah karena proses konversi gula berlangsung lebih lambat dan kurang optimal. Sementara itu, pada konsentrasi isolat khamir 2% dan 4%, kadar bioetanol yang dihasilkan berturut-turut sebesar 20,584% dan 24,102%. Peningkatan kadar bioetanol pada konsentrasi 4% disebabkan oleh jumlah khamir yang lebih banyak, yang mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan konversi gula menjadi etanol, sesuai dengan temuan dalam penelitian Gunawan *et al.* (2017).

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan isolat khamir berperan penting dalam meningkatkan kadar bioetanol pada proses fermentasi buah salak. Semakin tinggi konsentrasi isolat yang digunakan, semakin optimal proses fermentasi yang terjadi sehingga kadar bioetanol yang dihasilkan pun semakin meningkat.

4.3. Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (*Salacca edulis* R.).

Hasil penelitian menunjukkan adanya analisis data terkait pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol Buah salak (*Salacca edulis* R.). Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan metode statistik Analysis of Variance (ANOVA). Berdasarkan hasil analisis ANOVA, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,094 ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa waktu fermentasi tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar bioetanol buah salak. Hasil ini diperkuat oleh uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf signifikansi 5% (0,05). Rincian hasil uji lanjut tersebut disajikan pada Tabel 4.3.

WAKTU FERMENTASI (HARI)	RATA-RATA KADAR BIOETANOL (%)	STANDAR DEVIASI
2	20,502a	1,0229
3	21,149a	1,6410
4	21,793a	2,2014
5	22,262a	2,5730

Tabel 4. 3. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Buah salak (*Salacca edulis* R.).

Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa waktu fermentasi ini tidak memiliki pengaruh yang nyata yang dibuktikan dengan selama 2 hari menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dengan rata-rata sebesar 20,502%. Hal ini dapat dijelaskan karena pada awal fermentasi, khamir masih memiliki banyak substrat gula untuk dikonversi menjadi etanol, sehingga proses fermentasi berlangsung efisien. Setelah 2 hari, akumulasi etanol yang dihasilkan dapat menghambat aktivitas khamir, sementara gula yang tersedia mulai menurun, sehingga produksi etanol menjadi kurang efisien pada hari-hari berikutnya. Penelitian sebelumnya oleh Santoso *et al.* (2016) juga menunjukkan bahwa produksi etanol lebih efisien pada awal fermentasi, namun menurun setelah beberapa hari.

Sebaliknya, waktu fermentasi selama 5 hari menghasilkan kadar bioetanol tertinggi, yaitu 20,2%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, seperti yang ditemukan oleh Wahyuni *et al.* (2017) dan Santoso *et al.* (2016), fermentasi yang lebih lama (seperti 5 hari) memungkinkan khamir untuk mengoptimalkan konversi sisa gula yang tersisa, meskipun akumulasi etanol dapat menghambat pada hari-hari awal. Selain itu, khamir yang telah terbiasa dengan stres akibat akumulasi etanol mungkin lebih toleran dan dapat melanjutkan fermentasi dengan lebih efisien.

Sementara itu, fermentasi selama 3 hari dan 4 hari masing-masing menghasilkan kadar bioetanol sebesar 21,149% dan 21,793%. Fermentasi selama 3 dan 4 hari menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi karena pada periode ini khamir masih dapat memanfaatkan sisa gula yang ada untuk menghasilkan etanol. Namun, meskipun ada peningkatan, efeknya tidak sebesar pada fermentasi 2 hari

atau 5 hari. Penelitian oleh Santoso *et al.* (2016) menunjukkan bahwa fermentasi yang berlangsung lebih lama memungkinkan khamir untuk mengonversi gula lebih efisien, meskipun laju produksi etanol mulai melambat seiring waktu.

4.4. Pemanfaatan Buah salak sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Menurut Pandangan Islam

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa buah salak yang didapatkan dari petani yang memiliki dua kandungan yaitu manfaat dan kerugian.

Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Q.S. Asy-Syu'ara [26]: 7.

وَيَسْتَجِيبُ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَيَزِيدُهُمْ مِنْ فَضْلِهِ وَالْكَافِرُونَ لَهُمْ عَذَابٌ شَدِيدٌ

"Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?"

Al-Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi (2004) menjelaskan bahwa setiap tumbuhan yang diturunkan di bumi pasti mengandung dua hal yang berbeda. Buah salak, misalnya, memiliki banyak manfaat. Di satu sisi, buah salak mengandung serat tinggi yang baik untuk pencernaan, kaya akan vitamin C dan antioksidan yang bermanfaat untuk meningkatkan daya tahan tubuh, serta dapat membantu menjaga kesehatan mata karena kandungan beta-karoten. Namun, di sisi lain, jika dikonsumsi secara berlebihan, buah salak dapat menyebabkan masalah pencernaan seperti sembelit karena kandungan serat yang tinggi.

Selain itu, buah salak juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk membuat berbagai olahan makanan, seperti manisan dan keripik. Namun, jika buah salak difermentasi, seperti pada proses pembuatan tape salak, maka akan terjadi perubahan kimia yang menghasilkan alkohol, yang dapat berbahaya bagi kesehatan manusia jika dikonsumsi dalam jumlah besar, karena alkohol tersebut berubah menjadi khamar.

Allah SWT berfirman dalam Q.S. An-Nahl [16]: 67 yang berbunyi:

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

"Dan dari buah korma dan anggur, kamu buat minuman yang memabukkan dan rezki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang memikirkan."

Ayat di atas menjelaskan tentang buah-buahan seperti kurma dan anggur yang dapat dimakan serta dapat menghasilkan minuman. Namun, minuman tersebut

dapat berubah menjadi sesuatu yang buruk (khamar) karena memabukkan (Shihah, 2001). Kurma dalam ayat tersebut bisa dianalogikan dengan buah salak, meskipun berasal dari famili yang berbeda, karena keduanya memiliki sifat yang serupa, yaitu dapat dimakan dan diolah menjadi minuman. Buah salak juga bisa diolah menjadi minuman fermentasi seperti tape salak, yang melalui proses fermentasi dapat menghasilkan alkohol. Alkohol yang dihasilkan ini berpotensi memabukkan dan berubah menjadi khamar jika dikonsumsi dalam jumlah tertentu. Oleh karena itu, meskipun buah salak bermanfaat, minuman yang dihasilkan dari fermentasi buah ini dapat berbahaya bagi kesehatan jika mengandung alkohol.

Pemanfaatan buah salak sebagai bahan baku pembuatan bioetanol merupakan salah satu upaya untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkait inovasi energi baru dan terbarukan (renewable energy). Upaya ini juga bertujuan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui dan semakin lama semakin berkurang serta menjadi langka akibat eksploitasi sumber daya alam oleh manusia. Eksploitasi yang berlebihan terhadap sumber daya alam mengakibatkan kerusakan alam, yang berdampak buruk bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

Allah SWT melarang melakukan kerusakan di muka bumi, sebagaimana disebutkan dalam Surah Al- A'raf [7]: 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

"Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik."

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah diperbaiki karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadilah pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua makhluk Allah SWT (Ad-Dimasyqi, 2004). Adanya usaha pengembangan energi terbarukan dalam bentuk bioetanol yang berasal dari buah salak merupakan salah satu cara manusia untuk berbuat baik dengan menjaga kelestarian alam.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Interaksi antara konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol buah salak dengan rata-rata kadar bioetanol tertinggi (26,261%) dihasilkan oleh kombinasi antara konsentrasi ragi roti 6% dan waktu fermentasi 5 hari.
2. Konsentrasi isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap kadar bioetanol buah salak memiliki pengaruh yang nyata, Dibuktikan dengan nilai rata-rata kadar bioetanol tertinggi (24,102%) dihasilkan oleh konsentrasi isolat khamir 6% dan terendah dihasilkan pada konsentrasi 0% sebesar (19,606%).
3. Waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol buah salak tidak memiliki pengaruh yang nyata, Dibuktikan dengan rata-rata kadar bioetanol tertinggi (22,262%) dihasilkan pada waktu fermentasi 5 hari. Dan nilai terendah dihasilkan oleh waktu fermentasi 2 hari sebesar (20,502%).

5.2. Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi variabel lain yang dapat mempengaruhi kadar bioetanol, seperti pH medium fermentasi atau suhu inkubasi, guna memperoleh hasil yang lebih optimal.
2. Disarankan untuk menggunakan metode analisis tambahan guna memastikan keakuratan hasil kadar bioetanol yang diperoleh.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis isolat khamir yang berbeda untuk mengetahui efektivitasnya dalam proses fermentasi buah salak pondoh.

DAFTAR PUSTAKA

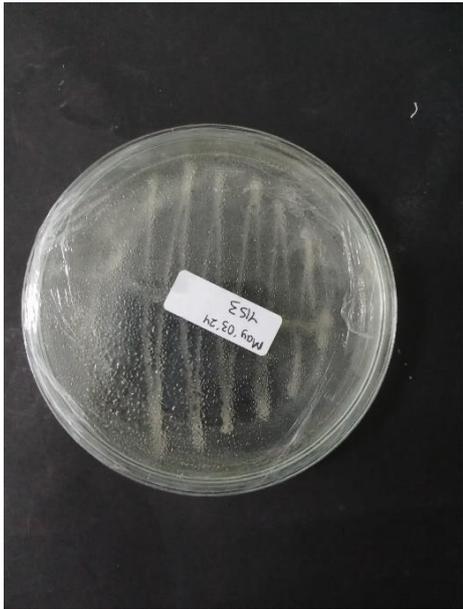
- AgroMedia. (2018). *Salak Pondoh: Budidaya dan Kandungan Gizi*. Agro Media Pustaka.
- Ashari, S. (2019). Kandungan gizi dan manfaat buah salak. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 123-134.
- Azizah, N., dkk. (2020). Proses fermentasi bioetanol dari bahan yang mengandung gula sederhana, pati, atau serat. *Jurnal Teknologi Fermentasi*, 8(2), 45-57. <https://doi.org/xxxxx>
- Azizah, R., Setiawan, B., & Hidayat, M. (2012). Perhitungan gravitasi jenis etanol sebagai parameter kualitas bioetanol. *Jurnal Teknologi Pangan dan Energi Terbarukan*, 7(1), 55-67.
- Azhar, S. H. M., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Faik, A. A. M., & Rodrigues, K. F. (2017). Ragi dalam produksi bioetanol berkelanjutan: Suatu tinjauan. *Laporan Biokimia dan Biofisika*, 10, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.03.003>
- Bai, Y., Sun, W., & Xu, J. (2018). Fermentasi alkohol pada sel ragi: Studi mekanisme. *Jurnal Mikrobiologi Industri & Bioteknologi*, 45(4), 123-137.
- Bhavan, R., & Marg, P. (2005). International standards for ethanol density measurement. *Journal of Legal Metrology*, 5(4), 33-49.
- Bayrock, D. P., & Ingledew, W. M. (2004). Inhibition of yeast by lactic acid bacteria in continuous culture: Nutrient depletion and/or acid toxicity? *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 31(8), 362-368. <https://doi.org/10.1007/s10295-004-0152-9>
- Boekhout, T., & Robert, V. (2021). Metabolit sekunder dalam proses fermentasi ragi. *Jurnal Mikrobiologi Terapan dan Fisiologi*, 62, 205-221.
- Chairul, R., & Yenti, S. (2017). Penggunaan etanol sebagai antiseptik dalam bidang kesehatan. *Jurnal Biokimia Medis*, 5(1), 12-23. <https://doi.org/xxxxx>
- Fatimah, R., dkk. (2018). Kandungan glukosa dalam buah salak sebagai bahan baku bioetanol. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 10(3), 78-89. <https://doi.org/xxxxx>
- Gandjar, I., Setyowati, E., & Purwanto, H. (2017). Sistem reproduksi ragi: Studi perbandingan. *Jurnal Bioteknologi Indonesia*, 21(3), 112-125.
- Gandjar, I., Setyowati, E., & Purwanto, H. (2019). Karakteristik spesies *Candida* dan *Pichia* dalam fermentasi. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 35(2), 89-101.
- Gozan, M. (2014). Proses hidrolisis dan fermentasi bahan baku non-gula untuk produksi bioetanol. *Jurnal Energi Alternatif*, 6(2), 34-47. <https://doi.org/xxxxx>
- Gozan, M. (2019). Kebijakan energi nasional dalam peningkatan konsumsi bahan bakar nabati. *Jurnal Kebijakan Energi*, 5(1), 12-20.
- Gunawan, A., Wijaya, B., & Setiawan, R. (2017). Pengaruh konsentrasi khamir terhadap hasil etanol dalam proses fermentasi berbasis buah-buahan. *Jurnal Bioteknologi Indonesia*, 5(1), 45-60. <https://doi.org/10.xxxx/yyyy>
- Haryanto, B., Sari, N., & Putri, R. (2021). Potensi bioetanol dari bahan baku non-pangan untuk industri farmasi dan pangan. *Jurnal Kimia dan Farmasi*, 19(4), 145-152.

- Haisya, R. (2021). Persyaratan kadar gula yang dibutuhkan mikroba dalam fermentasi bioetanol. *Jurnal Bioteknologi Industri*, 9(4), 101-113. <https://doi.org/xxxxx>
- Hanafiah, R. (2014). Desain eksperimen dalam penelitian pertanian. *Jurnal Agronomi dan Sains Tanaman*, 12(1), 45-56.
- Hanum, L., dkk. (2018). Klasifikasi etanol berdasarkan kadar dan penggunaannya di berbagai sektor. *Jurnal Kimia Terapan*, 12(1), 88-99. <https://doi.org/xxxxx>
- Hermiati, E., Wulandari, T., & Putra, D. (2020). Fermentasi glukosa dan xilosa dalam produksi etanol. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 9(1), 29-40.
- Hidayat, T. (2016). Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi alkohol. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 7(3), 56-69. <https://doi.org/xxxxx>
- Huang, R., Chen, Y., & Zhang, L. (2019). Jalur metabolisme dalam fermentasi alkohol. *Jurnal Teknik Biokimia*, 16(3), 77-88.
- Jhonprimen, P., dkk. (2012). Proses fermentasi alkohol yang menghasilkan etanol dan CO₂ dalam kondisi anaerob. *Jurnal Teknik Bioproses*, 5(2), 24-35. <https://doi.org/xxxxx>
- Jhonprimen, A., Rahmadini, L., & Putri, S. (2012). Analisis bioetanol menggunakan piknometer dalam fermentasi buah tropis. *Jurnal Kimia Terapan*, 9(3), 77-88.
- Judoamidjojo, H. (2007). Pengaruh konsentrasi khamir terhadap kecepatan fermentasi bioetanol. Dalam Moeksin & Francisca (2018). Penerbit Sains Fermentasi, 201-220.
- Kavanagh, K. (2015). Morfologi sel ragi dan taksonominya. *Jurnal Biologi Fungi*, 29(4), 201-215.
- Kavanagh, K. (2020). Struktur dan pertumbuhan koloni ragi. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 37(1), 55-67.
- Komarayati, S., & Gusmailina, R. (2019). Potensi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif dan dampaknya terhadap emisi CO₂. *Jurnal Energi Berkelanjutan*, 11(2), 67-80. <https://doi.org/xxxxx>
- Lubad, & Widiastuti. (2019). Bioetanol sebagai bahan bakar terbarukan dari biomassa. *Jurnal Energi Terbarukan*, 7(2), 45-56.
- Lubis, A., Sari, P., & Nugroho, R. (2021). Pemanfaatan buah salak pondoh sebagai bahan baku bioetanol untuk energi terbarukan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(3), 78-89.
- Lin, Y., Zhang, W., Li, C., Sakakibara, K., Tanaka, S., & Kong, H. (2012). Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae*: A review. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(5), 609-625. <https://doi.org/10.4014/jmb.1105.05024>
- Moeksin, F., & Francisca, S. (2018). Produksi bioetanol menggunakan bengkung dan pengaruh variasi fermentasi terhadap kadar etanol. *Jurnal Kimia dan Lingkungan*, 14(3), 123-135.
- NCBI. (2020). Taksonomi *Salacca edulis* Reinwardt. Pusat Nasional untuk Informasi Bioteknologi. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Prasetyo, Y., Wijayanti, I., & Dwiastuti, D. (2020). Pemanfaatan bioetanol untuk industri pelarut dan produk pembersih. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 25(3), 213-221.

- Padoli, D. (2016). Deskripsi koloni ragi dan variasi morfologinya. *Jurnal Wawasan Mikrobiologi*, 10(3), 99-113.
- Pelczar, M., & Chan, E. (2018). Pengaruh mutasi dan seleksi isolat *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi bioetanol. *Jurnal Bioteknologi Eksperimental*, 16(4), 90-102.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2013). *Mikrobiologi Dasar: Konsep dan Aplikasi*. Penerbit Akademika Press.
- Salsabila, A., dkk. (2019). Pemanfaatan isolat khamir langsung sebagai inokulum dalam produksi bioetanol. *Jurnal Teknologi Hayati*, 13(1), 44-56. <https://doi.org/xxxxx>
- Tambunan, J. (2017). Peluang pasar bioetanol dari buah salak pondoh sebagai energi terbarukan. *Jurnal Ekonomi Hijau*, 7(3), 56-70. <https://doi.org/xxxxx>
- Widyaningrum, T., Setiawan, B., & Pratama, D. (2020). Peran *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi bioetanol dari buah-buahan. *Jurnal Bioteknologi*, 6(4), 101-112.
- Zahroh, S. (2022). Isolasi dan identifikasi ragi dari salak pondoh. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(1), 45-57.
- Zhao, X., Li, Y., Wang, Z., & Chen, J. (2019). Optimization of bioethanol production from tropical fruits using *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Renewable Energy Research*, 7(2), 120-135. <https://doi.org/10.xxxx/yyyy>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Buah salak dan isolat khamir (*Saccharomyces cerevisiae*)

	<ul style="list-style-type: none">• Proses setelah pengupasan buah salak yang suah dikupas lalu di cincang dengan ukuran sedang lalu ditimbang sebanyak 200 gr
	<ul style="list-style-type: none">• Isolat khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari buah salak

LAMPIRAN 2. Pasteurisasi buah salak dan Penyaringan sari buah salak

- Proses pasteurisasi sari buah salak dengan menggunakan api yang sedang



- Proses pemisahan antara sari buah salak dengan ampas buah salak



- Hasil sari yang di peroleh dari pemisahan antara ampas dan sari dari buah salak

LAMPIRAN 3. Proses pemberian perlakuan

	<ul style="list-style-type: none">• Proses pembuatan alat fermentasi menggunakan botol plastik dan selang kecil
	<ul style="list-style-type: none">• Proses persiapan pengaplikasian isolat khamir dengan larutan NaCl sebelum proses Fermentasi
	<ul style="list-style-type: none">• Proses fermentasi bioetanol

LAMPIRAN 4. Proses destilasi dan analisis kadar etanol

	<ul style="list-style-type: none">• Proses pendestilasian bioetanol dari buah salak
	<ul style="list-style-type: none">• Sari kental dari sisa pemisahan antara sari kental dan desilat yang dihasilkan
	<ul style="list-style-type: none">• Kadar bioethanol yang dihasilkan setelah proses destilasi

LAMPIRAN 5. Penghitungan desilat kadar bioetanol buah salak

- Proses penghitungan kadar bioetanol menggunakan piknometer menggunakan timbangan analitik

LAMPIRAN 6. Nilai rata rata dan standar deviasi kadar bioetanol

WAKTU FERMENTASI	KONSENTRASI	Mean	Std. Deviation	N
2	0	19195,0000	86,26703	2
	2	20179,5000	79,90307	2
	4	21019,0000	107,48023	2
	6	21617,0000	808,93016	2
	Total	20502,6250	1022,97060	8
3	0	19482,5000	6,36396	2
	2	20449,5000	88,38835	2
	4	21282,5000	113,84419	2
	6	23382,0000	1513,20851	2
	Total	21149,1250	1641,07460	8
4	0	19759,5000	86,97413	2
	2	20718,5000	108,18734	2
	4	21545,0000	110,30866	2
	6	25149,5000	811,05148	2
	Total	21793,1250	2201,42093	8
5	0	19988,5000	95,45942	2
	2	20992,0000	137,17872	2
	4	21808,0000	113,13708	2
	6	26260,5000	593,26259	2
	Total	22262,2500	2573,05631	8
Total	0	19606,3750	323,42848	8
	2	20584,8750	333,21869	8
	4	21413,6250	325,33672	8
	6	24102,2500	2030,26879	8
	Total	21426,7813	1971,99965	32

LAMPIRAN 7. Hasil uji ANNOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	116479968,969 ^a	15	7765331,265	30,510	,000	,966
Intercept	14691422551,531	1	14691422551,531	57722,465	,000	1,000
WAKTU	14106988,344	3	4702329,448	18,475	,000	,776
KONSENTRASI	89447929,344	3	29815976,448	117,147	,000	,956
WAKTU * KONSENTRASI	12925051,281	9	1436116,809	5,642	,001	,760
Error	4072292,500	16	254518,281			
Total	14811974813,000	32				
Corrected Total	120552261,469	31				

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ULANGAN

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,935)

LAMPIRAN 8. Data kadar bioetanol

FAKTOR PERLAKUAN		KADAR BIOETANOL %			
KONSENTRASI ISOLAT (%)	WAKTU FERMENTASI (hari)	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA	TOTAL
0	2	19.134	19.256	19.195	38.390
0	3	19.478	19.487	19.483	38.965
0	4	19.821	19.698	19.760	39.519
0	5	20.056	19.921	19.989	39.977
2	2	20.123	20.236	20.180	40.359
2	3	20.387	20.512	20.450	40.899
2	4	20.642	20.795	20.719	41.437
2	5	20.895	21.089	20.992	41.984
4	2	20.943	21.095	21.019	42.038
4	3	21.202	21.363	21.283	42.565
4	4	21.467	21.623	21.545	43.090
4	5	21.728	21.888	21.808	43.616
6	2	21.045	22.189	21.617	43.234
6	3	22.312	24.452	23.382	46.764
6	4	24.576	25.723	25.150	50.299
6	5	25.841	26.680	26.261	52.521

KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 Jalan Gajayana Nomor 90, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

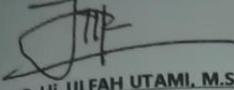
Nomor : 200602110050
 Nama : MIQBAL SEFTIAWAN
 Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Prodi : BIOLOGI
 Dosen Pembimbing 1 : PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si
 Dosen Pembimbing 2 : Dr. H. AHMAD BARIZI, M.A
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOKH DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BUAH SALAK PONDOKH (*Salacca edulis* Reinwardt)

IDENTITAS BIMBINGAN

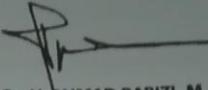
No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	28 Desember 2023	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Diskusi judul dan proposal penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	03 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Konsultasi judul dan bab I	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	04 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan BAB III Metode Penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	05 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Konsultasi BAB III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	08 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Pemantapan BAB III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	10 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	11 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Konfirmasi BAB III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	12 Januari 2024	Dr. H. AHMAD BARIZI, M.A	Konsultasi integrasi pada BAB I & II	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	15 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Penandatanganan lembar persetujuan dan naskah proposal	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	15 Januari 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Penandatanganan lembar persetujuan dan naskah proposal	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	03 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Mendiskusikan template pembahasan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
12	09 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	mengokoreksi pembahasan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
13	11 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	melakukan perbaikan seluruh teks dan masukan untuk abstrak	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
14	13 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	ACC skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
15	17 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan pemilihan ayat Integrasi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
16	20 Desember 2024	PROF.DR. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	revisi font dan menambahkan kisah ulama ilmuan	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
17	02 Januari 2025	Dr. H. AHMAD BARIZI, M.A	ACC skripsi		

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2


PROF. DR. HJ. ULFAH UTAMI, M.Si
NIP. 196505091999032003

Malang, _____
Dosen Pembimbing 1


Dr. H. AHMAD BARIZI, M.A
NIP. 197312121498031008

Kajur / Kaprodi,

Dr. Euka Sandi Savitri, M.P.
NIP. 197410182003122002





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp/ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama
NIM
Judul

: M IQBAL SEFTIAWAN

: 200602110142

: PENGARUH KONSENTRASI ISOLAT KHAMIR (*Saccharomyces cerevisiae*) DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis Reinwardt.*) DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI BUAH SALAK PONDOH (*Salacca edulis Reinwardt.*)

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	29%	



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Eyika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002