

**UJI KEMAMPUAN ISOLAT KHAMIR ENDOFIT *Candida sanyaensis*  
DAN *Candida* sp. HASIL ISOLASI DARI NIRA SIWALAN (*Borassus  
flabellifer* L.) SEBAGAI PENGEMBANG ADONAN ROTI**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI DWI AVITASARI  
NIM. 19620076**



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

**UJI KEMAMPUAN ISOLAT KHAMIR ENDOFIT *Candida sanyaensis*  
DAN *Candida sp.* HASIL ISOLASI DARI NIRA SIWALAN (*Borassus  
flabellifer* L.) SEBAGAI PENGEMBANG ADONAN ROTI**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI DWI AVITASARI  
NIM. 19620076**

**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**

**UJI KEMAMPUAN ISOLAT KHAMIR ENDOFIT *Candida sanyaensis*  
DAN *Candida* sp. HASIL ISOLASI DARI NIRA SIWALAN (*Borassus  
flabellifer* L.) SEBAGAI PENGEMBANG ADONAN ROTI**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**PUTRI DWI AVITASARI**

**NIM. 19620076**

**Telah Diperiksa dan Disetujui:**

**Tanggal: 28 Agustus 2023**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si**  
NIP. 196505091999032002

**Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.**  
NIP. 197406022009011010



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018200312 2 002

**UJI KEMAMPUAN ISOLAT KHAMIR ENDOFIT *Candida sanyaensis*  
DAN *Candida* sp. HASIL ISOLASI DARI NIRA SIWALAN (*Borassus  
flabellifer* L.) SEBAGAI PENGEMBANG ADONAN ROTI**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI DWI AVITASARI  
NIM. 19620076**

**telah dipertahankan  
Di depan Dewan Pnguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu  
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal 28 Agustus 2023**

<b>Ketua Penguji</b>	<b>Ir. Liliek Harianie A.R. M.P NIP. 19620901 199803 2001</b>	
<b>Anggota Penguji I</b>	<b>Prilya Dewi Fitriasaki, M.Sc NIP. 19900428 2016080 12062</b>	
<b>Anggota Penguji II</b>	<b>Prof. Dr. Ulfah Utami, M.Si. NIP. 19650509 199903 2 002</b>	
<b>Anggota Penguji III</b>	<b>Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A NIP. 19740602 200901 1 010</b>	



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 002**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Semoga hasil penelitian dalam tugas akhir ini membawa keberkahan ilmu bagi penulis dan kebermanfaatan bagi orang lain.

Karya tulis sederhana yang jauh dari kata sempurna ini penulis persembahkan kepada orang-orang yang telah memberikan doa dan dukungan terhadap penulis. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar yaitu Bapak Suroto, Ibu Sri, Mba Hayu dan sanak saudara yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang senantiasa mendoakan, memberikan cinta kasih sayang, dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
2. Ustadz Hanan Attaki dan Syeikh Assim Al Hakeem yang telah mengadakan kajian di Malang sehingga penulis bisa *recharge energy, soul* dan iman.
3. Orang baik yang telah memberikan saran, waktu dan tenaga kepada penulis yaitu Ramadani Putra; Septia; Luthfi; Cilika; Alfin; Karisa, Rachmat, Indah, Alif, Adis; Novita; Mba Nadia, Mba Hanifah, Mba Anindhita, Mba Hilda, Mba Qudsi (kakak tingkat). Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah SWT dan urusan kalian juga dipermudah oleh Allah aamiin.
4. Semua pihak yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang turut mendukung dan mendoakan..

## **MOTTO**

**So, why you feel not happy ?  
It's because you seek it from the wrong ways.  
Find happiness in worship to Allah SWT.  
Allah SWT give you what you need, not what you want.  
(Syeikh Assim Al Hakeem, 2023)**

**Belajarliah 'ikhlas' seperti Surah Al-Ikhlash yang tidak terdapat kata 'ikhlas'  
pada ayatnya.  
(Ustadz Hannan Attaki, 2023)**

**Sabar itu sulit, makanya hadiahnya selangit.**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Dwi Avitasari  
NIM : 19620076  
Jurusan/ Fakultas : Biologi/ Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Uji Kemampuan Isolat Khamir Endofit *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Hasil Isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) sebagai Pengembang Adonan Roti

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

Malang, 27 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Putri Dwi Avitasari

NIM. 19620076

## **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 ilmiah yang menyebutkannya.



# **Uji Kemampuan Isolat Khamir Endofit *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Hasil Isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) Sebagai Pengembang Adonan Roti**

Putri Dwi Avitasari, Ulfah Utami, Mochamad Imamudin  
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana  
Malik Ibrahim Malang

## **ABSTRAK**

Peningkatan jumlah konsumsi roti saat ini mendorong para pelaku industri roti untuk memproduksi roti dalam jumlah banyak. Roti termasuk hasil fermentasi adonan roti yang melibatkan khamir. Khamir merupakan jamur yang memiliki kemampuan untuk mengubah gula yang ada dalam adonan roti menjadi alkohol dan gas karbon dioksida. Isolat khamir endofit Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) yang digunakan sebagai pengembang adonan roti pada penelitian ini yaitu *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan toleransi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. pada variasi suhu dan konsentrasi etanol serta tekstur dan warna roti hasil fermentasi dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Variasi suhu meliputi 30°C, 37°C, dan 45°C dan variasi konsentrasi etanol meliputi 10%, 13%, dan 15%. Jumlah khamir yang digunakan dalam adonan roti ditentukan dari jumlah sel hidup isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Pada penelitian ini menggunakan parameter tekstur roti yaitu *hardness*, *cohesiveness*, *adhesiveness*, dan *gumminess* dan parameter warna yaitu nilai *L\**, nilai *a\**, dan nilai *b\**. Hasil pengujian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan uji lanjut DMRT. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. bersifat toleran terhadap suhu tinggi yaitu 45°C dan konsentrasi etanol tinggi yaitu 15%. Tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. menyerupai tekstur dan warna roti hasil fermentasi ragi instan. Roti hasil perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp memiliki tekstur yang empuk dan warna coklat yang terang.

Kata kunci : *Candida sanyaensis*, *Candida* sp., fermentasi, khamir, roti

**Potential Test of Endophytic Yeast Isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp Isolated from Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) as a Bread Dough Leavening Agents**

Putri Dwi Avitasari, Ulfah Utami, Mochammad Imamudin  
Program Study of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim  
Islamic State University of Malang

**ABSTRACT**

The increasing consumption of bread right now has pushed the bakery industry to produce bread in large quantities. Bread is the result of fermentation of bread dough using yeast. Yeast is a fungus that has the ability to convert sugar in bread dough into alcohol and carbon dioxide gas. Endophytic yeast isolates of Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) used as bread dough leavening agents in this research are *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. The aims of this research are to determine the tolerance ability of yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. at variations in temperature and ethanol concentration as well as texture and color of fermented bread from yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. Temperature variations are 30°C, 37°C, and 45°C and ethanol concentration variations are 10%, 13%, and 15%. The quantity of yeast used in bread dough was based on the number of living cells of yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. This research used bread texture parameters, which consist of hardness, cohesiveness, adhesiveness, and gumminess and color parameters, which consists of L\* value, a\* value, and b\* value. The experimental result was analyzed by ANOVA at 5% significance level and continued by DMRT analysis. Yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. are tolerant with high temperature of 45°C and high ethanol concentration of 15%. Texture and color of bread fermented by yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. was similar to texture and color of bread fermented by instant yeast. The bread from the fermentation of yeast isolates *Candida sanyaensis* and *Candida* sp. has a soft texture and a light brown color.

Keywords: *Candida sanyaensis*, *Candida* sp., fermentation, yeast, bread

## الملخص

اختبار قدرة عزلات الخمائر الداخلية لمبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* نتيجة اعتزال بوراس مروحي (*Borassus flabellifer* L.) كتخمير عجينة الخبز

فوتري دوي أفيتاساري، أولفى أوتامي، محمد إمام الدين

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

تشجع الزيادة في كمية استهلاك الخبز اليوم اللاعبيين في صناعة الخبز على إنتاج الخبز بكميات كبيرة. يشمل الخبز نتيجة تخمير عجينة الخبز التي تنطوي على الخميرة. الخميرة هي فطر لديه القدرة على تحويل السكر في عجينة الخبز إلى كحول وغاز ثاني أكسيد الكربون. عزلات الخميرة الداخلية من بوراس مروحي (*Borassus flabellifer*) المستخدمة كمطورين لعجين الخبز في هذا البحث هي مبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* كان الهدف من هذا البحث هو معرفة قدرة تحمل عزلات الخميرة من مبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* على الاختلافات في درجة الحرارة وتركيز الإيثانول وكذلك نسيج ولون الخبز المخمر من عزلات الخميرة من مبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* تشمل الاختلافات في درجات الحرارة ٣٠ درجة مئوية و ٣٧ درجة مئوية و ٤٥ درجة مئوية وتشمل اختلافات تركيز الإيثانول ١٠% و ١٣% و ١٥%. تم تحديد كمية الخميرة المستخدمة في عجينة الخبز من عدد الخلايا الحية من عزلات الخميرة لمبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* في هذا البحث استخدمت معلمات قوام الخبز وهي الصلابة والتماسك والالتصاق ومعلمات الصمغ واللون وهي قيمة  $L^*$  وقيمة  $a^*$  وقيمة  $b^*$ . تم تحليل نتائج الاختبار باستخدام ANOVA عند مستوى دلالة ٥% واستمر في إجراء مزيد من اختبار DMRT. عزلات الخميرة لمبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* تتحمل على درجات الحرارة العالية التي تبلغ ٤٥ درجة مئوية وتركيز الإيثانول العالي بنسبة ١٥%. نسيج ولون الخبز المخمر من عزلات الخميرة لمبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* يشبه نسيج ولون الخبز المخمر الخميرة الفورية. الخبز المعالج بعزلات الخمير لمبيضة *sanyaensis* ومبيضة *sp.* له ملمس ناعم ولون بني فاتح.

الكلمات الرئيسية: مبيضة *sanyaensis* ، مبيضة *sp.* ، التخمير، الخميرة، الخبز.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Uji Kemampuan Isolat Khamir Endofit *Candida sanyaensis* dan *Candida sp.* Hasil Isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) sebagai Pengembang Adonan Roti”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, doa, serta dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. 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 Sarjana Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si., dan Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A selaku dosen pembimbing program studi biologi dan agama, atas bimbingan, arahan dan kesabaran beliau sehingga naskah skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Ir. Hj. Liliek Harianie A.R. M.P., dan Prilya Dewi Fitriyani, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan baik.
7. Seluruh dosen dan segenap staf laboratorium di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu kepada penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium
8. Bapak, Ibu, Kakak, serta teman-teman yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.
9. Seluruh pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu, Semoga kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang baik pula dari Allah SWT. Semoga penelitian ini dapat memberi manfaat bagi penulis dan pembaca. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan naskah skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi lebih baik kedepannya.

Malang, 27 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>المخلص .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Hipotesis Penelitian .....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
1.6 Batasan Masalah .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Khamir Endofit Dari Buah Sebagai Pengembang Adonan Roti .....	10
2.2 <i>Candida sanyaensis</i> .....	14
2.3 Syarat Khamir Sebagai Pengembang Adonan Roti .....	14
2.4 Pertumbuhan Sel Khamir.....	17
2.5 Fermentasi dan Mekanisme Pengembangan Adonan Roti .....	22
2.6 Tekstur Roti .....	26
2.7 Warna Roti.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	32
3.2 Variabel Penelitian.....	33
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33

3.4 Alat dan Bahan .....	34
3.5 Prosedur Penelitian .....	35
3.6 Analisis Data.....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Kemampuan Toleransi Khamir <i>Candida sanyaensis</i> dan <i>Candida sp.</i> .....	48
4.2 Roti Hasil Fermentasi Khamir <i>Candida sanyaensis</i> dan <i>Candida sp.</i> .....	61
4.3 Perspektif Islam Tentang Penelitian .....	80
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>88</b>
5.1 Kesimpulan .....	88
5.2 Saran .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>90</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>98</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
<b>3. 1. Penentuan jumlah biomassa dan jumlah sel (100 gram tepung) .....</b>	<b>41</b>
<b>4. 1. Hasil Kemampuan Toleransi terhadap Suhu .....</b>	<b>48</b>
<b>4. 2. Hasil Kemampuan Toleransi terhadap Etanol .....</b>	<b>54</b>
<b>4. 3. Rata-rata volume pengembangan adonan roti .....</b>	<b>61</b>
<b>4. 4. Hasil dua kali volume pengembangan .....</b>	<b>63</b>
<b>4. 5. Hasil analisis tekstur roti .....</b>	<b>68</b>
<b>4. 6. Hasil analisis warna roti .....</b>	<b>76</b>
<b>4. 7. Presentase warna.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<b>2.1. Khamir <i>Candida sanyaensis</i></b> .....	14
<b>2.2. Fase pertumbuhan mikrob</b> .....	18
<b>2.3. Spektrofometer Uv-Vis</b> .....	21
<b>2.4. Jalur fermentasi alkohol oleh khamir</b> .....	23
<b>2.5. Struktur protein gluten</b> .....	25
<b>2.6. Faktor pada pengembang adonan roti</b> .....	26
<b>2.7. Texture analyzer</b> .....	28
<b>2.8. Colour reader</b> .....	30
<b>3.1. Reseptor warna</b> .....	46
<b>4.1. Volume akhir adonan roti pada setiap perlakuan</b> .....	63



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Pembuatan Media.....	98
2. Jumlah Sel Khamir.....	99
3. Nilai kerapatan optik (600 nm) dengan tiga kali ulangan.....	102
4. Biomassa Khamir.....	103
5. Volume adonan.....	108
6. Data Tekstur.....	112
7. Data Warna.....	113
8. Hasil SPSS.....	114
9. Alat.....	114
10. Bukti Konsultasi.....	114
11. Bukti Check Plagiasi.....	114

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini permintaan produk pangan internasional dan Indonesia mengalami peningkatan yang stabil yaitu 38,91% (Kemenperin, 2022). Permintaan produk pangan menurut kelompok komoditas makanan dan minuman yang paling sering dikonsumsi di Indonesia adalah roti. Tingkat konsumsi roti tawar dan roti manis per kapita masyarakat Indonesia dalam seminggu berada di angka 0,3 ons dan 1,1 ons (BPS, 2022). Berdasarkan data statistik konsumsi pangan pada tahun 2018 hingga tahun 2022, rata-rata konsumsi roti per kapita masyarakat Indonesia pada tahun 2018 yaitu roti tawar sebanyak 19.085/potong dan roti manis sebanyak 58.498/potong. Rata-rata konsumsi roti per kapita masyarakat Indonesia pada tahun 2022 yaitu roti tawar sebanyak 18.411/potong dan roti manis sebanyak 54.419/potong (Kementan, 2022). *Head of Strategy and Growth Dailybox Group* menyatakan bahwa pada tahun 2021 penjualan roti di Indonesia termasuk tertinggi di wilayah Asia Tenggara yaitu 2,6 triliun. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatkan jumlah industri roti di Indonesia hingga April 2022 yaitu 600 unit (Kemenperin, 2022).

Perkembangan penjualan roti saat ini mendorong para pelaku industri roti untuk bisa memproduksi roti dalam jumlah banyak. Roti termasuk pilihan sarapan yang sehat dan praktis pengganti karbohidrat utama yang dikonsumsi sehari-hari. Roti merupakan salah satu produk makanan yang dibuat dari tepung terigu (Dalton dkk, 2016). Penjelasan terkait makanan terdapat dalam QS: 'Abasa [80] : 24-32 yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾  
فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَلَكَهَاتَ  
وَأَبَا ﴿٣١﴾ مَتَّعًا لَكُمْ وَلَا نَعْمِيكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu di sana Kami tumbuhkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu.” (QS: ‘Abasa [80] : 24–32)

Berdasarkan tafsir ilmi, ayat diatas menunjukkan bahwa Allah SWT telah menyediakan beragam makanan. Penyediaan makanan oleh Allah SWT untuk manusia sangatlah mengagumkan. Manusia yang hidup pada zaman dahulu hingga zaman sekarang dikaruniai persediaan makanan dari bumi yang tidak ada habis-habisnya. Allah SWT menciptakan biji-bijian, sayur-sayuran, dan buah-buahan sebagai makanan bagi manusia (Lajnah Pentashihan Al-Qur’an, 2014). Kemudian beberapa makanan tersebut diolah menjadi produk lainnya seperti tepung terigu. Tepung terigu berasal dari biji gandum yang telah dihaluskan (Kartiwan dkk, 2015).

Tepung terigu dan ragi roti merupakan bahan utama yang digunakan dalam pembuatan roti. Ragi roti yang biasa digunakan dalam industri roti merupakan ragi komersial yang berasal dari Kanada dengan merek dagang *fermipan*, Perancis dengan merek dagang *saf-istan*, Australia dengan merek dagang *mauripan*, dan Turki dengan merek dagang *gold pakmaya* (Kong *et.al.*, 2018). Komponen utama pada ragi komersial yang berperan dalam proses fermentasi pembuatan roti adalah khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Rashid *et al.*, 2022). Ketersediaan ragi komersial harus terpenuhi setiap waktu. Meningkatnya jumlah penjualan roti di Indonesia menyebabkan meningkatnya kebutuhan ragi komersial. Apabila jumlah

ragi komersial berkurang maka tentunya menyulitkan para pelaku industri roti. Ketergantungan akan ragi komersial tersebut dapat diatasi melalui penelitian dan pengembangan terkait pengganti ragi komersial. Penelitian lebih lanjut diperlukan terkait penemuan jenis khamir endofit sebagai agen pengembang adonan roti.

Penelitian terkait potensi khamir endofit sebagai agen pengembang adonan roti sudah dilakukan di beberapa negara seperti Ethiopia, Nepal, Nigeria, dan Malaysia. Penelitian Lakew (2022) yang menemukan 3 jenis isolat khamir endofit yang mampu mengembangkan adonan roti dan mampu toleransi terhadap suhu tinggi (42°C) serta konsentrasi etanol tinggi (15%). Hasil toleransi tersebut ditunjukkan dengan pertambahan nilai kerapatan optik setelah masa inkubasi 72 jam. Hasil penelitian Karki *et al* (2017) yang menemukan 3 jenis isolat khamir endofit yang mampu mengembangkan adonan roti dan mampu toleransi terhadap suhu tinggi (45°C) serta konsentrasi etanol tinggi (15%). Hasil toleransi tersebut ditunjukkan dengan kenaikan nilai kerapatan optik setelah masa inkubasi 72 jam.

Penelitian Maryam *et al* (2017) yang menemukan 4 jenis isolat khamir endofit yang mampu mengembangkan adonan roti dan mampu toleransi terhadap suhu tinggi (50°C) serta konsentrasi etanol tinggi (15%). Hasil toleransi tersebut ditunjukkan dengan pertumbuhan sel khamir setelah masa inkubasi 72 jam. Penelitian Ma'aruf *et al* (2011) yang menemukan 4 jenis isolat khamir endofit yang mampu mengembangkan adonan roti dan mampu toleransi terhadap suhu tinggi (45°C) serta konsentrasi etanol tinggi (15%). Hasil toleransi tersebut ditunjukkan dengan nilai kerapatan optik yang bertambah dari masa inkubasi 24 hingga masa inkubasi 72 jam.

Berdasarkan hasil penelitian Lakew (2022), Karki *et al* (2017), Maryam *et al* (2017) dan Ma'aruf *et al* (2011), isolat khamir endofit memiliki potensi sebagai pengembang adonan roti karena bersifat toleran terhadap suhu tinggi dan konsentrasi etanol tinggi. Suhu dan etanol berperan dalam proses fermentasi adonan roti yang melibatkan khamir dan berpengaruh pada pengembangan volume adonan roti. Roti merupakan hasil dari proses fermentasi. Namun penelitian tersebut masih perlu pengembangan lebih lanjut terkait kualitas roti yang dihasilkan oleh khamir endofit.

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang biasanya digunakan dalam pembuatan roti mampu menghasilkan kualitas roti yang baik dari segi tekstur dan warna. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat memberikan sifat struktural yang baik pada adonan roti seperti kekenyalan, elastisitas dan kelengketan. Selain itu juga dapat mempengaruhi karakteristik organoleptik roti seperti warna (Heitmann *et al*, 2015). Seperti halnya khamir *Saccharomyces cerevisiae*, khamir *Candida* sp. hasil isolasi dari Singkong (*Manihot esculenta*) menurut penelitian Boboye & Dayo (2009) memiliki kemampuan dalam meningkatkan volume pengembangan adonan roti dan mampu menghasilkan kualitas tekstur roti yang baik. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. yang merupakan isolat khamir endofit dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) yang berasal dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian terkait eksplorasi khamir endofit Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) yang sudah melalui tahap identifikasi molekuler, uji fermentasi karbohidrat, uji toleransi glukosa. uji

hidrogen sulfida, dan uji flokulasi. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. mampu memfermentasi 5 jenis karbohidrat seperti fruktosa, sukrosa, glukosa laktosa dan maltosa. Khamir yang mampu memfermentasi fruktosa, sukrosa, glukosa laktosa dan maltosa maka mampu juga mengubah gula-gula menjadi karbon dioksida dan etanol yang berperan dalam pengembangan adonan roti (Sturyf *et al*, 2017). Selain itu, kedua isolat khamir tersebut mampu toleransi terhadap 3 variasi konsentrasi gula seperti konsentrasi 20%, 30%, dan 50%. Khamir yang toleran terhadap konsentrasi glukosa tinggi (50%) dapat bertahan hidup pada saat proses pemanggangan adonan roti (Karki *et al*, 2017).

Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. tidak menghasilkan hidrogen sulfida dan dapat membentuk flok. Hal ini tentunya menguntungkan secara ekonomi bagi para pelaku industri roti karena dapat menghasilkan kualitas roti yang baik tanpa perlu biaya tambahan. Roti dari khamir yang tidak menghasilkan hidrogen sulfida memiliki kualitas yang baik yaitu warna coklat yang khas roti. Hal tersebut dikarenakan hidrogen sulfida bersifat toksin bagi tubuh sel khamir sehingga khamir yang tidak menghasilkan hidrogen sulfida dapat menghasilkan roti yang berkualitas (Astuti, 2015). Khamir yang dapat membentuk flok mampu memisahkan sendiri sel khamirnya sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan dalam proses pemisahan. Selain itu khamir yang dapat membentuk flok mampu bertahan pada kondisi yang tidak menguntungkan seperti tidak ada nutrisi pada media pertumbuhan (Stewart, 2018).

Pengujian lanjutan dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. meliputi uji toleransi suhu, uji toleransi etanol dan uji kualitas roti. Pada uji toleransi suhu penelitian ini menggunakan variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C. Variasi

tersebut bertujuan untuk mengetahui suhu yang dapat ditoleransi oleh kedua isolat khamir dalam proses fermentasi adonan roti. Suhu yang baik untuk pertumbuhan khamir dalam adonan roti berkisar antara 25°C–32°C (Yalcin & Ozbas, 2008) sedangkan batas suhu tertinggi pada khamir pengembang adonan roti berkisar antara 40°C–45°C (Kayisoglu & Erten, 2010). Variasi uji toleransi etanol penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi 10%, 13% dan 15%. Hal ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi etanol yang dapat ditoleransi oleh kedua isolat khamir dalam proses fermentasi adonan roti. Khamir tumbuh baik dalam adonan pada konsentrasi etanol antara 10%–13% dan batas toleransi etanol tertinggi pada khamir pengembang adonan roti yaitu 15% (Tsegaye *et al*, 2018). Khamir yang bersifat toleran mampu menghasilkan roti yang berkualitas.

Pengujian terakhir terkait potensi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. sebagai pengembang adonan roti pada penelitian ini adalah uji volume pengembangan adonan roti, uji tekstur roti dan uji warna roti. Uji volume pengembangan adonan roti memiliki tujuan untuk mengukur tingkat pengembangan adonan roti yang menggunakan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Volume pengembangan adonan roti ditentukan oleh kemampuan adonan roti dalam menahan gas karbon dioksida yang dihasilkan selama proses fermentasi. Volume adonan roti dapat mempengaruhi kelembutan dan kekenyalan (Zainab & Azizah, 2022).

Uji tekstur dan uji warna pada roti dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. dalam proses fermentasi adonan roti. Proses fermentasi yang baik dapat menghasilkan hasil fermentasi yang baik yaitu roti yang berkualitas. Ciri roti yang berkualitas yaitu memiliki tekstur lembut,

kenyal dan warna coklat yang khas roti (Zainab & Azizah, 2022). Khamir berperan dalam proses fermentasi yang menghasilkan gas karbon dioksida. Proses fermentasi tersebut menyebabkan adonan roti mengembang dan menghasilkan tekstur yang empuk pada roti. Selain itu khamir membantu proses konversi pati menjadi gula yang mana gula pereduksi bereaksi dengan gugus amin pada suhu yang tinggi dan menghasilkan warna coklat pada roti (Sitepu, 2019).

Hasil pengujian lanjutan pada penelitian ini berupa data kuantitatif. Data kuantitatif dianalisis secara statistik sehingga dapat diketahui potensi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp.* sebagai pengembang adonan roti. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung para pelaku industri roti dalam memenuhi kebutuhan ragi dan meminimalisir ketergantungan terhadap ragi komersial yang berasal dari luar negeri.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan toleransi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* terhadap variasi suhu dan konsentrasi etanol ?
2. Bagaimana tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan toleransi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* terhadap variasi suhu dan konsentrasi etanol.



2. Mengetahui tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp*

#### **1.4 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* mampu toleran terhadap suhu tinggi dan konsentrasi etanol tinggi.
2. Tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* menyerupai tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat ragi instan (*fermipan*).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi terkait potensi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp* sebagai agen pengembang adonan roti.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan ragi pada industri roti di Indonesia sehingga meminimalisir ketergantungan ragi *import*.
3. Penelitian ini dapat diterapkan pada bidang ilmu mikrobiologi pangan.
4. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk digunakan peneliti selanjutnya.

#### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat khamir endofit Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Candida sanyaensis* dan *Candida sp*.
2. Pengujian pada penelitian ini meliputi uji toleransi suhu, uji toleransi etanol, uji tekstur dan uji warna roti.

3. Uji toleransi suhu pada penelitian ini menggunakan variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C.
4. Uji toleransi etanol pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi 10%, 13% dan 15%.
5. Parameter uji tekstur roti pada penelitian ini yaitu *hardness* (kekerasan), *cohesiveness* (kekompakan), *adhesiveness* (kelengketan), dan *gumminess* (kekenyalan).
6. Parameter uji warna roti pada penelitian ini yaitu nilai  $L^*$  (*lightness*/kecerahan), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan).

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Khamir Endofit Dari Buah Sebagai Pengembang Adonan Roti

Khamir berukuran sangat kecil dan bervariasi. Panjang khamir berkisar antara 5-30  $\mu\text{m}$  dan lebar khamir berkisar antara 1-5  $\mu\text{m}$  (Hadi & Alamudi, 2019). Khamir memiliki bentuk bermacam-macam seperti bulat, oval, silinder atau batang, segitiga melengkung, botol, apikulat atau lemon, dan pseudomiselium (Periadnadi *et al.*, 2018). Penjelasan mengenai bentuk khamir yang kecil terdapat dalam QS: Al-Baqarah [2] : 26 yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴿٢٦﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor Nyamuk atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka tahu bahwa itu kebenaran dari Tuhan. Tetapi mereka yang kafir berkata, “Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?” Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang dibiarkan-Nya sesat, dan dengan itu banyak (pula) orang yang diberi-Nya petunjuk. Tetapi tidak ada yang Dia sesatkan dengan (perumpamaan) itu selain orang-orang fasik,*” (QS: Al-Baqarah [2] : 26)

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir, kata “فَمَا فَوْقَهَا” pada ayat diatas merupakan perumpamaan terhadap apa saja yang kecil. Pernyataan tafsir tersebut digunakan untuk menyebutkan mikroorganisme yang memiliki ukuran mikroskopis (ukuran kecil yang tidak bisa dilihat langsung oleh mata manusia). Khamir termasuk salah satu kelompok mikroorganisme yang memiliki ukuran kecil. Khamir dapat hidup di berbagai tempat yang ada di bumi (Abdullah, 2007).

Habitat makro penting bagi berbagai spesies khamir yaitu sayur-sayuran, buah-buahan, dan hasil pertanian lainnya. Salah satu spesies tersebut yaitu *Candida* sp. yang merupakan salah satu jenis khamir yang dapat hidup di berbagai tempat (kosmopolit). Beberapa spesies *Candida* sp. dapat ditemukan pada buah-buahan. Khamir yang ditemukan secara alami pada buah-buahan atau lingkungan tertentu disebut sebagai khamir endofit (Suryaningsih dkk, 2018). Penelitian terkait eksplorasi spesies khamir endofit dan pengaplikasiannya dalam kehidupan masih perlu dilakukan. Salah satu pengembangan dari penelitian eksplorasi spesies khamir endofit yaitu menjadikan khamir endofit sebagai pengembang adonan roti.

Potensi isolat khamir endofit sebagai pengembang adonan roti ditunjukkan pada beberapa hasil penelitian yang mengatakan bahwa isolat khamir endofit memiliki kemampuan uji-uji yang baik seperti uji fermentasi karbohidrat, uji toleransi glukosa, uji hidrogen sulfida, uji flokulasi, uji toleransi etanol, uji toleransi suhu, dan uji volume pengembangan adonan roti. Khamir endofit memiliki kemampuan fermentasi karbohidrat seperti fruktosa, sukrosa, glukosa laktosa dan maltosa sehingga mampu juga dalam mengubah gula-gula menjadi karbon dioksida dan etanol yang berperan dalam pengembangan adonan roti (Sturyf *et al*, 2017). Khamir endofit memiliki kemampuan toleran terhadap konsentrasi glukosa yang tinggi (50%) sehingga dapat bertahan hidup pada saat proses pemanggangan adonan roti (Karki *et al*, 2017). Khamir endofit tidak menghasilkan hidrogen sulfida sehingga bersifat tidak toksin bagi tubuh sel khamir dan dapat menghasilkan roti yang berkualitas (Astuti, 2015).

Khamir endofit memiliki kemampuan membentuk flok sehingga mampu memisahkan sel khamirnya sendiri dan tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan

dalam proses pemisahannya. Selain dapat membentuk flok, khamir endofit memiliki kemampuan bertahan pada kondisi yang tidak menguntungkan seperti tidak ada nutrisi pada media pertumbuhan (Stewart, 2018). Khamir endofit memiliki kemampuan toleransi terhadap suhu tinggi (40°C - 45°C) sehingga khamir endofit dapat tumbuh dengan baik dalam adonan roti (Kayisoglu & Erten, 2010). Khamir endofit memiliki kemampuan toleransi terhadap konsentrasi etanol tinggi (15%) sehingga khamir endofit dapat tumbuh dengan baik dalam adonan roti (Tsegaye *et al*, 2018).

Penelitian terkait potensi khamir endofit sebagai agen pengembang adonan roti sudah dilakukan di beberapa negara seperti Ethiopia, Nepal, Nigeria, dan Malaysia. Penelitian Lakew (2022) yang menemukan 3 jenis isolat khamir endofit yang memiliki kemampuan uji yang baik pada uji toleransi etanol (10%, 13% dan 15%) dan uji toleransi suhu (25°C, 30°C, 35°C dan 42°C) sehingga adonan roti dapat mengembang dengan baik. Hasil penelitian Karki *et al* (2017) yang menemukan 3 jenis isolat khamir endofit yang memiliki kemampuan uji-uji yang baik pada uji fermentasi karbohidrat (glukosa, fruktosa, laktosa, galaktosa, maltosa dan sukrosa), uji flokulasi (membentuk flok), uji hidrogen sulfida (tidak menghasilkan hidrogen sulfida), uji toleransi etanol (10%, 13% dan 15%) dan uji toleransi suhu (25°C, 30°C, 37°C dan 45°C) sehingga adonan roti dapat mengembang dengan baik.

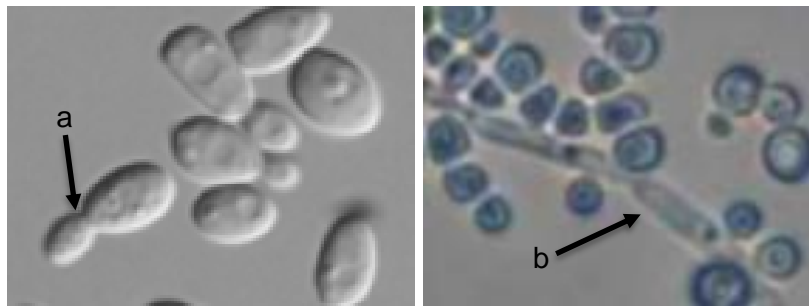
Penelitian Maryam *et al* (2017) yang menemukan 4 jenis isolat khamir endofit yang memiliki kemampuan uji-uji yang baik pada uji flokulasi (membentuk flok), uji hidrogen sulfida (tidak menghasilkan hidrogen sulfida), uji toleransi etanol (10%, 13% dan 15%) dan uji toleransi suhu (25°C, 30°C, 35°C, 45°C dan 50°C)

sehingga adonan roti dapat mengembang dengan baik. Penelitian Ma'aruf *et al* (2011) yang menemukan 4 jenis isolat khamir endofit yang memiliki kemampuan uji-uji yang baik pada uji fermentasi karbohidrat (glukosa, fruktosa, maltosa dan sukrosa), uji toleransi etanol (10%, 13% dan 15%) dan uji toleransi suhu (25°C, 30°C, 37°C dan 45°C) sehingga adonan roti dapat mengembang dengan baik. Penelitian Tsegaye *et al* (2018) yang menemukan 8 jenis isolat khamir endofit yang memiliki kemampuan uji-uji yang baik pada uji fermentasi karbohidrat (glukosa, fruktosa, laktosa, maltosa dan sukrosa), uji hidrogen sulfida (tidak menghasilkan hidrogen sulfida), uji toleransi etanol (2%, 6%, 10%, 14% dan 16%) dan uji toleransi suhu (25°C, 30°C, 37°C dan 45°C) sehingga adonan roti dapat mengembang dengan baik.

Penelitian terkait spesies *Candida* sp. telah diaplikasikan sebagai pengembang adonan roti sebelumnya oleh Boboye & Dayo (2009). Menurut Boboye & Dayo (2009), roti yang dibuat menggunakan isolat *Candida* sp. sebagai pengembang adonan roti memiliki peningkatan volume pengembangan dan tekstur yang baik. Penelitian isolat khamir *Candida* sp. sebagai pengembang adonan roti telah dilakukan oleh Fauziah (2021) yaitu isolat khamir *Candida tropicalis* sebagai pengembang adonan roti yang mampu toleran terhadap suhu tinggi 45°C dan konsentrasi etanol tinggi 15% serta dapat mengembangkan volume adonan roti dengan baik. Selain itu pada penelitian Indriani (2021) yaitu isolat khamir *Candida akabanensis* sebagai pengembang adonan roti. yang mampu toleran terhadap suhu tinggi 45°C dan konsentrasi etanol tinggi 15% serta dapat mengembangkan volume adonan roti dengan baik.

## 2.2 *Candida sanyaensis*

Khamir anggota *Candida* termasuk jenis khamir oportunistis yang dilaporkan mendominasi hingga 60% jenis khamir. Khamir *Candida sanyaensis* merupakan isolat khamir yang diisolasi dari tanah di Taiwan. Morfologi khamir *Candida sanyaensis* memiliki bentuk bulat telur hingga bulat panjang, tunggal atau berpasangan, berwarna krem hingga kecoklatan, cembung, permukaan halus dan mengkilap (Liu *et al.*, 2008). Khamir *Candida sanyaensis* memiliki reproduksi secara vegetatif berupa tunas multilateral dan termasuk golongan khamir *Ascomycetes*. Pertumbuhan khamir *Candida sanyaensis* terjadi pada suhu 25°C, 30°C, 35°C, dan 37°C. Tunas dan pseudohifa dari khamir *Candida sanyaensis* tumbuh pada suhu 25°C (Hui *et al.*, 2013) seperti terlihat pada gambar 2.1



**Gambar 2.1.** Khamir *Candida sanyaensis* (a) pada saat tumbuh sel tunas (b) pada saat pseudohifa terbentuk (Hui *et al.*, 2013)

Khamir anggota *Candida* memiliki dinding sel yang berfungsi untuk memberikan dukungan struktural dan perlindungan terhadap tekanan lingkungan. Dinding sel dari khamir anggota *Candida* memiliki struktur yang kompleks yang terdiri dari berbagai komponen seperti polisakarida dan glikoprotein. Dinding sel mengandung polisakarida seperti mannan, glukukan, dan kitin. Mannan dan glukukan memberikan kekakuan struktural sedangkan kitin memberikan kekuatan dan

integritas dinding sel. Glikoprotein berperan dalam adhesi sel dan pembentukan biofilm (Suryaningsih dkk, 2018). *Candida* memiliki kemampuan hidup di berbagai substrat. *Candida* adalah salah satu khamir amilolitik yang ditemukan pada berbagai jenis produk fermentasi. Pemanfaatan jamur berfilamen seperti khamir toleransi alkohol spesies *Candida* telah diteliti dalam industri bioenergi dan bioproduk (Guneser *et al*, 2017).

### **2.3 Syarat Khamir Sebagai Pengembang Adonan Roti**

Khamir memiliki peran penting dalam berbagai proses fermentasi salah satunya dalam mengembangkan adonan roti. Khamir sering digunakan dalam mengembangkan adonan roti karena khamir memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Khamir yang layak dijadikan sebagai pengembang adonan roti adalah khamir yang mampu toleran terhadap suhu yang tinggi dan konsentrasi etanol yang tinggi. Secara umum khamir mampu tumbuh pada suhu ruang yaitu 25°C–37°C. Suhu pertumbuhan khamir yang baik yaitu 30°C (Nasir *et al.*, 2017). Suhu maksimum pertumbuhan khamir yaitu 40°C (Suryani dkk., 2020).

Khamir yang memiliki sifat mesofilik mampu tumbuh pada suhu 28°C–38°C. Khamir yang memiliki sifat termotoleran mampu tumbuh pada suhu di atas 40°C (Nurcholis dkk., 2020). Khamir dari genus *Saccharomyces* mampu tumbuh optimum pada suhu 25°C–30°C dan maksimum pada suhu 35°C–47°C (Anggorowati & Purwati, 2015). Khamir komersial yang dimanfaatkan sebagai pengembang adonan roti mampu tumbuh pada suhu 37°C dan tidak tumbuh pada suhu 45°C (Ma'aruf *et al.*, 2011). Suhu optimal untuk fermentasi adonan roti berkisar antara 24°C–27°C (Nimpuno, 2019).



Suhu berpengaruh pada proses pengembangan adonan roti terutama pada proses fermentasi dan metabolisme khamir. Khamir yang mampu bertahan hidup pada suhu tinggi dapat digunakan dalam pembuatan adonan roti (Tsegaye *et.al.*, 2018). Khamir yang mampu tumbuh pada kondisi suhu tinggi menunjukkan bahwa khamir tersebut mampu menahan panas yang berlebih terkait dengan proses fermentasi. Kemampuan khamir dalam mentoleransi suhu yang tinggi dapat mempercepat proses fermentasi, proses *proofing* (inkubasi) dan meningkatkan produksi karbon dioksida (Maryam *et al.*, 2017). Namun suhu yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan atau menyebabkan kematian pada sel khamir. Khamir yang memiliki toleransi rendah juga akan menghambat proses fermentasi (Nurcholis dkk., 2020).

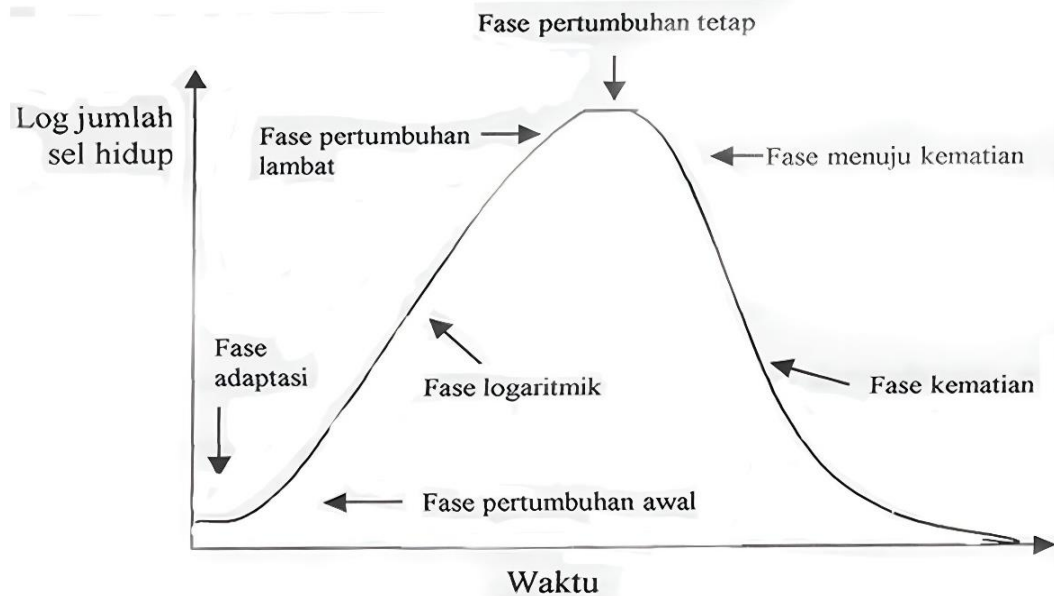
Sebagian besar khamir mampu hidup pada konsentrasi etanol 10% dan 13% serta hanya sedikit khamir yang mampu hidup pada konsentrasi etanol 15% (Tsegaye *et.al.* 2018). Khamir endofit hasil isolasi dari berbagai macam buah dapat tumbuh dengan baik pada media yang mengandung 8% - 15% etanol (Dalawai *et al.*, 2017). Khamir komersial yang biasanya digunakan untuk pengembang adonan roti mampu hidup pada konsentrasi etanol 13%. Khamir yang berpotensi sebagai pengembang adonan roti yaitu khamir yang dapat mentoleransi etanol pada konsentrasi yang tinggi (sampai dengan 14–15%). Hal ini dikarenakan khamir yang dapat hidup dalam konsentrasi etanol tinggi tetap mampu melakukan proses fermentasi dengan baik sekalipun dalam kondisi yang stres (Asyikeen *et.al.* 2013).

Etanol memiliki keterkaitan dengan fermentasi yang terjadi dalam adonan roti. Keberadaan etanol terbentuk akibat adanya proses fermentasi dari khamir itu sendiri. Jumlah etanol yang dikeluarkan bergantung pada proses fermentasi yang

terjadi. Semakin besar kemampuan khamir bertahan hidup dalam kondisi etanol yang tinggi menunjukkan bahwa semakin besar (toleran) kemampuan khamir untuk hidup pada kondisi stres termasuk kondisi kadar etanol yang tinggi (Karki *et.al.* 2017). Namun konsentrasi etanol yang terlalu tinggi juga tidak baik untuk khamir karena bersifat racun dan dapat merusak membran sel khamir sehingga akan mengganggu pertumbuhan serta perkembangan sel khamir (Maryam *et al.* 2017). Khamir yang memiliki toleransi etanol rendah juga akan memperlambat proses fermentasi bahkan dapat juga menyebabkan kerusakan sel khamir (Asyikeen *et al.*, 2013).

#### **2.4 Pertumbuhan Sel Khamir**

Pertumbuhan mikroorganisme dibagi menjadi empat fase yaitu fase lag (adaptasi), fase log (logaritmik/eksponensial), fase stasioner (pertumbuhan tetap) dan fase kematian seperti terlihat pada gambar 2.2. Fase lag merupakan waktu yang diperlukan mikroorganisme untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Fase logaritmik atau fase eksponensial merupakan fase mikroorganisme dapat bertambah banyak jumlahnya selama waktu tertentu. Pada fase ini, penambahan mikroorganisme berjalan lambat di awal fase, namun akan bertambah cepat dengan bertambahnya waktu. Pertumbuhan mikroorganisme terjadi secara konstan dalam selang waktu tertentu (Rahayu & Nurwitri, 2012).



**Gambar 2.2. Fase pertumbuhan mikroba** (Wuryanti, 2008)

Pertumbuhan sel khamir menjadi tanda bahwa sel khamir itu aktif. Pertumbuhan sel khamir terjadi selama fase eksponensial. Selama fase eksponensial, jumlah sel hidup akan meningkat secara signifikan karena sel-sel baru terus diproduksi. Fase eksponensial ini ditandai dengan pertumbuhan yang cepat dan peningkatan jumlah sel secara signifikan dalam adonan roti. Sel khamir berada pada fase eksponensial pada rentang waktu 24 jam sampai 72 jam. Sel khamir mengalami peningkatan jumlah sel dan mulai terbentuk alkohol dan senyawa lain sebagai hasil metabolitnya (Kurniawan, dkk 2014). Selama fase eksponensial pertumbuhan khamir, produksi gas karbondioksida yang dihasilkan oleh khamir akan menyebabkan adonan roti mengembang. Pertumbuhan sel khamir yang optimal dapat menghasilkan roti yang mengembang dengan baik, tekstur yang lembut, dan rasa yang enak (Sitepu, 2019).

Pada fase stasioner dan fase kematian, jumlah sel hidup akan menurun karena terjadi keseimbangan antara jumlah sel hidup dan jumlah sel mati. Fase stasioner

merupakan fase di mana kondisi laju pertumbuhan seimbang dengan laju kematian sel khamir (Kurniawan, dkk, 2014). Kadar gula semakin rendah dan mulai terbentuk produk sampingan fermentasi yang berupa asam-asam organik yang menurunkan pH lingkungan. Fase stasioner terjadi pada rentang 72 jam sampai 96 jam yang menyebabkan sel khamir sudah tidak bekerja secara optimal (Gozan *et al*, 2007). Penurunan jumlah sel khamir terjadi pada rentang waktu 120 jam sampai 168 jam. Sel khamir mengalami fase kematian karena substrat yang ada telah habis diubah menjadi alkohol dan asam-asam organik sebagai metabolit sekunder (Gozan *et al*, 2007). Fase kematian merupakan fase mikroorganisme mengalami penurunan jumlah populasi. Sel mikroorganisme akan mengalami lisis sehingga tidak dapat terdeteksi jumlahnya (Rahayu & Nurwitri, 2012).

Pertumbuhan kelompok mikroorganisme dinyatakan sebagai penambahan jumlah sel atau massa menjadi lebih besar dari yang terkandung dalam inokulum awal (Mahreni & Sri, 2011). Pertumbuhan mikroorganisme adalah penambahan secara konstan semua bagian sel hidup (Ngatirah, 2019). Pertumbuhan menyebabkan peningkatan jumlah sel. Untuk mengukur pertumbuhan sel maka dilakukan perhitungan secara kuantitatif dengan cara menghitung jumlah atau berat sel selama pertumbuhan berlangsung (Pelczar & Chan, 2005). Menghitung jumlah sel sangat penting untuk memantau kelangsungan hidup sel, tingkat proliferasi, transformasi atau persiapan sel untuk eksperimen (Thunyaporn *et al.*, 2021).

Perhitungan pertumbuhan mikroorganisme secara tidak langsung dapat dilakukan menggunakan alat spektrofotometri dengan metode *turbidity*. Metode *turbidity* merupakan cara cepat untuk menghitung jumlah mikroorganisme dalam suatu larutan menggunakan alat spektrofotometri (Yanti dan Rosmania, 2020).

Metode *turbidity* merupakan metode untuk mengukur jumlah sel berdasarkan kekeruhan. Metode tersebut mengukur pengurangan intensitas cahaya pada spektrofotometer akibat adanya penghamburan cahaya oleh sel-sel mikroorganisme yang ada pada kuvet. Adanya penghamburan cahaya tersebut mengakibatkan turunnya intensitas cahaya yang akan dinotasikan sebagai suatu nilai. Semakin besar nilai tersebut menunjukkan semakin banyak jumlah sel mikroorganisme yang ada didalam kuvet (Widdel, 2010).

Spektrofotometer *Uv-Vis* adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mendeteksi senyawa (padat atau cair) berdasarkan absorbansi foton. Panjang gelombang foton pada spektrofotometer *Uv-Vis* berkisar antara 200 nm – 700 nm (Irawan, 2019). Spektrofotometer merupakan alat yang mengukur jumlah foton (intensitas cahaya) yang terabsorpsi setelah melewati sampel cairan di dalam kuvet. Alat tersebut terlihat pada gambar 2.3. Prinsip kerja dari spektrofotometer yaitu setiap komponen kimia bersifat mengabsorpsi cahaya atau memantulkan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Nilai absorbansi dari cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi larutan didalam kuvet. Jadi larutan dimasukkan ke dalam kuvet, kemudian cahaya dilewatkan ke dalam kuvet (Mubarok, 2021). Data pengujian toleransi suhu dan etanol pada penelitian ini berupa nilai kerapatan optik yang dihitung menggunakan spektrofotometer. Spektrofotometer lebih akurat dalam menentukan kekeruhan dan mengukur nilai absorbansi. Perhitungan menggunakan spektrofotometer menggunakan metode *turbidity* pada *optical density* OD600 (Pajan dkk, 2016).



**Gambar 2. 3. Spektrofometer *Uv-Vis*** (Mubarok, 2021)

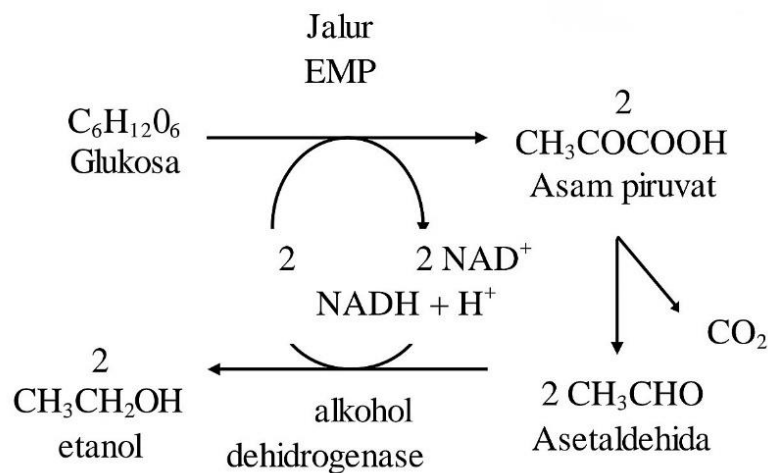
Biomassa merupakan seluruh bagian dari sel khamir yang termasuk didalamnya organel-organel dari sel khamir. Biomassa khamir dapat diketahui dari berat sel. Berat sel tidak selalu disamakan dengan jumlah sel. Hal tersebut dikarenakan berat sel bertambah dengan memperbesar kantung penampung hasil metabolismenya seperti *glycogen* dan *poly-beta-hydroxybutirate* (Mahreni & Sri, 2011). Besarnya biomassa tidak selalu sama dengan jumlah sel khamir. Biomassa mikroba dapat terdiri dari sel-sel hidup, kantong hasil metabolisme, serta produk fermentasi dan senyawa lain yang dihasilkan selama fermentasi. Jumlah sel khamir terdiri dari sel hidup dan sel mati (Purwoko, 2007).

Kualitas roti yang dihasilkan oleh fermentasi khamir dipengaruhi oleh aktivitas pertumbuhan sel khamir. Khamir yang digunakan dalam pembuatan roti sebaiknya memiliki jumlah sel hidup yang tinggi jumlahnya sesuai dengan jumlah tepung yang digunakan. Jika terlalu banyak khamir yang digunakan, maka dapat menyebabkan adonan roti menjadi terlalu lembek dan tidak mengembang dengan baik. Jika terlalu sedikit khamir yang digunakan, maka dapat menyebabkan adonan roti tidak mengembang dengan baik dan teksturnya menjadi keras. Jumlah khamir yang ditambahkan pada adonan akan mempengaruhi mutu organoleptik roti yang dihasilkan dari segi warna, rasa, tekstur dan aroma (Sitepu, 2019).

## 2.5 Fermentasi dan Mekanisme Pengembangan Adonan Roti

Peran penting khamir dalam fermentasi pembuatan roti yaitu menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah yang cukup sehingga adonan roti dapat mengembang dan menghasilkan tekstur roti yang kenyal dan empuk setelah dipanggang. Selain itu khamir membantu proses konversi pati menjadi gula yang mana gula pereduksi bereaksi dengan gugus amin pada suhu yang tinggi dan menghasilkan warna coklat (Sitepu, 2019). Jenis fermentasi yang dilakukan oleh khamir merupakan fermentasi alkoholik dengan karbon dioksida dan alkohol sebagai hasil akhirnya (Sturyf *et al.*, 2017). Khamir yang dibutuhkan merupakan khamir yang dapat memfermentasikan kandungan gula pada adonan roti dengan baik guna melakukan fermentasi alkoholik dengan hasil karbon dioksida yang dapat mengembangkan adonan roti secara maksimal (Munteanu *et al.*, 2019). Selama proses fermentasi adonan roti, khamir menghasilkan beberapa enzim yang mampu mengkatalisis proses fermentasi. Enzim-enzim tersebut diantaranya yaitu invertase, maltase, zimase, dan amilase.

Enzim invertase berperan dalam mengubah sukrosa menjadi gula sederhana (glukosa dan fruktosa). Enzim maltase berperan dalam mengubah maltosa menjadi glukosa. Enzim zimase berperan dalam mengubah glukosa dan fruktosa menjadi karbon dioksida dan alkohol (Shabrina, 2017). Enzim amilase berperan dalam mengubah polisakarida menjadi monosakarida pada molekul karbohidrat sehingga terbentuk molekul-molekul karbohidrat yang lebih sederhana (Ibrahim dkk., 2020). Jalur fermentasi alkohol oleh khamir dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2. 4. Jalur fermentasi alkohol oleh khamir** (Hasanah dkk, 2012)

Fermentasi alkohol terjadi melalui dua tahapan. Tahap pertama merupakan hidrolisis karbohidrat atau pati menjadi molekul yang lebih sederhana seperti glukosa. Proses fermentasi pada tahap pertama terjadi melalui jalur EMP (*Embden Meyerhof Parnas*) atau glikolisis dengan melibatkan beberapa enzim spesifik sehingga terbentuk beberapa produk, salah satunya asam piruvat. Selanjutnya proses fermentasi pada tahap kedua, asam piruvat yang terbentuk sebelumnya diubah menjadi produk berupa alkohol. Perubahan asam piruvat menjadi alkohol juga melalui dua proses. Proses pertama yaitu pemecahan asam piruvat oleh piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid yang melibatkan tiamin pirofosfat dan proses kedua terjadi reduksi asetaldehid menjadi etanol oleh alkohol dehidrogenase dengan melibatkan  $\text{NADH}_2$ . Adapun  $\text{NAD}^+$  yang telah teroksidasi digunakan pada tahap glikolisis selanjutnya untuk menangkap hidrogen (Ashshoffa & Yuliani, 2019).

Khamir dalam adonan roti membutuhkan karbohidrat sebagai sumber energi untuk melakukan proses fermentasi. Karbohidrat dalam bentuk gula merupakan

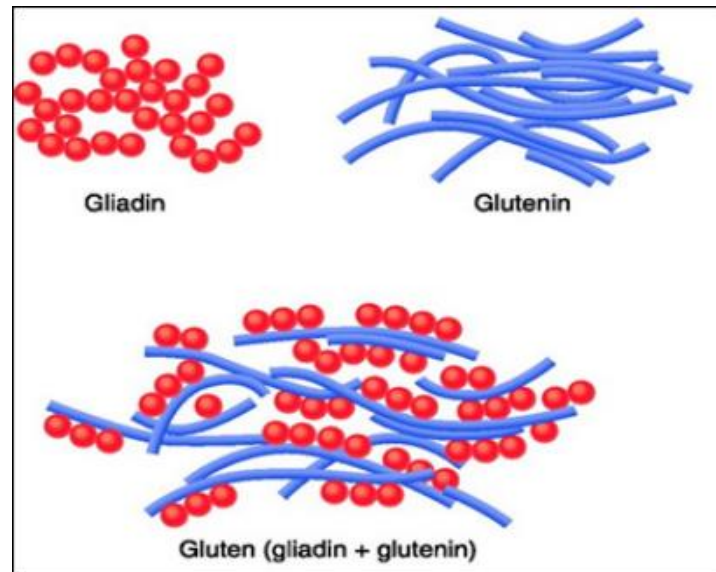


sumber energi utama bagi khamir dalam adonan roti. Selama proses fermentasi, khamir mengkonsumsi gula dan menghasilkan karbon dioksida serta alkohol sebagai produk sampingan. Gula dalam adonan roti berperan sebagai sumber energi untuk khamir. Khamir akan mengkonsumsi gula dalam adonan dan menghasilkan karbon dioksida. Gas karbon dioksida yang terbentuk akan menyebabkan adonan roti menjadi mengembang sehingga adonan menjadi lebih ringan dan lebih besar serta menghasilkan tekstur yang empuk pada roti (Andragogi dkk,2018).

Suhu dalam fermentasi adonan roti berkisar antara 25°C–30°C. Selain itu juga adonan harus diuleni secara menyeluruh untuk mendistribusikan gelembung karbon dioksida. Hal tersebut bertujuan agar adonan mampu mengembang dengan sempurna (Munteanu *et al.*, 2019). Gas karbon dioksida yang dihasilkan dari fermentasi pada adonan roti ditahan oleh gluten sehingga membentuk adonan yang mengembang (Shabrina, 2017). Gluten berperan dalam mempertahankan gas karbon dioksida guna mendapatkan volume dan tekstur adonan yang diinginkan (Arif, 2019). Gluten memiliki kemampuan untuk membentuk suatu jaringan yang saling berikatan sehingga menjadi kompak dan elastis (Muthoharoh & Sutrisno, 2017).

Perubahan protein gluten secara langsung mempengaruhi kualitas adonan. Protein gluten dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu glutenin dan gliadin. Kedua jenis protein ini sangat bervariasi baik dalam struktur maupun fungsi. Glutenin merupakan polimer makromolekul yang dibentuk oleh beberapa rantai peptida melalui ikatan antar molekul disulfida (SS). Glutenin memberikan elastisitas dari adonan sehingga gas karbon dioksida akan tertahan oleh lapisan gluten yang menyebabkan volume adonan mengembang (Arif, 2019). Gliadin merupakan protein monomer rantai peptida tunggal yang larut dalam etanol 70%.

Gliadin memberikan viskositas dan ekstensibilitas gluten (Feng *et al.*, 2020). Adapun struktur protein gluten dapat dilihat pada gambar 2.5.

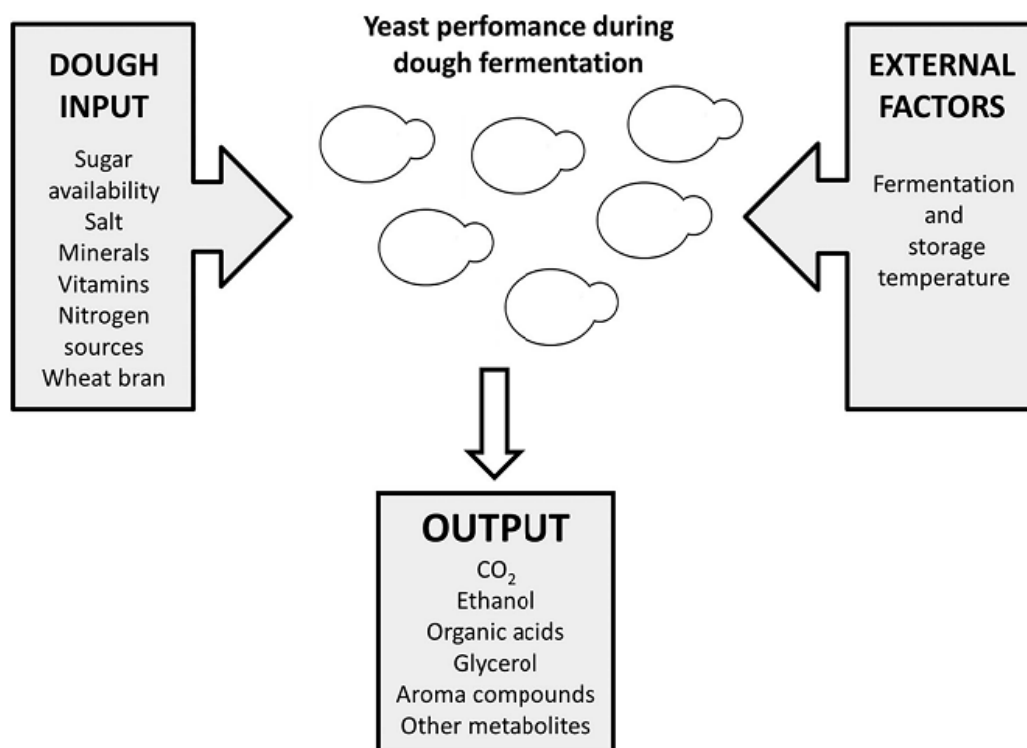


**Gambar 2. 5. Struktur protein gluten** (Bathula *et.al.*, 2018)

Fermentasi adonan roti dengan bantuan khamir merupakan fase paling penting dalam pembuatan roti (Madigan *et al*, 2002). Karbon dioksida yang dihasilkan tidak hanya bertanggung jawab untuk meningkatkan volume adonan melalui penggabungan gas tetapi juga untuk tekstur dan warna pada roti (Karki *et al* (2017). Tekstur dan warna roti setelah proses pemanggangan roti dipengaruhi aktivitas enzimatik seperti protease, lesitinase, lipase,  $\alpha$ -glukosidase,  $\beta$ -fruktosidase dan invertase yang dihasilkan oleh isolat khamir (Birch *et al*, 2013).

Terdapat beberapa faktor penting yang harus terpenuhi selama proses pengembangan adonan roti oleh khamir. Faktor penting tersebut meliputi faktor dalam, faktor luar dan faktor eksternal. Faktor dalam merupakan faktor terpenting dalam mengembangkan adonan karena akan digunakan oleh khamir sebagai substrat. Faktor luar merupakan komponen yang dihasilkan oleh khamir selama proses

fermentasi. Faktor eksternal merupakan kondisi yang diperlukan khamir selama proses fermentasi (Struyf *et al.*, 2017). Ketiga faktor tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2. 6. Faktor pada pengembang adonan roti (Struyf *et al.*, 2017).**

## 2.6 Tekstur Roti

Karakteristik adonan yang baik untuk pembuatan roti dapat dilihat dari kekuatan gluten (*gluten strength*). Gluten dengan kekuatan yang tinggi (dihasilkan dari tepung terigu dengan kandungan protein yang tinggi) memiliki kemampuan penyerapan air yang besar, menghasilkan adonan yang elastisitas, dan volume roti yang besar. Gluten dengan kekuatan yang rendah tidak mampu menghasilkan sifat adonan dan mutu roti yang dihasilkan tersebut (Sutriyono dkk, 2016). Kualitas roti dilihat dari volume pengembangan adonan. Semakin besar volume pengembangan

adonan roti, maka semakin baik kualitas roti tersebut. Penurunan volume pengembangan adonan roti dapat mengindikasikan penurunan kualitas roti (Putri dkk, 2022).

Tekstur roti dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kandungan protein, kadar air dan lemak pada bahan dasar yang digunakan. Protein tepung terigu yang terdiri dari gliadin dan glutenin yang akan menghasilkan gluten jika dicampur dengan air menggunakan perbandingan tertentu sehingga protein tersebut akan membentuk adonan plastis yang mampu menahan gas karbon dioksida yang terbentuk saat proses fermentasi sehingga roti mampu mengembang dengan struktur berongga-rongga yang halus dan seragam serta memiliki tekstur yang lembut dan elastis (Pusuma dkk, 2018). Kriteria roti yang baik yaitu roti yang memiliki tekstur roti lunak dan elastis (Mudjajanto, 2004). Roti yang memiliki tekstur yang kenyal dan lembut dianggap memiliki kualitas yang baik. Tekstur roti yang keras atau terlalu padat dapat mengindikasikan penurunan kualitas roti (Zainab & Azizah, 2022).

Tekstur roti dapat diukur menggunakan alat *texture analyzer*. *Texture analyzer* adalah alat yang terkait dengan penilaian dari karakteristik mekanis suatu materi. Prinsip kerja dari alat *texture analyzer* yaitu menentukan sifat fisik bahan yang berhubungan dengan daya tahan atau kekuatan suatu bahan terhadap tekanan. Cara kerja dari *texture analyzer* yaitu dengan cara menekan atau menarik sampel melalui sebuah probe sesuai dengan aplikasi yang dikehendaki (Raharjo, 2009). *Texture Profile Analysis* (TPA) merupakan bentuk penilaian obyektif penilaian obyektif dari analisis analisis tekstur tekstur secara sensori. Metode *Texture Profile Analyzer* (TPA) berbasis kompresi atau tekanan pada sampel beserta alat *texture*

*analyzer* digunakan untuk menilai tekstur secara objektif dengan probe berbentuk silindris dengan diameter sekitar 35 mm (Kim, 2014). Prinsip dari metode TPA adalah pengukuran suatu profil tekstur dengan cara merekam gaya regangan dari gerakan bolak-balik suatu benda yang mendeformasi sampel (Enquiry, 2014).



**Gambar 2.7. Texture analyzer** (Enquiry, 2014)

Alat *texture analyzer* memiliki parameter seperti *hardness* (kekerasan), *cohesiveness* (kekompakan), *adhesiveness* (kelengketan), dan *gumminess* (kekenyalan). Parameter *hardness* (kekerasan) didefinisikan sebagai nilai maksimum dari gigitan pertama atau gaya tekan pertama. Nilai *hardness* yang semakin tinggi menunjukkan bahwa roti yang dihasilkan memiliki tekstur yang semakin keras. Parameter *cohesiveness* (kekompakan) didefinisikan sebagai sifat reologi yang mengukur seberapa kuat partikel-partikel roti menempel satu sama lain. Semakin tinggi nilai *cohesiveness*, semakin kuat partikel-partikel roti menempel satu sama lain. Parameter *adhesiveness* (kelengketan) didefinisikan sebagai sifat reologi yang mengukur seberapa kuat roti menempel pada permukaan gigi atau lidah saat dikunyah. Semakin tinggi nilai *adhesiveness*, semakin kuat roti menempel pada permukaan gigi atau lidah. Parameter *gumminess* (kekenyalan)

didefinisikan sebagai ukuran seberapa sulit roti dihancurkan atau dikunyah. Semakin tinggi nilai *gumminess*, semakin sulit roti dihancurkan atau dikunyah (Enquiry, 2014).

## 2.7 Warna Roti

Roti yang memiliki warna yang cerah dan merata dianggap memiliki kualitas yang baik. Warna roti yang terlalu gelap atau terlalu pucat dapat mengindikasikan penurunan kualitas roti (Liviawaty & Herman, 2012). Kecerahan roti disebabkan terjadinya reaksi *maillard* (reaksi antar gugus amina primer protein dan gugus karbonil gula reduksi). Semakin tinggi kandungan protein maka reaksi *maillard* semakin intensif dan warna roti semakin gelap (nilai kecerahan rendah). Selain reaksi *maillard*, warna roti juga dipengaruhi oleh proses karamelisasi yang akan membentuk berbagai komponen (Justicia & Hamdani, 2012). Reaksi *maillard* yaitu reaksi yang terjadi antara gugus amin pada asam amino dengan gula pereduksi pada suhu yang tinggi sehingga menimbulkan warna coklat. Karamelisasi gula yaitu degradasi gula akibat pemanasan di atas titik leburnya sehingga berubah warna menjadi coklat. Hal ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi kadar gula sederhana yang terkandung pada roti maka pencoklatan yang terjadi saat pemanggangan semakin tinggi (Sitepu, 2019).

Warna roti dapat diukur menggunakan alat *colour reader*. *Color reader* adalah alat pengukur warna yang didesain dengan tiga reseptor sehingga mampu membedakan warna akurat antara terang dan gelap. Instrumen ini terdiri atas ujung reseptor, sebuah layar dan 4 buah tombol. Tiga tombol adalah target, lab, Lch yang terletak dibawah layar pada sisi samping alat dan satu tombol terletak pada sisi atas alat yang berfungsi sebagai tombol *start* saat penembakan sampel. Prinsip kerja dari

alat *colour reader* yaitu sistem pemaparan warna dengan menggunakan sistem CIE (*Commision International de l'eclairage*). Prinsip pengukuran warna sistem CIE didasarkan pada penginderaan warna oleh mata manusia. Sistem CIE merupakan sistem trikromati, yaitu berdasarkan pada kenyataan bahwa warna apapun dapat dicocokkan dengan campuran yang sesuai dari 3 warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru. Dalam sistem CIE warna hijau, merah dan biru diindikasikan dengan X, Y dan Z (Weaver & Daniel, 2003). Reseptor warna yang digunakan dalam *colour reader* yaitu  $L^*$  (cerah atau gelap),  $a^*$  (kemerahan atau kehijauan), dan  $b^*$  (kekuningan atau kebiruan). Cara kerja alat ini yaitu dengan cara menempelkan alat pada sampel yang akan diuji intensitas warnanya. Kemudian menekan tombol pengujian sampai berbunyi atau lampu menyala. Alat tersebut akan memunculkan hasilnya dalam bentuk angka (Rosmisari, 2006).



**Gambar 2.8.** *Colour reader* (Konica Minolta, 2007)

Alat *colour reader* memiliki parameter seperti  $L^*$  (*lightness*/kecerahan),  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan). Parameter  $L^*$  (*lightness*/kecerahan) menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Semakin cerah sampel yang diukur maka nilai  $L^*$  mendekati 100. Semakin gelap maka nilai  $L^*$  mendekati 0. Nilai positif (+) menunjukkan warna cerah dan nilai negatif (-)

menunjukkan warna gelap. Parameter  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan) merupakan pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau. Nilai positif (+) menunjukkan warna merah dan nilai negatif (-) menunjukkan warna hijau. Parameter  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan) merupakan pengukuran warna kromatik campuran kuning-biru. Nilai positif (+) menunjukkan warna kuning dan nilai negatif (-) menunjukkan warna biru (Konica Minolta, 2007).



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif. Isolat khamir endofit Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) yaitu *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp berasal dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penentuan jumlah isolat khamir tersebut berdasarkan kemampuan isolat khamir terhadap uji penelitian yang sudah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yaitu identifikasi molekuler, uji flokulasi, uji hidrogen sulfida, uji fermentasi karbohidrat dan uji toleransi glukosa. Data kuantitatif pada penelitian ini diperoleh dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp yang diuji pada uji toleransi suhu, uji toleransi etanol, biomassa khamir, perhitungan jumlah sel khamir, uji volume pengembangan adonan, uji tekstur roti dan uji warna roti.

Uji toleransi suhu menggunakan 3 variasi suhu yaitu 30°C, 37°C, dan 45°C. Uji toleransi etanol menggunakan 3 variasi konsentrasi yaitu 10%, 13%, dan 15%. Uji toleransi dilakukan menggunakan spektrofotometer *Uv-vis* dengan panjang gelombang 600 nm setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Kontrol negatif pada uji toleransi yaitu media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*). Kontrol positif pada uji toleransi suhu, uji toleransi etanol, uji tekstur roti dan uji warna roti yaitu isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*). Kontrol negatif pada uji tekstur dan uji warna roti yaitu adonan roti tanpa isolat khamir. Masa inkubasi adonan roti yaitu 2 kali volume awal pengembangan adonan roti. Uji tekstur roti menggunakan

parameter *hardness* (kekerasan), *cohesiveness* (kekompakan), *adhesiveness* (kelengketan), dan *gumminess* (kekenyalan). Uji warna roti menggunakan parameter  $L^*$  (*lightness*/kecerahan),  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan).

## **3.2 Variabel Penelitian**

### **3.2.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas pada penelitian ini adalah isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp.

### **3.2.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini adalah pengembang adonan roti yang dilihat dari kerapatan sel, jumlah sel hidup khamir, volume adonan roti, tekstur roti, dan warna roti.

## **3.3 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juli tahun 2023. Peremajaan dan perbanyakan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi. Biomassa khamir dengan menggunakan *sentrifuge* dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan. Perhitungan jumlah sel khamir dengan menggunakan *Countess II FL* dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Hewan. Uji volume pengembangan adonan roti dilaksanakan di Laboratorium Biokimia dan Pangan, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Perhitungan nilai absorbansi pada uji toleransi suhu dan uji toleransi etanol dengan menggunakan spektrofotometer *Uv-vis* dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam

Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji tekstur dan warna roti dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang. Pengujian tekstur roti dengan menggunakan *texture profile analyzer* dan pengujian warna roti dengan menggunakan *colour reader CR-10*.

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu LAF (*Laminar Air Flow*), cawan petri *steril*, spektrofotometer (Thermo Scientific), autoklaf sterilisasi, autoklaf destruksi, jarum ose, tabung reaksi *steril*, rak tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, *blue tip*, *yellow tip*, timbangan analitik, batang pengaduk, pembakar bunsen, pipet tetes, tabung *eppendorf*, *shaker*, *spoon*, *tube*, *beaker glass*, penggaris, toples kaca, *hotplate*, *magnetic stirer*, *vortex*, inkubator, gelas kimia, mikropipet, tip steril, *sentrifuge*, sendok, oven listrik, loyang, pisau, tabung kuvet, lemari pendingin, *plastic wrap*, tisu, *aluminium foil*, kertas, label, plastik, *Countess II FL*, *colour reader CR-10* merek *Conica Minotta*, *texture profile analyzer* (TPA EZ Test model SM-500N-168) merek *Shimadzu*, alat tulis, dan kamera.

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp*, media YMEA (*Yeast Malt Extract Agar*), media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*), media YMB (*Yeast Malt Broth*), aquades steril, etanol 96%, *Sodium DL- Lactose*, *trypan blue*, media adonan roti (tepung terigu, gula, garam, mentega dan air), dan ragi instan dengan merek dagang *fermipan*.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan menggunakan autoklaf sterilisasi dengan cara mengisi autoklaf dengan akuades. Kemudian alat dan bahan yang akan disterilisasi dibungkus menggunakan kertas dan plastik. Alat dan bahan tersebut disusun ke dalam saringan autoklaf. Selanjutnya ditutup dan diatur pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit (Istini, 2020).

#### 3.5.2 Persiapan dan Peremajaan Isolat Khamir

Persiapkan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. Persiapkan isolat ragi instan sebagai kontrol positif pada penelitian ini dengan cara mengisolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari *fermipan*. Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Sebanyak 1 gr *fermipan* ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambah dengan 9 ml akuadest steril ( $10^{-1}$ ) lalu dikocok hingga homogen. Ambil 1 ml dari tabung (pengenceran  $10^{-1}$ ) diambil dengan pipet ukur lalu dipindahkan ke tabung kedua dan ditambah dengan 9 ml akuades steril (pengenceran  $10^{-2}$ ). Hal yang sama dilakukan sampai pengenceran  $10^{-8}$ .

Peremajaan isolat khamir bertujuan agar isolat khamir menjadi aktif kembali. Peremajaan isolat khamir dilakukan secara aseptis di LAF (*Laminar Air Flow*). Satu ose isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp, dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) diinokulasikan pada media padat YMEA (*Yeast Malt Extract Agar*) dengan metode *streak plate*. Kultur diinkubasi pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Keberhasilan peremajaan ditandai dengan tumbuhnya isolat khamir pada media YMEA. Isolat isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp, dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) yang sudah berhasil

diremajakan kemudian disimpan kedalam lemari pendingin dengan suhu 0°C–1°C.

### 3.5.3 Perbanyakan Isolat Khamir

Perbanyakan isolat khamir dilakukan secara aseptis di LAF (*Laminar Air Flow*). Satu ose isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) ditumbuhkan pada 10 ml media cair YMB (*Yeast Malt Broth*) dan diinkubasi pada *shaker* dengan kecepatan 140 rpm pada suhu 33°C selama 24 jam (Zohri *et.al.*, 2017).

### 3.5.4 Uji Toleransi Suhu

Uji toleransi suhu dilakukan dengan menumbuhkan masing-masing 1 ml isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dari media YMB (*Yeast Malt Broth*) berusia 48 jam diinokulasikan ke dalam 9 ml media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*). Sampel dihomogenkan dengan cara dikocok. Kemudian diinkubasi pada suhu 30°C, 37°C, dan 45°C selama 72 jam dengan pengulangan masing-masing variasi suhu 3 kali pengulangan. Perhitungan nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer *Uv-vis* pada masa inkubasi 24 dan 72 jam dengan panjang gelombang 600 nm (Nasir *et al.*, 2017). Kontrol positif pada uji toleransi suhu penelitian ini yaitu isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*). Kontrol negatif pada uji toleransi suhu penelitian ini yaitu media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) tanpa isolat khamir. Blank yang digunakan dalam perhitungan nilai absorbansi yaitu akuades.

Perhitungan nilai absorbansi dapat dihitung dengan mengambil masing-masing 1 ml isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. pada

media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) dengan 3 variasi suhu kemudian dipindahkan ke dalam tabung kuvet menggunakan mikropipet dan tip steril. Tabung kuvet yang telah berisi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. kemudian dimasukkan ke dalam spektrofotometer *Uv-vis* (lampiran 9.a). Nilai absorbansi menunjukkan tingkat kepadatan sel khamir yang tumbuh pada waktu inkubasi 24 jam dan 72 jam. Nilai absorbansi tersebut kemudian disajikan dalam tabel untuk melihat perbedaan tingkat kepadatan sel pada waktu inkubasi 24 jam dan 72 jam. Selain itu, nilai tersebut juga dilakukan perhitungan dari masa inkubasi 24 jam ke 72 jam untuk mengetahui peningkatan atau penurunan. Peningkatan nilai menandakan kepadatan sel bertambah disebabkan karena pertumbuhan sel khamir (Indriani, 2021; Nasir *et al.*, 2017).

### **3.5.5 Uji Toleransi Etanol**

Uji toleransi etanol dilakukan dengan menginokulasi masing-masing 1 ml isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dari media YMB (*Yeast Malt Broth*) yang berusia 48 jam ke dalam media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) dengan variasi konsentrasi etanol antara lain: 10%, 13%, dan 15%. Konsentrasi 10% etanol dibuat dengan menambahkan 1 ml etanol ke dalam 9 ml media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*). Konsentrasi 13% dibuat dengan menambahkan 1,3 ml etanol ke dalam 8,7 ml media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*). Konsentrasi 15% dibuat dengan menambahkan 1,5 ml etanol ke dalam 8,5 ml media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) dengan pengulangan masing-masing variasi konsentrasi etanol sebanyak 3 kali pengulangan. Kemudian diinkubasikan pada suhu 30°C. Perhitungan nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dilakukan dengan menggunakan

spektrofotometer *Uv-vis* pada masa inkubasi 24 dan 72 jam dengan panjang gelombang 600 nm (Nasir *et al.*, 2017). Kontrol positif pada uji toleransi etanol penelitian ini yaitu isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*). Kontrol negatif pada uji toleransi etanol penelitian ini yaitu media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) tanpa isolat khamir. Blank yang digunakan dalam perhitungan nilai absorbansi yaitu akuades.

Perhitungan nilai absorbansi dapat dihitung dengan mengambil masing-masing 1 ml isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. pada media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) dengan 3 variasi konsentrasi etanol kemudian dipindahkan ke dalam tabung kuvet menggunakan mikropipet dan tip steril. Tabung kuvet yang telah berisi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. kemudian dimasukkan ke dalam spektrofotometer *Uv-vis* (lampiran 9.a). Nilai absorbansi menunjukkan tingkat kepadatan sel khamir yang tumbuh pada waktu inkubasi 24 jam dan 72 jam. Nilai absorbansi tersebut kemudian disajikan dalam tabel untuk melihat perbedaan tingkat kepadatan sel pada waktu inkubasi 24 jam dan 72 jam. Selain itu, nilai tersebut juga dilakukan perhitungan dari masa inkubasi 24 jam ke 72 jam untuk mengetahui peningkatan atau penurunan. Peningkatan nilai menandakan kepadatan sel bertambah disebabkan karena pertumbuhan sel khamir (Indriani, 2021; Nasir *et al.*, 2017).

### **3.5.6 Jumlah Sel Khamir**

Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan isolat ragi instan masing-masing diambil sebanyak 100  $\mu$ L untuk ditumbuhkan pada tabung *ependorf* 15 ml yang berisi media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) 10 ml. Diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C. Disentrifugasi selama 15 menit dengan

kecepatan 4000 rpm dengan tujuan untuk memisahkan supernatan dan pelet. Supernatan hasil sentrifugasi dibuang dan pelet ditimbang. Jumlah sel dihitung dengan cara menyiapkan biomassa yang sama yaitu 2 gram pada masing-masing isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*). Kemudian masing-masing isolat ditambahkan 1 ml akuades steril dan dihomogenkan dengan cara dipipet ke atas serta ke bawah selama beberapa kali.

Perhitungan jumlah sel isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) dilakukan dengan menggunakan alat *Countess II FL* (Chadwick *et.al.*, 2016). Sampel disiapkan dengan cara menambahkan 10  $\mu$ L suspensi sel isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) ke dalam 10  $\mu$ L pewarna *trypan blue* 0,4% dan dihomogenkan dengan cara dipipet ke atas serta ke bawah selama beberapa kali. Kemudian 10  $\mu$ L sampel yang telah diberi pewarnaan dipindahkan ke dalam wadah *slide* sampel yang berbentuk setengah lingkaran. Campuran sampel didiamkan selama 30 detik. Kemudian *slide* dimasukkan ke dalam *port slide*. Alat *Countess II FL* akan menangkap gambar sementara dan menampilkan hasilnya yang berupa konsentrasi total, persentase dan konsentrasi sel hidup serta sel mati (Thermo Fisher Scientific, 2019).

### **3.5.7 Biomassa Khamir**

Biomassa khamir diperoleh dengan menumbuhkan masing-masing 100 $\mu$ l isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) dari media YMB (*Yeast Malt Broth*) ke tabung *ependorf* ukuran 15 ml yang berisi media YPGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*)



10 ml sebanyak 10 tabung. Diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara supernatan dan pelet. Supernatan hasil dari sentrifugasi dibuang, kemudian pelet hasil dari sentrifugasi ditimbang. Penimbangan biomassa khamir yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$B = B_2 - B_1$$

Keterangan:

B = Biomassa yang diperoleh (gram)

B<sub>2</sub> = Tabung *ependorf* berisi biomassa khamir (gram)

B<sub>1</sub> = Tabung *ependorf* kosong (gram)

### 3.5.8 Pembuatan Adonan Roti

Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) ditumbuhkan terlebih dahulu pada media YMB (*Yeast Malt Broth*) sebanyak 100 ml selama 24 jam. Diambil 100 µl pada masing-masing isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) kemudian ditumbuhkan pada media YPGGB (*Yeast Peptone Glucose Broth*) sebanyak 10 ml yang diletakkan pada tabung *ependorf* ukuran 15 ml sebanyak 10 dengan 3 kali pengulangan. Diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C dalam *shaker incubator*. Dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara supernatan dan pelet. Supernatan hasil dari sentrifugasi dibuang, kemudian pelet hasil dari sentrifugasi ditimbang (Karki *et al.*, 2017). Pelet yang digunakan pada adonan roti memiliki jumlah sel hidup yang sama. Adapun penentuan jumlah biomassa dan

jumlah sel isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) ditampilkan pada tabel 3.1.

**Tabel 3. 1. Penentuan jumlah biomassa dan jumlah sel (100 gram tepung)**

Isolat Khamir	Jumlah biomassa	Jumlah sel
<i>Candida sanyaensis</i>	2,6 gr	$6,22 \times 10^7$ sel/ml
<i>Candida</i> sp.	4,4 gr	$6,22 \times 10^7$ sel/ml
K <sup>+</sup> ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	2 gr	$6,22 \times 10^7$ sel/ml

Pelet yang digunakan dalam adonan roti merupakan berat basah dari masing-masing isolat khamir. Pelet dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. disamakan dengan jumlah sel dari 2 gr pelet kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Pelet memiliki jumlah sel hidup yang sama, namun dengan biomassa yang berbeda. Pelet khamir yang diperoleh dari proses sentrifugasi dilakukan aktivasi dengan cara mencampurkan khamir dengan gula secukupnya dan air hangat (20°C-30°C). Ditunggu selama 5-10 menit hingga khamir berbusa. Khamir yang telah teraktivasi akan ditandai dengan pembentukan gelembung, aroma yang khas, dan peningkatan volume adonan roti selama proses fermentasi (Arwini, 2021).

Adonan roti isolat khamir *Candida sanyaensis* dibuat dengan cara mencampurkan 100 gr tepung terigu, 1,5 gr garam, 7,5 gr gula, dan 8 gr mentega, dan 2,6 gr pelet. Adonan roti isolat khamir *Candida* sp. dibuat dengan cara mencampurkan 100 gr tepung terigu, 1,5 gr garam, 7,5 gr gula, dan 8 gr mentega, dan 4,4 gr pelet. Adonan roti isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) dibuat dengan cara mencampurkan 100 gr tepung terigu, 1,5 gr garam, 7,5 gr gula, dan 8 gr mentega, dan 2,6 gr pelet. Kemudian masing-masing adonan roti ditambahkan

air sedikit demi sedikit sebanyak 35 ml (Watanabe *et al.*, 2016). Setelah adonan kalis, dimasukkan ke dalam toples ukuran 9 cm dan ditutup.

Adonan roti diinkubasi pada suhu 30°C selama 2 kali volume awal pengembangan adonan roti pada masing-masing isolat khamir (Romano, 2007; Wardani, 2021). Adonan roti yang sudah mencapai presentase maksimal dalam volume pengembangan maka segera dilakukan pemanggangan roti dengan oven pada suhu 180°C selama 20 menit (Karki *et al.*, 2017). Adonan roti yang sudah dipanggang digunakan untuk uji tekstur roti dan uji warna roti. Kontrol negatif pada adonan roti yaitu adonan roti tanpa isolat khamir dan kontrol positif pada adonan roti yaitu adonan roti dengan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*).

### 3.5.9 Uji Volume Pengembangan Adonan Roti

Uji volume pengembangan adonan roti dilakukan dengan cara mengukur selisih volume akhir dikurangi dengan volume awal. Volume awal merupakan volume 10 menit pertama adonan roti mengembang. Volume adonan roti diukur setiap 10 menit dalam interval waktu 2 kali volume awal pengembangan pada masing-masing isolat khamir (Romano, 2007; Wardani, 2021). Pada penelitian ini menggunakan toples bentuk tabung dengan diameter 9 cm sebagai wadah dan penggaris sebagai alat ukur. Volume adonan dapat dihitung menurut volume tabung. Menurut Satrianawati (2016) rumus untuk menghitung volume tabung adalah sebagai berikut:

$$V = \pi r^2 t$$

Keterangan:

V = volume tabung (cm<sup>3</sup>)

π = 22/7 atau 3,14

$r$  = jari-jari tabung (cm)

$t$  = tinggi tabung (cm)

### 3.6.0 Uji Tekstur Roti

Penelitian ini memiliki 4 perlakuan yaitu perlakuan menggunakan isolat khamir *Candida sanyaensis*, perlakuan menggunakan isolat khamir *Candida* sp., perlakuan kontrol positif (isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae*), dan perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir). Uji tekstur diamati dari roti yang telah dipanggang (*baking*) dengan menggunakan alat *texture profile analyzer* (lampiran 9.b). Uji tekstur roti dilakukan dengan cara menyiapkan 20 sampel roti yaitu 4 perlakuan dengan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Sampel tersebut kemudian dilakukan pengujian pada Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang. Parameter pengujian tekstur roti meliputi *hardness* (kekerasan), *cohesiveness* (kekompakan), *adhesiveness* (kelengketan), dan *gumminess* (kekenyalan).

Prosedur pada penelitian ini mengacu pada literatur Johnson & Szczesniak (2014). Alat *texture profile analyzer* dan komputer dinyalakan dengan cara menekan tombol *on* yang terletak dibagian belakang alat. Probe TA 18 dipasang pada tempat probe. Kemudian probe dan meja objek diatur jaraknya agar tidak sampai mengenai objek dengan letak probe kira-kira  $\pm 0,5$ cm dari sampel. Program *Texture ProLite* dibuka dengan cara mengklik bagian *define new test* dan isi bagian *trigger point*, *test speed*, *target value*, dan *probe type*. *Trigger point* adalah besarnya gaya yang digunakan beban probe untuk menyentuh sampel, dan pada program diisi

sebesar 20 gr. *Test speed* adalah kecepatan probe menyentuh sampel (semakin cepat maka semakin rendah tingkat akurasi), pada program diisi sebesar 0,5 mm/s. *Target value* adalah kedalaman probe menyentuh sampel sekitar setengah dari tebal sampel, dan diisi sesuai dengan  $\frac{1}{2}$  ketebalan sampel setelah dihitung dengan penggaris. *Probe type* diisi sesuai dengan tipe probe yang digunakan.

Sampel diukur ketebalan sebesar 4 mm dengan menggunakan penggaris. Bagian *target test* diisi dan dipilih *compression* ‘mengisi *Texture Results*’ sesuai parameter sampel. Bagian *primary calculation* diklik semuanya kecuali *area cycle 1 dan 2* (untuk pengukuran sampel *hardness*) lalu menu *secondary calculation* diklik pada *bagian work done to hardness 1*. Setelah itu, pada *additional calculatlions* diklik di bagian *sample length*. Diisi bagian *general results*. Semua bagian *standard results* dalam tab *general results* diklik kecuali *special results*. Probe dibiarkan berkalibrasi terlebih dahulu. Kemudian sampel kembali diletakkan di meja objek dan klik tombol *run test* untuk menjalankan pengukuran tekstur. Kemudian tekan tombol *view load/time chart* untuk melihat keseluruhan hasil pengukuran. Setelah alat berhenti bekerja, maka akan didapatkan data tekstur dan file di *save* di folder.

### 3.6.1 Uji Warna Roti

Penelitian ini memiliki 4 perlakuan yaitu perlakuan menggunakan isolat khamir *Candida sanyaensis*, perlakuan menggunakan isolat khamir *Candida* sp., perlakuan kontrol positif (isolat khamir *Saccharomyces cerevisiae*), dan perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir). Uji warna roti diamati dari roti yang telah dipanggang (*baking*) dengan menggunakan alat *colour reader* CR-10 (lampiran 9.c). Uji warna roti dilakukan dengan cara menyiapkan 20 sampel roti yaitu 4

perlakuan dengan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Sampel tersebut kemudian dilakukan pengujian pada Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang.

Prosedur pengujian warna roti mengacu pada Konica Minolta (2007). Sampel disiapkan dalam plastik transparan atau plastik PP (*polypropylene*). Penutup lensa dilepas dan *colour reader* dihidupkan. Kemudian tombol pengukur warna ditekan dan dicatat nilai yang tertera pada layar digital. Analisis warna roti pada penelitian menggunakan tiga reseptor warna yaitu nilai  $L^*$ , nilai  $a^*$ , dan nilai  $b^*$ . Warna roti tersebut akan dijelaskan secara rinci dengan menggunakan %X, %Y dan %Z menurut literatur Weaver & Daniel (2003):

$$\% X = 0,01 L^2 + a^L/175$$

$$\% Y = 0,001 L^2$$

$$\% Z = 0,01 L^2 - b^L/70$$

Keterangan :

%X = presentase kemerahan

%Y = presentase kehijauan

%Z = presentase kebiruan

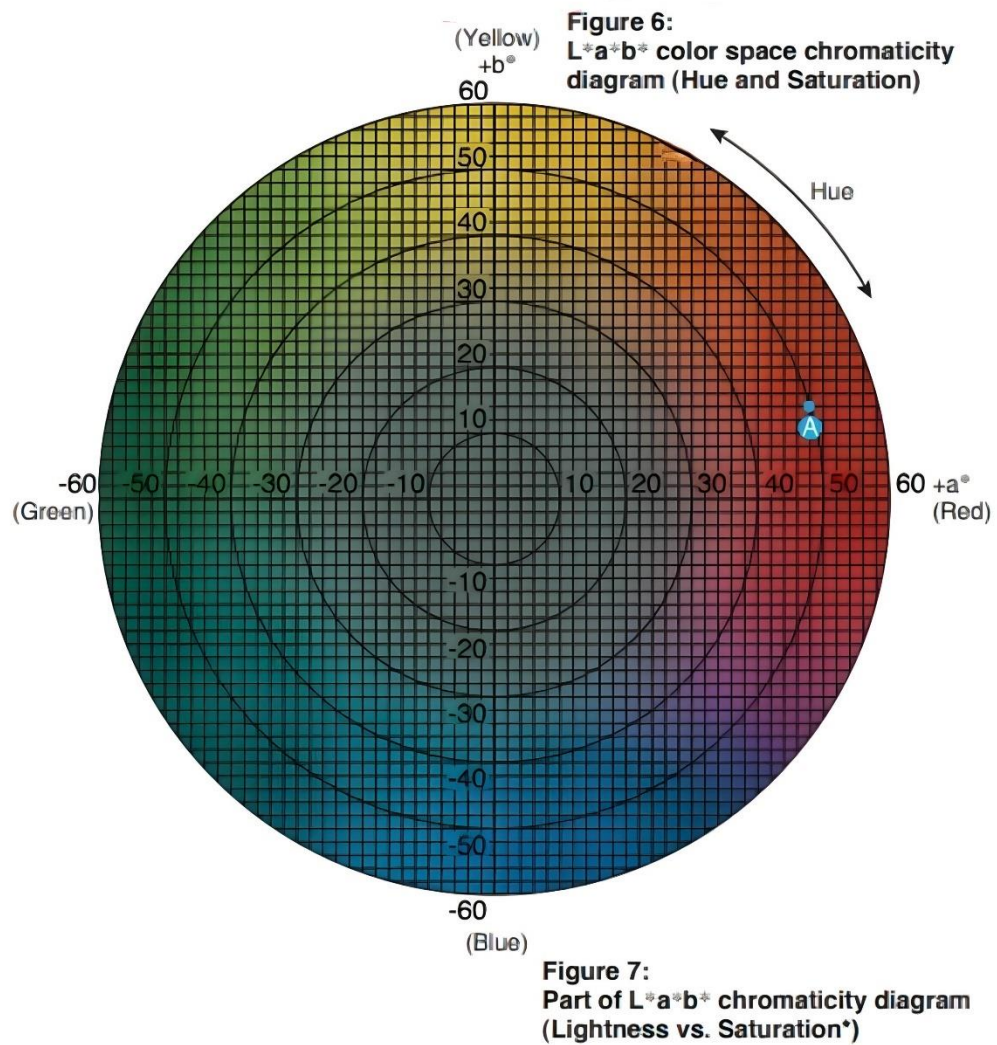
L = nilai *lightness* pada roti

a = nilai derajat kemerahan/kehijauan pada roti

b = nilai derajat kekuningan/kebiruan pada roti

Nilai  $L^*$  menunjukkan kecerahan dengan nilai positif (+) berarti cerah, nilai negatif (-) berarti gelap. Nilai  $a^*$  menunjukkan derajat kemerahan atau kehijauan dengan nilai positif (+) berarti merah, nilai negatif (-) berarti hijau. Nilai  $b^*$

menunjukkan derajat kekuningan atau kebiruan dengan nilai positif (+) berarti kuning, nilai negatif (-) berarti biru. Reseptor warna tersebut ditampilkan pada gambar 3.1 berikut ini:



**Gambar 3. 1. Reseptor warna** (Konica Minolta, 2007)

### 3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data dianalisis menggunakan program SPSS (*Statistical Package For The Social Science*) versi 25. Namun sebelum uji

statistik, data tersebut harus dilakukan uji normalitas terlebih dahulu. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Apabila data berdistribusi normal, maka dapat digunakan uji statistik berjenis parametrik. Sedangkan apabila tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji statistik non parametrik (Sugiyono, 2018). Data penelitian dari uji toleransi suhu, uji toleransi etanol, dan uji kualitas roti dianalisis secara *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).



**BAB IV  
HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Kemampuan Toleransi Khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp.***

**4.1.1 Kemampuan Toleransi terhadap Suhu**

Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida sp.* mengalami peningkatan kepadatan sel pada variasi suhu 30°C, 37°C, dan 45°C. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil pengukuran kepadatan sel yang menggunakan spektrofotometer *Uv-Vis* yang dihitung setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Berdasarkan analisis uji ANOVA, setiap sampel memiliki hasil yang berbeda karena Sig. <0.05. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki pengaruh terhadap hasil uji toleransi pada variasi suhu 30°C, 37°C, dan 45°C setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.*, kontrol positif dan kontrol negatif memiliki kepadatan sel seperti yang ditampilkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4. 1. Hasil Kemampuan Toleransi terhadap Suhu**

Sampel	30°C		37°C		45°C	
	24 Jam	72 Jam	24 Jam	72 Jam	24 Jam	72 Jam
CS	0.58± 0.34 <sup>b</sup>	0.59± 0.12 <sup>b</sup>	0.20± 0.04 <sup>b</sup>	0.33± 0.05 <sup>b</sup>	0.27± 0.11 <sup>b</sup>	0.40± 0.10 <sup>b</sup>
C	0.46± 0,11 <sup>b</sup>	0.56± 0.21 <sup>b</sup>	0.18± 0.05 <sup>b</sup>	0.30± 0.05 <sup>b</sup>	0.23± 0.21 <sup>b</sup>	0.37± 0.02 <sup>b</sup>
K <sup>+</sup>	0.29± 0,07 <sup>ab</sup>	0.50± 0.15 <sup>b</sup>	0.25± 0.07 <sup>b</sup>	0.33± 0.05 <sup>bb</sup>	0.23± 0.01 <sup>b</sup>	0.37± 0.01 <sup>b</sup>
K <sup>-</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada DMRT  $\alpha = 0.05$

CS= *Candida sanyaensis*; C= *Candida sp.*; K<sup>+</sup>= *Saccharomyces cerevisiae*;

K<sup>-</sup>= tanpa isolat khamir

Berdasarkan tabel 4.1 kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada suhu 30°C yaitu 0.58 (setelah 24 jam) dan 0.59 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada suhu 30°C yaitu 0.46 (setelah 24 jam) dan 0.56 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada suhu 30°C yaitu 0.29 (setelah 24 jam) dan 0.50 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada suhu 30°C setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada suhu 30°C berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kepadatan sel tertinggi pada suhu 30°C berasal dari isolat khamir *Candida sanyaensis*.

Kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada suhu 37°C yaitu 0.20 (setelah 24 jam) dan 0.33 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada suhu 37°C yaitu 0.18 (setelah 24 jam) dan 0.30 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada suhu 37°C yaitu 0.25 (setelah 24 jam) dan 0.33 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada suhu 37°C setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada suhu 37°C berasal dari isolat khamir *Candida* sp. dan kepadatan sel tertinggi pada suhu 37°C berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada suhu 45°C yaitu 0.27 (setelah 24 jam) dan 0.40 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada suhu 45°C yaitu 0.23 (setelah 24 jam) dan 0.37 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada suhu 45°C yaitu 0.23 (setelah 24 jam) dan 0.37 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada suhu 45°C setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada suhu 45°C berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*)

dan kepadatan sel tertinggi pada suhu 45°C berasal dari isolat khamir *Candida sanyaensis*. Peningkatan jumlah kepadatan sel pada berbagai suhu yang diujikan menunjukkan bahwa khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. memiliki potensi sebagai pengembang adonan roti. Peningkatan jumlah kepadatan sel dapat mempengaruhi pertumbuhan sel khamir dan aktivitas sel khamir dalam proses fermentasi adonan roti.

Berdasarkan analisis uji lanjut DMRT, secara keseluruhan rata-rata nilai absorbansi kontrol negatif (tanpa isolat khamir) berbeda jauh dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Rata-rata nilai absorbansi kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) tidak berbeda jauh dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama pada suhu 30°C setelah masa inkubasi 24 jam. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) berada dalam 2 kelompok sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama seperti rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp dalam suhu 30°C setelah masa inkubasi 24 jam. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama pada suhu 30°C setelah masa inkubasi 24 jam. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki rata-rata nilai absorbansi

yang berbeda dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp.

Pada suhu 30°C setelah masa inkubasi 72 jam, isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki rata-rata nilai absorbansi yang berbeda dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Begitupula dengan hasil pengujian pada variasi suhu 37°C dan suhu 45°C setelah inkubasi 24 jam dan 72 jam. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) tidak berada dalam kelompok yang sama seperti isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) sehingga rata-rata nilai absorbansi berbeda. Namun isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama karena berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama).

Berdasarkan rata-rata nilai absorbansi pada variasi suhu 30°C, 37°C dan suhu 45°C yang diperoleh pada penelitian ini, kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. memiliki pertumbuhan sel khamir yang mendekati sama. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata nilai absorbansi dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan isolat khamir *Candida sanyaensis* yang berada dalam satu kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama). Kontrol positif (*Saccharomyces*

*cerevisiae*), isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. merupakan khamir yang bersifat toleran sehingga dapat dilibatkan dalam fermentasi adonan roti. Menurut literatur Ma'ruf *et al* (2011), khamir yang mampu bertahan hidup pada suhu tinggi dapat digunakan dalam pembuatan roti untuk mempercepat proses, meningkatkan produksi, pembentukan karbon dioksida dan meningkatkan rasa dan aroma. Menurut literatur Tsegaye *et al* (2016), khamir yang mempunyai kemampuan toleransi pada suhu tinggi dapat mempercepat proses pemanggangan dalam pembuatan roti.

Penelitian terkait isolat khamir *Candida sanyaensis* sebagai pengembang adonan roti belum ada sehingga pada penelitian ini hanya membandingkan hasil dari penelitian isolat khamir anggota genus *Candida* lainnya sebagai pengembang adonan roti. Penelitian yang telah dilakukan oleh Fauziah (2021) yaitu isolat khamir *Candida tropicalis* sebagai pengembang adonan roti dan Indriani (2021) yaitu isolat khamir *Candida akabanensis* sebagai pengembang adonan roti. Hasil penelitian Fauziah (2021) terkait toleransi isolat khamir *Candida tropicalis* pada variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C mengalami peningkatan kepadatan sel dari masa inkubasi 24 jam hingga 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa isolat khamir *Candida tropicalis* toleran terhadap variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C. Kepadatan sel tertinggi yang didapatkan setelah masa inkubasi 72 jam pada suhu 30°C yaitu 3.026-3.124, pada suhu 37°C yaitu 3.006-3.098, dan pada suhu 45°C yaitu 2.780-2.924. Hasil penelitian Indriani (2021) terkait toleransi isolat khamir *Candida akabanensis* pada variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C mengalami peningkatan kepadatan sel dari masa inkubasi 24 jam hingga 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa isolat khamir khamir *Candida akabanensis* toleran terhadap variasi suhu 30°C, 37°C dan 45°C.

Kepadatan sel tertinggi yang didapatkan setelah masa inkubasi 72 jam pada suhu 30°C yaitu 1.575, pada suhu 37°C yaitu 2.489, dan pada suhu 45°C yaitu 0.233.

Hal yang mendasari penelitian ini dalam mengukur nilai absorbansi setelah 24 jam dan 72 jam yaitu fase pertumbuhan sel khamir. Pertumbuhan sel khamir terjadi selama fase eksponensial. Pada fase eksponensial jumlah sel hidup khamir akan meningkat secara signifikan karena terus memproduksi sel-sel baru. Jumlah sel hidup khamir akan mempengaruhi proses fermentasi adonan roti. Menurut Kurniawan dkk (2014), fase eksponensial berada pada rentang waktu 24 jam sampai 72 jam sedangkan 72 jam sampai 96 jam termasuk fase stationer. Fase stationer merupakan fase yang mana jumlah sel hidup akan menurun karena terjadi keseimbangan antara jumlah sel hidup dan jumlah sel mati.

Suhu mempengaruhi aktivitas sel khamir yang terlibat dalam fermentasi adonan roti. Oleh karena itu diperlukan suhu yang optimal agar dapat mempercepat pertumbuhan sel khamir. Pertumbuhan sel khamir yang baik maka proses fermentasi adonan roti dapat juga berjalan dengan baik. Selain itu, suhu dapat mempengaruhi produksi gas karbon dioksida oleh khamir. Menurut Tsegaye *et al* (2018), suhu berpengaruh pada proses pengembangan adonan roti terutama pada proses fermentasi dan metabolisme khamir.

Suhu yang optimal menurut literatur Yalcin & Ozbas (2008), berkisar antara 25°C–32°C. Suhu yang optimal dapat membuat proses fermentasi berjalan dengan baik. Suhu optimal dapat meningkatkan produksi gas karbon dioksida yang akan mengembangkan adonan roti dan memberikan tekstur yang ringan. Batas suhu tertinggi menurut literatur Kayisoglu & Erten (2010) berkisar antara 40°C–45°C.

Suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat pertumbuhan khamir sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan khamir.

#### 4.1.2 Kemampuan Toleransi terhadap Etanol

Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. mengalami peningkatan kepadatan sel pada variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15%. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil pengukuran kepadatan sel yang menggunakan spektrofotometer *Uv-Vis* yang dihitung setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Berdasarkan analisis uji ANOVA, setiap sampel memiliki hasil yang berbeda karena Sig. <0.05. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki pengaruh terhadap hasil uji toleransi pada variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15%. setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., kontrol positif dan kontrol negatif memiliki kepadatan sel seperti yang ditampilkan pada tabel 4.2.

**Tabel 4. 2. Hasil Kemampuan Toleransi terhadap Etanol**

Sampel	10%		13%		15%	
	24 Jam	72 Jam	24 Jam	72 Jam	24 Jam	72 Jam
CS	0.24± 0.03 <sup>b</sup>	0.26± 0.04 <sup>b</sup>	0.19± 0.01 <sup>b</sup>	0.21± 0.02 <sup>bc</sup>	0.17± 0.02 <sup>b</sup>	0.19± 0.01 <sup>b</sup>
C	0.24± 0.04 <sup>b</sup>	0.30± 0.08 <sup>b</sup>	0.21± 0.02 <sup>b</sup>	0.23± 0.01 <sup>c</sup>	0.18± 0.01 <sup>b</sup>	0.18± 0.01 <sup>b</sup>
K <sup>+</sup>	0.21± 0.03 <sup>b</sup>	0.22± 0.03 <sup>b</sup>	0.18± 0.03 <sup>b</sup>	0.19± 0.03 <sup>b</sup>	0.16± 0.01 <sup>b</sup>	0.17± 0.02 <sup>b</sup>
K <sup>-</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>a</sup>

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada DMRT  $\alpha = 0.05$

CS= *Candida sanyaensis*; C= *Candida* sp.; K<sup>+</sup>= *Saccharomyces cerevisiae*;

K<sup>-</sup>= tanpa isolat khamir

Berdasarkan tabel 4.2 kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada konsentrasi etanol 10% yaitu 0.24 (setelah 24 jam) dan 0.26 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada konsentrasi etanol 10% yaitu 0.24 (setelah 24 jam) dan 0.30 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada konsentrasi etanol 10% yaitu 0.21 (setelah 24 jam) dan 0.22 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada konsentrasi etanol 10% setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada konsentrasi etanol 10% berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kepadatan sel tertinggi pada konsentrasi etanol 10% berasal dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp.

Kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada konsentrasi etanol 13% yaitu 0.19 (setelah 24 jam) dan 0.21 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada konsentrasi etanol 13% yaitu 0.21 (setelah 24 jam) dan 0.23 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada konsentrasi etanol 13% yaitu 0.18 (setelah 24 jam) dan 0.19 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada konsentrasi etanol 13% setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada konsentrasi etanol 13% berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kepadatan sel tertinggi pada konsentrasi etanol 13% berasal dari isolat khamir *Candida* sp.

Kepadatan sel isolat khamir *Candida sanyaensis* pada konsentrasi etanol 15% yaitu 0.17 (setelah 24 jam) dan 0.19 (setelah 72 jam). Kepadatan sel isolat khamir *Candida* sp. pada konsentrasi etanol 15% yaitu 0.18 (setelah 24 jam) dan 0.18 (setelah 72 jam). Kepadatan sel kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) pada konsentrasi etanol 15% yaitu 0.16 (setelah 24 jam) dan 0.17 (setelah 72 jam).



Kepadatan sel kontrol negatif (tanpa isolat khamir) pada konsentrasi etanol 15% setelah 24 jam dan 72 jam yaitu 0.00. Kepadatan sel terendah pada konsentrasi etanol 15% berasal dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kepadatan sel tertinggi pada konsentrasi etanol 15% berasal dari isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. Peningkatan jumlah kepadatan sel pada berbagai konsentrasi etanol yang diujikan menunjukkan bahwa khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. memiliki potensi sebagai pengembang adonan roti. Peningkatan jumlah kepadatan sel dapat mempengaruhi pertumbuhan sel khamir dan aktivitas sel khamir dalam proses fermentasi adonan roti.

Berdasarkan analisis uji lanjut DMRT, secara keseluruhan rata-rata nilai absorbansi kontrol negatif (tanpa isolat khamir) berbeda jauh dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Rata-rata nilai absorbansi kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) tidak berbeda jauh dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama pada konsentrasi etanol 10% setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki rata-rata nilai absorbansi yang berbeda dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Pada konsentrasi etanol 13% setelah masa inkubasi 24 jam, isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces*

*cerevisiae*) berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki rata-rata nilai absorbansi yang berbeda dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Namun pada konsentrasi etanol 13% setelah masa inkubasi 72 jam, isolat khamir *Candida sanyaensis* berada dalam 2 kelompok berbeda yaitu satu kelompok dengan isolat khamir *Candida* sp dan satu kelompok dengan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* mendekati sama pada rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida* sp dan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis* juga mendekati sama pada rata-rata nilai absorbansi kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Isolat khamir *Candida sanyaensis* tidak berada dalam satu kelompok yang sama dengan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) sehingga rata-rata nilai absorbansi berbeda. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) tidak berada berada dalam satu kelompok yang sama dengan isolat khamir *Candida* sp sehingga rata-rata nilai absorbansi berbeda.

Pada konsentrasi etanol 15% setelah masa inkubasi 24 jam dan 72 jam, isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki rata-rata nilai absorbansi yang mendekati sama. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki rata-rata nilai absorbansi yang berbeda dengan rata-rata nilai absorbansi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Berdasarkan rata-rata nilai absorbansi pada variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15% yang diperoleh pada penelitian ini, kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan isolat khamir *Candida sanyaensis* memiliki pertumbuhan sel khamir yang mendekati sama. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata nilai absorbansi dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan isolat khamir *Candida sanyaensis* yang berada dalam satu kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama). Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. merupakan khamir yang bersifat toleran sehingga dapat dilibatkan dalam fermentasi adonan roti. Menurut literatur Maryam *et al* (2017), kondisi konsentrasi alkohol yang tinggi dapat bersifat racun bagi khamir dan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan sel karena dapat merusak membran sel khamir. Menurut literatur Karki *et al* (2017), kadar alkohol yang sangat tinggi dapat menghancurkan DNA mitokondria dan menyebabkan enzim dalam keadaan inaktif.

Penelitian terkait isolat khamir *Candida sanyaensis* sebagai pengembang adonan roti belum ada sehingga pada penelitian ini hanya membandingkan hasil dari penelitian isolat khamir anggota genus *Candida* lainnya sebagai pengembang adonan roti. Penelitian yang telah dilakukan oleh Fauziah (2021) yaitu isolat khamir *Candida tropicalis* sebagai pengembang adonan roti dan Indriani (2021) yaitu isolat khamir *Candida akabanensis* sebagai pengembang adonan roti. Hasil penelitian Fauziah (2021) terkait toleransi isolat khamir *Candida tropicalis* pada variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15% mengalami peningkatan kepadatan sel dari masa inkubasi 24 jam hingga 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa isolat khamir *Candida tropicalis* toleran terhadap variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15%.

Kepadatan sel tertinggi yang didapatkan setelah masa inkubasi 72 jam pada konsentrasi etanol 10% yaitu 2.941 pada konsentrasi etanol 13% yaitu 3.045, dan pada konsentrasi etanol 15% yaitu 3.096. Hasil penelitian Indriani (2021) terkait toleransi isolat khamir *Candida akabanensis* pada variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15% mengalami peningkatan kepadatan sel dari masa inkubasi 24 jam hingga 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa isolat khamir khamir *Candida akabanensis* toleran terhadap variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, dan 15%. Kepadatan sel tertinggi yang didapatkan setelah masa inkubasi 72 jam pada konsentrasi etanol 10% yaitu 2.357, pada konsentrasi etanol 13% yaitu 2.263, dan pada konsentrasi etanol 15% yaitu 0.999.

Khamir memiliki kemampuan untuk mengubah gula menjadi etanol melalui proses fermentasi. Khamir akan mengonsumsi gula yang ada dalam adonan dan menghasilkan etanol. Etanol yang dihasilkan oleh khamir juga berperan dalam pengembangan adonan roti. Selama fermentasi etanol menghasilkan gas karbon dioksida yang membuat adonan roti mengembang. Gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh khamir memberikan tekstur yang lebih ringan dan pori-pori yang lebih besar pada roti yang matang sehingga apabila konsentrasi etanol tinggi maka akan mempengaruhi kualitas roti. Selain itu, etanol dapat bereaksi dengan gula pereduksi dan asam amino pada suhu yang tinggi, menghasilkan senyawa-senyawa yang memberikan warna coklat pada permukaan roti yang dipanggang.

Menurut Karki *et al* (2017), etanol memiliki keterkaitan dengan fermentasi yang terjadi dalam adonan roti. Keberadaan etanol terbentuk akibat adanya proses fermentasi dari khamir itu sendiri. Etanol dapat membantu meningkatkan volume roti dan memberikan tekstur yang lembut. Konsentrasi etanol yang dibutuhkan

dalam adonan roti menurut literatur Tsegaye *et al* (2018), berkisar antara 10%–15%. Konsentrasi etanol yang optimal dapat membuat proses fermentasi berjalan dengan baik sedangkan batas toleransi etanol tertinggi menurut literatur Tsegaye *et al* (2018) yaitu 15%. Konsentrasi etanol yang rendah dapat memperlambat pertumbuhan khamir sedangkan konsentrasi etanol yang tinggi dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan khamir. Menurut Maryam *et al* (2017), konsentrasi etanol yang tinggi dapat bersifat racun bagi khamir karena dapat merusak membran sel khamir. Apabila membran sel khamir rusak, maka pertumbuhan dan perkembangan sel khamir menjadi terganggu.

Menurut Tikka *et al* (2013) secara umum khamir yang dilakukan uji etanol toleran berada pada konsentrasi 0% sampai 12% (v/v). Menurut Santi (2008) pada proses fermentasi memerlukan peran khamir yang salah satunya toleran terhadap kadar etanol tinggi sampai dengan 14%–15%. Menurut Unaldi *et al* (2002) sel khamir yang dapat toleran pada etanol disebabkan oleh sifat fisik sel khamir tersebut yang dikelilingi oleh dinding sel dan sumber nutrisi isolat khamir. Dinding sel khamir mengandung berbagai enzim (enzim amilase, lipase, protease, dan selulase) yang bertanggung jawab untuk mengatur metabolisme khamir sehingga sel dapat bertahan dengan lingkungan yang ekstrem dan dapat tumbuh pada kondisi tersebut. Selain itu, dinding sel khamir juga memberikan bentuk pada sel khamir, memberikan perlindungan mekanis dan termal dari lingkungan yang mencegah dari terjadinya tekanan turgor yang mungkin akan membahayakan membran sel khamir.

## 4.2 Roti Hasil Fermentasi Khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida sp*

### 4.2.1 Volume Pengembangan Adonan Roti

Penelitian ini menggunakan jumlah sel khamir yang sama pada masing-masing isolat khamir. Hasil perhitungan jumlah sel khamir yang sama tersebut kemudian digunakan dalam pembuatan adonan roti. Adonan roti tersebut kemudian diukur volume pengembangannya. Pengukuran volume pengembangan adonan roti bertujuan untuk mengetahui pertambahan ukuran adonan roti selama proses fermentasi berlangsung. Berdasarkan analisis uji ANOVA, setiap sampel memiliki nilai rata-rata yang berbeda karena nilai Sig. <0.05. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki pengaruh terhadap hasil uji volume pengembangan adonan roti. Rata-rata volume pengembangan adonan roti pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.*, kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) ditampilkan pada tabel 4.3.

**Tabel 4. 3. Rata-rata volume pengembangan adonan roti**

Parameter	Nilai mean			
	K+	K-	CS	C
Volume	239.28±34.38 <sup>c</sup>	127.17±0.00 <sup>a</sup>	179.20±51.02 <sup>b</sup>	165.45±43.21 <sup>b</sup>
Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata pada $\alpha$ 5% *a.b = nota huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji Duncan dengan taraf 5%. CS = <i>Candida sanyaensis</i> ; C = <i>Candida sp.</i> ; K <sup>+</sup> = <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ; K <sup>-</sup> = tanpa isolat khamir.				

Berdasarkan tabel 4.3 rata-rata volume pengembangan adonan roti kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) yaitu 239.28 dan rata-rata volume pengembangan adonan roti kontrol negatif (tanpa isolat khamir) yaitu 127.17. Isolat khamir *Candida sanyaensis* memiliki rata-rata volume pengembangan adonan roti

yaitu 179.20. Isolat khamir *Candida* sp. memiliki rata-rata volume pengembangan adonan roti yaitu 165.45. Rata-rata volume pengembangan terendah dimiliki oleh kontrol negatif (tanpa isolat khamir) sedangkan rata-rata volume pengembangan adonan roti tertinggi dimiliki oleh kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Berdasarkan analisis uji lanjut DMRT, rata-rata volume pengembangan adonan roti kontrol negatif (tanpa isolat khamir) berbeda dengan rata-rata volume pengembangan adonan roti isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) tidak berada di kelompok yang sama sehingga rata-rata volume pengembangan adonan roti isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. berbeda dengan rata-rata volume pengembangan adonan roti kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Rata-rata volume pengembangan adonan roti isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. mendekati sama. Hal ini dikarenakan isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. berada dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama). Volume akhir dari pengembangan adonan roti pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) ditunjukkan pada gambar 4.1.



**Gambar 4. 1. Volume akhir adonan roti pada setiap perlakuan (a) isolat khamir *Candida sanyaensis* (410 menit inkubasi); (b) isolat khamir *Candida sp.* (480 menit inkubasi); (c) kontrol positif (100 menit inkubasi); (d) kontrol negatif (0 inkubasi)**

Berdasarkan gambar 4.1 isolat khamir *Candida sanyaensis* memiliki waktu inkubasi selama 410 menit untuk mencapai 2 kali volume awal pengembangan adonan roti. Isolat khamir *Candida sp.* memiliki waktu inkubasi selama 480 menit untuk mencapai 2 kali volume awal pengembangan adonan roti. Isolat kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki waktu inkubasi selama 100 menit untuk mencapai 2 kali volume awal pengembangan adonan. Isolat kontrol negatif (tanpa isolat khamir) tidak memiliki waktu inkubasi karena tidak melibatkan aktivitas khamir dalam proses fermentasi adonan roti. Adapun hasil dari 2 kali volume awal pengembangan adonan roti pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada tabel 4.4.



**Tabel 4. 4. Hasil dua kali volume pengembangan**

Menit ke-	Volume (cm <sup>3</sup> )			
	K+	K-	CS	C
<b>0</b>	127,17	127,17	127,17	127,17
<b>100</b>	254,34	127,17	127,17	127,17
<b>410</b>	254,34	127,17	260,6985	127,17
<b>480</b>	254,34	127,17	260,6985	260,6985
Keterangan: CS = <i>Candida sanyaensis</i> ; C = <i>Candida</i> sp.; K <sup>+</sup> = <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ; K <sup>-</sup> = tanpa isolat khamir.				

Berdasarkan tabel 4.4 masing -masing perlakuan memiliki volume awal pengembangan adonan roti yang sama yaitu 127,17 namun memiliki volume akhir adonan roti yang berbeda. Hal tersebut bergantung dengan waktu inkubasi yang mencapai 2 kali volume awal pengembangan adonan roti pada masing-masing perlakuan. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki volume akhir adonan roti yaitu 254,34. Kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki volume akhir adonan roti yaitu 127,17. Isolat khamir *Candida sanyaensis* memiliki volume akhir adonan roti yaitu 260,6985. Isolat khamir *Candida* sp. memiliki volume akhir adonan roti yaitu 260,6985. Berdasarkan volume akhir adonan roti, isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. memiliki hasil yang sedikit lebih unggul dibandingkan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Oleh karena itu, isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. dikatakan memiliki kemampuan yang sama seperti kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Hal yang mendasari penelitian ini melakukan masa inkubasi dalam interval waktu 2 kali volume awal pengembangan adonan roti pada masing-masing isolat khamir yaitu agar mendapatkan hasil proses fermentasi terbaik dari masing-masing

isolat khamir. Waktu volume pengembangan adonan roti berhubungan dengan fermentasi yang dilakukan oleh masing-masing isolat khamir. Menurut literatur Wardani (2021), waktu inkubasi 2 kali volume pengembangan adonan roti memberikan tekstur roti yang baik. Waktu inkubasi mempengaruhi volume roti tawar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan waktu inkubasi menjadi penentu dari jumlah gas karbon dioksida yang diproduksi dalam proses fermentasi adonan roti. Gas karbon dioksida hasil dari proses fermentasi oleh khamir berperan dalam mengembangkan adonan roti bersama dengan gluten yang ada pada tepung terigu. Apabila waktu fermentasi terlalu lama, khamir yang terlibat dalam fermentasi adonan roti tidak maksimal dalam mengembangkan adonan karena berkurangnya substrat dari khamir itu sendiri. Apabila waktu fermentasi terlalu cepat maka adonan roti tidak dapat mengembang. Waktu inkubasi yang terlalu lama atau terlalu cepat dapat menyebabkan tekstur menjadi kasar dan warna menjadi pucat.

Selain itu waktu fermentasi yang lama mengakibatkan kadar alkohol di dalam adonan roti tersebut meningkat. Alkohol termasuk salah satu hasil dari proses fermentasi adonan roti yang melibatkan khamir. Menurut Santi (2008), semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi juga kadar alkohol yang dihasilkan. Menurut Kurniawan dkk (2014), semakin lama waktu fermentasi maka jumlah sel khamir semakin menurun dan menuju fase kematian. Hal tersebut disebabkan oleh kadar alkohol yang semakin meningkat dan subtract untuk pertumbuhan khamir yang ada semakin berkurang

Proses fermentasi khamir dalam adonan roti dapat mempengaruhi kemampuan adonan untuk mengembang. Khamir dapat mengembangkan adonan lebih cepat apabila khamir berada di fase eksponensial. Pada fase eksponensial,

terjadi pertumbuhan jumlah sel khamir dan juga peningkatan yang signifikan karena sel-sel baru terus diproduksi. Pertumbuhan sel khamir menjadi tanda bahwa sel khamir itu aktif. Apabila sel khamir aktif maka akan memproduksi gas karbondioksida sehingga menyebabkan adonan roti mengembang. Hal ini sesuai dengan literatur Sitepu (2019), pertumbuhan sel khamir yang optimal dapat menghasilkan adonan roti yang mengembang dengan baik. Menurut Justicia dkk (2012) adonan roti yang baik yaitu adonan roti yang mempunyai volume roti yang besar. Hal tersebut menandakan bahwa adonan roti mempunyai kemampuan yang baik dalam mengikat karbondioksida selama fermentasi.

Pada penelitian Putri dkk (2022) yang melakukan pengujian volume pengembangan roti manis dari tepung komposit dengan menggunakan ragi instan memiliki rata-rata volume pengembangan terendah yaitu 47.70 dan rata-rata volume pengembangan tertinggi yaitu 447.13 sedangkan pada penelitian ini rata-rata volume pengembangan terendah yaitu 127.17 dan rata-rata volume pengembangan tertinggi yaitu 239.28. Apabila dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan isolat ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) pada penelitian ini, rata-rata volume pengembangan roti dari penelitian Putri dkk (2022) nilainya tidak jauh berbeda dari rata-rata volume pengembangan roti yang didapatkan pada penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan masing-masing isolat khamir mampu menjalankan tugasnya dengan baik dalam fermentasi adonan roti. Menurut Shabrina (2017), adonan roti yang mengalami fermentasi baik akan memiliki kemampuan mengembang yang baik. Menurut Parwiyanti dkk (2018), semakin besar nilai volume adonan maka pengembangan rotinya semakin baik.

Menurut Saputra dkk (2016), proses pengembangan adonan roti merupakan suatu proses sinkron dengan peningkatan volume sebagai akibat bertambahnya gas-gas yang terbentuk sebagai hasil fermentasi. Menurut Wijayanti (2007), tingkat pengembangan adonan erat kaitannya dengan kemampuan adonan menahan gelembung-gelembung karbon dioksida selama proses fermentasi dan dipengaruhi oleh jumlah air yang diikat oleh adonan. Menurut Fu *et al.* (2015), jaringan gluten yang dibangun dengan baik akan mempertahankan gas yang diproduksi oleh khamir selama fermentasi sehingga menghasilkan produk dengan volume roti yang baik. Menurut Muthoharoh & Sutrisno (2017), menyatakan bahwa adanya gluten pada adonan dapat berfungsi untuk memerangkap gas karbon dioksida sehingga menyebabkan adonan menjadi mengembang.

Peran khamir berkaitan dengan tekstur dan warna roti. Khamir dapat memberikan tekstur yang empuk dan dapat memberikan warna coklat pada roti. Menurut Sitepu (2019), peran penting khamir dalam fermentasi pembuatan roti yaitu menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah yang cukup sehingga adonan roti dapat mengembang menyebabkan tekstur roti menjadi kenyal dan empuk setelah dipanggang. Khamir yang mampu membantu dalam proses konversi pati menjadi gula yang mana gula pereduksi bereaksi dengan gugus amin pada suhu yang tinggi dan menghasilkan warna coklat. Menurut Munteanu *et al.*,(2019), khamir yang dibutuhkan merupakan khamir yang dapat memfermentasikan kandungan gula pada adonan roti dengan baik guna melakukan fermentasi alkoholik dengan hasil karbon dioksida yang dapat mengembangkan adonan roti secara maksimal.

## 4.2.2 Tekstur Roti

Menurut Burey *et al* (2009), tekstur merupakan perwujudan sifat sensorik dan fungsional dari sifat struktural, mekanik, dan permukaan makanan yang dapat dirasakan oleh panca indra. Menurut Lassoued *et al* (2008), pengukuran instrumental dilakukan untuk mengukur sensoris tekstur. Berdasarkan analisis uji ANOVA, setiap sampel memiliki nilai rata-rata yang berbeda karena nilai Sig. <0.05. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki pengaruh terhadap hasil uji tekstur roti. Hasil uji tekstur roti pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.* dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) ditampilkan pada tabel 4.5.

**Tabel 4. 5.. Hasil analisis tekstur roti**

Sampel	Hardness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness (gs)	Gumminess (g)
K+	36.79±31.64 <sup>bc</sup>	0.29±0.26 <sup>ab</sup>	0.0473±0.08 <sup>ab</sup>	10.18±16.14 <sup>ab</sup>
K-	200.80±101.08 <sup>d</sup>	0.32±0.19 <sup>ab</sup>	-0.027±0.05 <sup>ab</sup>	50.75±31.97 <sup>c</sup>
CS	12.64±2.63 <sup>ab</sup>	0.47±0.21 <sup>ab</sup>	-0.0012±0.001 <sup>ab</sup>	5.92±1.15 <sup>ab</sup>
C	16.79±1.70 <sup>ab</sup>	0.47±0.23 <sup>ab</sup>	-0.0018±0.002 <sup>ab</sup>	7.89±1.001 <sup>ab</sup>

Keterangan: Data tekstur roti terdiri dari 5 kali ulangan dan ± menunjukkan standar deviasi. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil  $\alpha=5\%$   
 CS = *Candida sanyaensis*; C = *Candida sp.*; K+= *Saccharomyces cerevisiae*;  
 K-= tanpa khamir

### 4.2.2.1 Hardness (Kekerasan)

*Hardness* merupakan ukuran kekuatan yang diperlukan untuk memecahkan kerak dan daging roti. Semakin tinggi nilai *hardness*, semakin sulit roti dipecahkan atau ditembus oleh alat *texture analyzer*. Rata-rata nilai *hardness* pada isolat khamir

*Candida sanyaensis* yaitu 12.64 dan rata-rata nilai *hardness* pada isolat khamir *Candida* sp. yaitu 16.79. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *hardness* yaitu 36.79 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *hardness* yaitu 200.80. Nilai *hardness* tertinggi diperoleh oleh kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan nilai *hardness* terendah diperoleh oleh isolat khamir *Candida sanyaensis*.

Berdasarkan nilai *hardness* (kekerasan), roti yang memiliki tekstur lebih keras secara berturut-turut yaitu roti pada perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir), roti pada perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), roti pada perlakuan isolat khamir *Candida* sp., dan roti pada perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis*. Hal ini sesuai dengan literatur Haliza dkk (2012), yang mengatakan bahwa semakin tinggi nilai *hardness* maka semakin keras tekstur roti yang dihasilkan. Menurut Gomez *et al* (2010), nilai kekerasan berkorelasi negatif dengan volume adonan roti. Apabila volume adonan roti rendah maka memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi.

Pada penelitian Iswara dkk (2019) yang melakukan pengujian tekstur roti manis dari tepung, pati, serat dan pigmen antosianin ubi jalar ungu dengan menggunakan ragi instan memiliki nilai *hardness* terendah yaitu 330.25 dan nilai *hardness* tertinggi yaitu 1000.0 sedangkan pada penelitian ini nilai *hardness* terendah yaitu 12.64 dan nilai *hardness* tertinggi yaitu 200.80. Apabila dibandingkan dengan kontrol positif (isolat ragi instan) yang digunakan pada penelitian ini, tekstur roti dari penelitian Iswara dkk (2019) dari parameter *hardness* nilainya jauh berbeda dari nilai *hardness* yang didapatkan pada penelitian ini. Penyebab utama terjadi perbedaan nilai tersebut karena penelitian Iswara dkk

(2019) memiliki komposisi adonan roti yang berbeda dengan penelitian ini. Pada penelitian Iswara dkk (2019) selain tepung juga ditambahkan serat dan pati ubi jalar ungu.

Menurut Gomez *et al* (2010), adanya penambahan bahan mengandung komponen selain gluten kedalam campuran adonan roti menyebabkan terhambatnya pembentukan struktur tiga dimensi dari gluten karena komponen-komponen ini dapat menghambat proses hidrasi yang dibutuhkan pada tahap awal pembentukan jaringan gluten dan berakibat pada melemahnya struktur gluten. Lemahnya struktur adonan ini dapat menurunkan sifat viskoelastis dari adonan, sehingga pembentukan sel gas selama *proofing* akan terhambat yang berakibat pada menurunnya volume roti, membentuk struktur roti yang lebih padat. Hal ini menyebabkan peningkatan kekerasan roti maka nilai *hardness* akan semakin meningkat.

#### **4.2.2.2 Cohesiveness (Kekompakan)**

*Cohesiveness* merupakan ukuran kekuatan ikatan internal yang mempertahankan daging roti. Semakin tinggi nilai *cohesiveness*, semakin padat dan kuat ikatan internal daging roti. Rata-rata nilai *cohesiveness* pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu 0.47 dan rata-rata nilai *cohesiveness* pada isolat khamir *Candida sp.* yaitu 0.47. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *cohesiveness* yaitu 0.29 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *cohesiveness* yaitu 0.32. Nilai *cohesiveness* tertinggi diperoleh oleh isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida sp.* Nilai *cohesiveness* terendah diperoleh oleh kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Berdasarkan nilai *cohesiveness* (kekompakan), roti yang memiliki struktur yang lebih padat secara berturut-turut yaitu roti pada perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), roti pada perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir), roti pada perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. Hal ini sesuai dengan literatur Dürrenberger *et al* (2001), yang mengatakan bahwa semakin rapuh struktur roti maka nilai *cohesiveness* akan menurun dengan *cohesiveness* rendah akan menghasilkan struktur roti yang lebih padat.

Pada penelitian Iswara *dk* (2019) yang melakukan pengujian tekstur roti manis dari tepung, pati, serat dan pigmen antosianin ubi jalar ungu dengan menggunakan ragi instan memiliki nilai *cohesiveness* terendah yaitu 0.17 dan nilai *cohesiveness* tertinggi yaitu 0.23 sedangkan pada penelitian ini nilai *cohesiveness* terendah yaitu 0.29 dan nilai *cohesiveness* tertinggi yaitu 0.47. Menurut Shaliha *dkk* (2017), apabila *cohesiveness* semakin tinggi maka keutuhan atau kekompakan bahan semakin tinggi. Menurut Dürrenberger *et al* (2001), peningkatan kekerasan menyebabkan menurunnya kekompakan dari struktur roti.

#### **4.2.2.3 Adhesiveness (Kelengketan)**

*Adhesiveness* merupakan ukuran kekuatan yang diperlukan untuk memisahkan roti dari gigi atau lidah. Semakin tinggi nilai *adhesiveness*, semakin lengket roti pada gigi atau lidah. Rata-rata nilai *adhesiveness* pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu -0.0012 dan rata-rata nilai *adhesiveness* pada isolat khamir *Candida* sp. yaitu -0.0018. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *adhesiveness* yaitu 0.0473 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *adhesiveness* yaitu -0.027. Nilai *adhesiveness* tertinggi diperoleh



oleh kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Nilai *adhesiveness* terendah diperoleh oleh kontrol negatif (tanpa isolat khamir). Berdasarkan nilai *adhesiveness* (kelengketan), roti yang memiliki kelengketan tinggi secara berturut-turut yaitu roti pada perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), roti pada perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan roti pada perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir).

Menurut literatur Kuswardani dkk (2008), nilai *adhesiveness* yang tinggi berbanding lurus dengan sifat lengket yang semakin tinggi. Menurut Shaliha dkk (2017), semakin tinggi *adhesiveness* maka semakin tinggi daya lengket dari bahan. Roti dengan perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki daya lengket yang tertinggi karena memiliki *adhesiveness* yang tertinggi. Pada penelitian Iswara dk (2019) yang melakukan pengujian tekstur roti manis dari tepung, pati, serat dan pigmen antosianin ubi jalar ungu dengan menggunakan ragi instan memiliki nilai *adhesiveness* terendah yaitu -2412.65 dan nilai *adhesiveness* tertinggi yaitu -480.12 sedangkan pada penelitian ini nilai *adhesiveness* terendah yaitu -0.027 dan nilai *adhesiveness* tertinggi yaitu 0.0473.

#### **4.2.2.4 Gumminess (Kekenyalan)**

*Gumminess* merupakan energi yang diperlukan untuk mengunyah dan memecah roti menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Semakin tinggi nilai *gumminess*, semakin sulit roti dikunyah dan diproses menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Rata-rata nilai *gumminess* pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu 5.92 dan rata-rata nilai *gumminess* pada isolat khamir *Candida* sp. yaitu 7.89. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *gumminess* yaitu 10.18 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *gumminess* yaitu 50.75.

Nilai *gumminess* tertinggi diperoleh oleh kontrol negatif (tanpa isolat khamir). Nilai *gumminess* terendah diperoleh oleh isolat khamir *Candida sanyaensis*. Berdasarkan nilai *gumminess* (kekenyalan), roti yang memiliki kekenyalan rendah secara berturut-turut yaitu roti pada perlakuan kontrol negatif (tanpa isolat khamir), kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), roti pada perlakuan isolat khamir *Candida* sp. dan roti pada perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis*. Hal ini sesuai dengan literatur Indiarso dkk (2012), yang mengatakan bahwa semakin rendah *hardness* dan semakin tinggi *cohesiveness* maka *gumminess*nya semakin rendah.

Menurut Trinh & Glasgow (2012), nilai *gumminess* dapat dihitung dengan mempertimbangkan nilai dari *hardness* dan *cohesiveness* dengan cara mengalikan keduanya sehingga didapatkan nilai *gumminess* ( $Hardness \times Cohesiveness$ ). Menurut Indiarso dkk., (2012), *gumminess* merupakan karakteristik dari bahan pangan semipadat dengan *hardness* rendah dan *cohesiveness* yang tinggi. Pada penelitian Iswara dk (2019) yang melakukan pengujian tekstur roti manis dari tepung, pati, serat dan pigmen antosianin ubi jalar ungu dengan menggunakan ragi instan memiliki nilai *gumminess* terendah yaitu 53.09 dan nilai *gumminess* tertinggi yaitu 329.53 sedangkan pada penelitian ini nilai *gumminess* terendah yaitu 5.92 dan nilai *gumminess* tertinggi yaitu 50.75. Menurut lee & Joo (2012), terjadinya peningkatan nilai *gumminess* mungkin disebabkan karena peningkatan kekerasan yang semakin tinggi. Apabila kekerasan roti meningkat, maka energi yang diperlukan untuk menghancurkan suatu sampel akan semakin tinggi, sehingga energi yang diperlukan untuk mengunyah roti tersebut akan semakin besar.

Berdasarkan analisis uji lanjut DMRT, kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki perbedaan pada nilai *hardness* dan *gumminess* dengan isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *hardness* yang tidak tinggi sehingga tekstur roti yang dihasilkan tidak keras atau empuk, nilai *cohesiveness* yang rendah sehingga memiliki struktur yang lebih padat, nilai *adhesiveness* yang tinggi sehingga memiliki kelengketan tinggi dan nilai *gumminess* yang rendah sehingga memiliki kekenyalan rendah. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *hardness*, *cohesiveness*, *adhesiveness*, dan *gumminess* yang mendekati sama. Oleh karena itu dapat dikatakan kualitas roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. memiliki tekstur yang empuk dan mudah dikunyah seperti kualitas roti hasil fermentasi kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*).

Menurut literatur Paramitha dkk (2022), beberapa jenis khamir seperti *Saccharomyces* dan *Candida* memiliki kemampuan dalam menghasilkan tekstur yang lembut. Khamir berperan dalam proses fermentasi pada pembuatan roti. Aktivitas fermentasi khamir menghasilkan gas karbon dioksida yang membentuk gelembung-gelembung udara dalam adonan roti. Hal ini berkontribusi pada tekstur yang berpori dan empuk pada roti. Khamir berkontribusi pada pengembangan gluten dalam adonan roti. Gluten memberikan kekuatan dan elastisitas pada adonan yang mempengaruhi tekstur roti. Khamir yang aktif dapat membantu adonan menjadi lebih elastis dan menghasilkan roti yang lebih kenyal. Menurut Marleen (2002), nilai tekstur yang semakin besar menunjukkan bahwa roti tawar memiliki

tekstur semakin keras. Penurunan kandungan gluten dalam adonan roti tawar yang menyebabkan adonan lebih bersifat hidrofilik, sehingga terjadi interaksi lebih kuat diantara granula pati. Tekstur roti tawar erat hubungannya dengan pengkristalan fraksi amilopektin yang berlangsung secara perlahan-lahan setelah roti selesai dipanggang. Menurut Wahyudi (2003), gluten dalam pembuatan roti berfungsi untuk memerangkap dan menahan gas sehingga roti dapat mengembang dengan struktur berongga-rongga halus dan seragam serta tekstur lembut dan elastis.

#### 4.2.3 Warna Roti

Menurut Gonzales *et al* (2020), parameter warna biasanya digambarkan dengan nilai  $L^*$  (*lightness*/kecerahan), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan) dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan). Nilai *lightness* menunjukkan perubahan kecerahan dengan nilai positif (+) berarti cerah, nilai negatif (-) berarti gelap. Nilai  $a^*$  menunjukkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai positif (+) berarti merah, nilai negatif (-) berarti hijau. Nilai  $b^*$  menunjukkan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai positif (+) berarti kuning, nilai negatif (-) berarti biru (Soewarno, 1990; Souripet, 2015). Berdasarkan analisis uji ANOVA, setiap sampel memiliki nilai rata-rata yang berbeda karena nilai Sig. <0.05. Isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (isolat ragi instan) memiliki pengaruh terhadap hasil uji warna roti. Hasil uji warna roti pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) ditampilkan pada tabel 4.6.

**Tabel 4. 6. Hasil analisis warna roti**

Sampel	Lightness (%)	Nilai a*	Nilai b*
K+	63.7±2.97 <sup>e</sup>	11.56±2.44 <sup>a</sup>	24.32±1.98 <sup>bc</sup>
K-	61.08±2.27 <sup>e</sup>	10.84±1.01 <sup>a</sup>	20.98±1.08 <sup>bc</sup>
CS	54.86±9.07 <sup>d</sup>	11.66±2.26 <sup>a</sup>	21.76±4.75 <sup>bc</sup>
C	52.64±9.99 <sup>d</sup>	10.28±1.95 <sup>a</sup>	19.12±3.80 <sup>b</sup>

Keterangan: Data warna roti terdiri dari 5 kali ulangan dan ± menunjukkan standar deviasi. angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil  $\alpha=5\%$   
 CS = *Candida sanyaensis*; C = *Candida sp.*; K<sup>+</sup> = *Saccharomyces cerevisiae*;  
 K<sup>-</sup> = tanpa isolat khamir

#### 4.2.3.1 Lightness (Kecerahan)

Rata-rata nilai *lightness* pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu 54.86 dan rata-rata nilai *lightness* pada isolat khamir *Candida sp.* yaitu 52.64. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *lightness* yaitu 63.7 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *lightness* yaitu 61.08. Nilai *lightness* tertinggi diperoleh oleh kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan nilai *lightness* terendah diperoleh oleh isolat khamir *Candida sp.* Berdasarkan nilai *lightness* pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida sp.*, kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) maka warna roti pada masing-masing sampel termasuk kategori *lightness* yang cerah karena hasil nilainya positif (+).

#### 4.2.3.2 Nilai a\* (Derajat kemerahan/kehijauan)

Rata-rata nilai *a\** pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu 11.66 dan rata-rata nilai nilai *a\** pada isolat khamir *Candida sp.* yaitu 10.28. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai *a\** yaitu 11.56 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai *a\** yaitu 10.84. Nilai *a\** tertinggi diperoleh oleh isolat

khamir *Candida* sp., dan nilai  $a^*$  terendah diperoleh oleh isolat khamir *Candida sanyaensis*. Berdasarkan nilai  $a^*$  pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) maka warna roti pada masing-masing sampel termasuk kategori derajat kemerahan karena hasil nilainya positif (+).

#### 4.2.3.3 Nilai $b^*$ (Derajat kekuningan/kebiruan)

Rata-rata nilai  $b^*$  pada isolat khamir *Candida sanyaensis* yaitu 21.76 dan rata-rata nilai nilai  $b^*$  pada isolat khamir *Candida* sp. yaitu 19.12. Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki nilai  $b^*$  yaitu 24.32 dan kontrol negatif (tanpa isolat khamir) memiliki nilai  $b^*$  yaitu 20.98. Nilai  $b^*$  tertinggi diperoleh oleh kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) dan nilai  $b^*$  terendah diperoleh oleh isolat khamir *Candida* sp. Berdasarkan nilai  $b^*$  pada isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp., kontrol negatif (tanpa isolat khamir) dan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) maka warna roti pada masing-masing sampel termasuk kategori derajat kekuningan karena hasil nilainya positif (+).

Pada penelitian ini, nilai *lightness* (kecerahan), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan) terendah didapatkan oleh roti dengan perlakuan *Candida* sp. sedangkan nilai *lightness* (kecerahan), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan) tertinggi didapatkan oleh roti dengan perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*). Menurut literatur Weaver & Daniel (2003), semakin tinggi intensitas warna roti akibat reaksi *maillard* maka semakin rendah nilai *lightness* (kecerahan), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan), dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan) roti tersebut. Roti yang menggunakan isolat khamir

*Candida* sp. lebih berwarna kecoklatan daripada roti dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan intensitas warna yang dihasilkan oleh reaksi *maillard* pada adonan roti tersebut tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi reaksi *maillard* pada adonan roti yaitu gula pereduksi seperti fruktosa. Isolat khamir *Candida* sp. mampu memfermentasi beberapa jenis karbohidrat salah satu diantaranya fruktosa. Fruktosa merupakan gula reduksi yang berperan secara aktif dalam reaksi *maillard* dan mempengaruhi sifat fisikokimia produk roti akhir.

Menurut literatur Durmaz *et al.*, (2020), semakin positif nilai  $a^*$  maka menunjukkan warna yang semakin merah sedangkan semakin negatif nilai  $a^*$  maka menunjukkan warna yang semakin hijau. Semakin tinggi nilai  $b^*$  maka menunjukkan warna yang semakin kuning sedangkan semakin rendah nilai  $b^*$  menunjukkan warna yang semakin biru. Nilai warna semakin besar menunjukkan warna semakin cerah (100,0) dan nilai warna semakin kecil menunjukkan warna semakin gelap (0,0). Penjabaran lebih lanjut terkait presentase warna pada derajat kemerahan/kehijauan dan derajat kekuningan/kebiruan ditampilkan pada tabel 4.7.

**Tabel 4. 7. Presentase warna**

Sampel	% X	% Y	% Z
K+	44,7%	4%	18,4%
K-	41%	3,7%	19%
CS	33%	3%	13%
C	30%	2,7%	13,3%

Keterangan: % X = kemerahan; % Y = kehijauan; % Z = kebiruan

CS = *Candida sanyaensis*; C = *Candida* sp.; K<sup>+</sup> = *Saccharomyces cerevisiae*;

K<sup>-</sup> = tanpa isolat khamir

Berdasarkan tabel 4.7 roti dengan perlakuan kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) mengarah pada kadar warna kemerahan (% X) sebesar 44,7%, mengarah pada kadar warna kehijauan (% Y) sebesar 4%, dan mengarah pada kadar warna kebiruan (% Z) sebesar 18,4%. Roti dengan perlakuan isolat negatif (tanpa isolat khamir) mengarah pada kadar warna kemerahan (% X) sebesar 41%, mengarah pada kadar warna kehijauan (% Y) sebesar 3,7%, dan mengarah pada kadar warna kebiruan (% Z) sebesar 19%. Roti dengan perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis* mengarah pada kadar warna kemerahan (% X) sebesar 33%, mengarah pada kadar warna kehijauan (% Y) sebesar 3%, dan mengarah pada kadar warna kebiruan (% Z) sebesar 13%. Roti dengan perlakuan isolat khamir *Candida* sp. mengarah pada kadar warna kemerahan (% X) sebesar 30%, mengarah pada kadar warna kehijauan (% Y) sebesar 2,7%, dan mengarah pada kadar warna kebiruan (% Z) sebesar 13,3%.

Berdasarkan hasil analisis uji lanjut DMRT pada tabel 4.6, nilai *lightness* (kecerahan) dari kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*) termasuk kategori cerah karena bernilai positif (+), nilai  $a^*$  (derajat kemerahan/kehijauan) yang termasuk kategori merah karena bernilai positif (+) dan nilai  $b^*$  (derajat kekuningan/kebiruan) yang termasuk kategori kuning karena bernilai positif (+). Kontrol positif (*Saccharomyces cerevisiae*), isolat khamir *Candida sanyaensis* dan isolat khamir *Candida* sp. termasuk dalam kelompok yang sama (ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama) sehingga memiliki nilai *lightness*, nilai  $a^*$ , nilai  $b^*$  yang mendekati sama. Oleh karena itu dapat dikatakan kualitas roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis*, isolat khamir *Candida* sp. memiliki warna coklat



terang yang sama seperti kualitas roti hasil fermentasi kontrol positif (isolat ragi instan).

Pada penelitian Putri dkk (2022) yang melakukan pengujian volume pengembangan roti manis dari tepung komposit dengan menggunakan ragi instan memiliki nilai *lightness* terendah yaitu 30.29 dan nilai *lightness* tertinggi yaitu 79.41. Hal ini berdasarkan kontribusi dari nilai  $a^*$  dan nilai  $b^*$ . Nilai  $a^*$  terendah yaitu -2.13 dan nilai  $a^*$  tertinggi yaitu 6.84. Nilai  $b^*$  terendah yaitu 13.7 dan nilai  $b^*$  tertinggi yaitu 29.39. Pada penelitian ini nilai *lightness* terendah yaitu 52.64 dan nilai *lightness* tertinggi yaitu 63.7. Hal ini berdasarkan kontribusi dari nilai  $a^*$  dan nilai  $b^*$ . Nilai  $a^*$  terendah yaitu 10.28 dan nilai  $a^*$  tertinggi yaitu 11.66. Nilai  $b^*$  terendah yaitu 19.12 dan nilai  $b^*$  tertinggi yaitu 24.32.

Apabila dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan kontrol positif (isolat ragi instan) pada penelitian ini, nilai *lightness* dari penelitian Putri dkk (2022) nilainya tidak jauh berbeda dari nilai *lightness* yang didapatkan pada penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan pada proses pemanggangan roti terjadi reaksi *maillard* dan karamelisasi. Menurut Sitepu (2019), reaksi *maillard* yaitu reaksi yang terjadi antara gugus amin pada asam amino dengan gula pereduksi pada suhu yang tinggi sehingga menimbulkan warna coklat. Karamelisasi gula yaitu degradasi gula akibat pemanasan di atas titik leburnya sehingga berubah warna menjadi coklat.

### **4.3 Perspektif Islam Tentang Penelitian**

Islam merupakan agama yang bersifat komprehensif dan universal. Komprehensif berarti syariat Islam merangkum seluruh aspek kehidupan baik hubungan manusia dengan Allah SWT (*Hablum Minallah*), hubungan manusia

dengan sesama (*Hablum Minannas*) dan hubungan manusia dengan lingkungan (*Hablum Minal'alam*).

#### 4.3.1 *Hablum Minallah*

Islam mempunyai pandangan tersendiri terkait upaya pemanfaatan makhluk hidup seperti tanaman. Allah SWT berkuasa menumbuhkan tanaman yang buahnya beraneka ragam. Semuanya berasal dari air yang sama, namun dengan hasil yang berbeda bentuk, jenis, rasa, warna, dan bau. Buah-buahan tersebut dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia. Hal tersebut dijelaskan dalam QS: An-Nahl [16] : 11 yang berbunyi:

يُنْبِثُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الشَّمْرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً  
لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “*Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir*”. (QS: An-Nahl [16] : 11)

Berdasarkan tafsir ilmi, ayat diatas menunjukkan bahwa Allah SWT menurunkan air dari langit yang dapat menumbuhkan tanaman-tanaman. Tanaman-tanaman tersebut menghasilkan zaitun, kurma, anggur, dan jenis buah-buahan lainnya. Biji-bijian (baik itu berkeping satu maupun berkeping dua) yang terletak di permukaan tanah kemudian dibasahi air hujan dan lama-kelamaan biji tersebut merekah. Akarnya keluar menembus permukaan tanah serta tumbuhlah batang dan dedaunan. Kemudian berkembang menjadi besar, berbunga dan berbuah. Biji-bijian yang hampir sama bentuknya dapat menghasilkan tanaman yang beraneka ragam serta buah-buahan yang bermacam-macam bentuk, warna dan rasanya (Lajnah Pentashihan Al-Qur'an, 2011).

Orang yang menyaksikan hal tersebut tentunya akan melihat bahwa pencipta dari segala macam tanaman itu pasti Zat Yang Maha Sempurna yang tidak bisa disaingi oleh zat-zat yang lain. Segala macam nikmat yang diturunkan baik secara langsung ataupun tidak langsung merupakan bukti kebenaran bahwa sesungguhnya tidak ada tuhan kecuali Allah SWT. Bukti-bukti itu dapat diketahui oleh orang-orang yang memperhatikan dan memikirkan tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Maka dari itu manusia sebagai makhluk yang diberikan akal pikiran oleh Allah SWT hendaknya dapat memanfaatkan akal pikiran tersebut untuk memanfaatkannya secara baik dan benar. Penjelasan tersebut sebagaimana tercantum dalam QS: Ali-'Imran [3] : 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka"*. (QS: Ali-'Imran [3] : 190-191)

Ayat tersebut dalam tafsir al-Misbah menjelaskan bahwa orang yang berakal adalah orang yang melakukan dua hal yaitu *tadzakkur* yang mana mengingat Allah SWT dengan ucapan atau hati dalam situasi dan kondisi saat bekerja atau istirahat, sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring, dan *tafakkur* memikirkan ciptaan Allah SWT yaitu kejadian di alam semesta. Dengan melakukan dua hal tersebut ia sampai kepada hikmah yang berada di balik proses mengingat dan

berpikir yaitu mengetahui memahami menghayati bahwa di balik fenomena alam dan segala sesuatu yang ada di dalamnya menunjukkan adanya sang pencipta, Allah SWT (Shihab, 2009).

Menurut tafsir *fidzilalil qur'an*, orang yang memiliki pemikiran dan pemahaman yang benar disebut *ulul albab*. Orang *ulul albab* tersebut membuka pandangannya untuk menerima ayat-ayat Allah SWT pada alam semesta, tidak memasang penghalang-penghalang, dan tidak menutup jendela-jendela antara mereka dan ayat-ayat ini. Orang *ulul albab* menghadap kepada Allah SWT dengan sepenuh hati sambil berdiri, duduk dan berbaring. Maka terbukalah mata (pandangan) orang *ulul albab* tersebut menjadi lembutlah pengetahuan mereka, berhubungan dengan hakikat alam semesta yang dititipkan Allah SWT kepadanya, dan mengerti tujuan keberadaannya, alasan ditumbuhkannya, dan unsur-unsur yang menegakkan fitrahnya demi ilham yang menghubungkan antara hati manusia dan undang-undang alam ini (Yasin & Basyarahil, 2002).

Ciri-ciri *ulul albab* yaitu orang-orang yang selalu mengedepankan aktivitas berpikir. Allah SWT menyuruh umat manusia untuk memikirkan gejala dan fenomena alam yang terjadi karena dengan memikirkan hal tersebut, manusia akan sampai pada pengetahuan tentang hukum-hukum alam yang dapat dikembangkan menjadi teknologi yang berguna bagi kehidupan manusia dan pada tingkatan yang lebih tinggi akan mengantarkan manusia kepada suatu keyakinan bahwa gejala dan fenomena tersebut pada hakikatnya telah diatur oleh Allah SWT. Seperti halnya Allah SWT menciptakan tanaman yang mana dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Kemudian manusia menerapkannya dalam salah satu bidang ilmu pengetahuan yaitu mikrobiologi pangan. Tanaman tersebut dijadikan sumber

bahan baku alami yaitu khamir endofit yang dapat diaplikasikan dalam industri roti. Pemanfaatan isolat khamir endofit hasil isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) dalam industri roti yaitu sebagai agen pengembang adonan roti. Hal ini tentunya menjadi suatu bentuk pengimplementasian dari salah satu ayat Al-Qur'an yaitu QS: Al-'Imran [3] : 190-191.

#### 4.3.2 *Hablum Minannas*

Pemanfaatan isolat khamir endofit hasil isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) tersebut termasuk wujud nyata dalam hal hubungan manusia dengan sesama (*Hablum Minannas*). Manusia pada hakikatnya tidak dapat mencukupi kebutuhannya sendiri. Hal ini dikarenakan manusia termasuk makhluk sosial yang pasti membutuhkan bantuan orang lain. Maka dari itu dalam kehidupan ini hendaknya manusia memiliki hubungan yang baik antar sesama salah satunya dapat dimulai dari kebiasaan saling tolong-menolong. Adapun firman Allah SWT terkait hal tersebut terdapat dalam QS: Al-Maidah [5] : 2 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تُحِلُّوا شَعِيرَ اللَّهِ وَلَا الشَّهْرَ الْحَرَامَ وَلَا الْهَدْيَ وَلَا الْقَلَئِدَ وَلَا ءَامِينَ الْبَيْتِ الْحَرَامِ يَبْتَغُونَ فَضْلًا مِّن رَّبِّهِمْ وَرِضْوَانًا وَإِذَا حَلَلْتُمْ فَاصْطَادُوا وَلَا يَجْرِمَنَّكُمْ شَنَا ءِ أَن قَوْمٍ ءَان صَدُّوْكُمْ عَنِ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ أَن تَعْتَدُوا وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٢﴾

Artinya: “Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu melanggar syi'ar-syi'ar Allah, dan jangan melanggar kehormatan bulan-bulan haram, jangan (mengganggu) binatang-binatang had-ya, dan binatang-binatang qalaa-id, dan jangan (pula) mengganggu orang-orang yang mengunjungi Baitullah sedang mereka mencari kurnia dan keridhaan dari Tuhannya dan apabila kamu telah menyelesaikan ibadah haji, maka bolehlah berburu. Dan janganlah sekali-kali kebencian(mu) kepada sesuatu kaum karena mereka menghalang-halangi kamu dari Masjidilharam, mendorongmu berbuat aniaya (kepada mereka). Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-

*menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya.”. (QS: Al-Maidah [5] : 2)*

Ayat di atas dipahami oleh sebagian ulama bahwa sikap saling tolong-menolong merupakan salah satu bentuk kebaikan yang akan meningkatkan ketakwaan kepada Allah SWT. Sikap tersebut bukan hanya terbatas pada persoalan yang bersifat materil akan tetapi dapat pula mencakup pada persoalan yang bersifat non-materil. Dalam konteks masyarakat Indonesia misalnya, sikap ini sering dikenal dengan istilah “gotong royong”. Budaya gotong-royong telah dipraktikkan secara turun temurun sejak nenek moyang terdahulu hingga sampai saat ini (Fauroni, 2003).

Bentuk dari pengimplementasian sikap saling tolong-menolong yaitu mampu kerja sama dengan baik. Topik penelitian yang penulis angkat ini akan kerja sama dengan peneliti sebelumnya dalam hal pemanfaatan isolat khamir endofit hasil isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) guna dimanfaatkan dalam bidang ilmu mikrobiologi pangan. Secara khususnya, isolat khamir endofit hasil isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) akan dimanfaatkan dalam industri roti guna memenuhi kebutuhan khamir roti yang selama ini masih bergantung pada ragi *import*. Hal tersebut tentunya mendorong para peneliti untuk berusaha memberikan solusi terbaik terkait masalah tersebut salah satunya dengan memberikan alternatif lain yaitu dengan memanfaatkan sumber daya alam seperti tanaman. Indonesia sendiri termasuk negara megabiodiversitas dengan keanekaragaman hayatinya yang tinggi salah satunya seperti tanaman.

### 4.3.3 *Hablum Minal'alam*

Dalam memanfaatkan sumber daya alam hendaknya juga didukung oleh pelestarian alam sekitar. Manusia sebagai makhluk ciptaan Allah SWT yang diberikan akal pikiran hendaknya mampu berpikir terkait bagaimana caranya menjaga alam ini tetap seimbang. Keseimbangan alam yang masih tetap terjaga merupakan salah satu wujud bahwa manusia mampu menjadi *khalifah* yang baik di muka bumi ini. Adapun firman Allah SWT terkait hal tersebut terdapat dalam QS: Al-A'raf [7] : 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “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.” (QS: Al-A'raf [7] : 56)

Ayat diatas berisi anjuran bagi manusia untuk memelihara alam (tidak merusak lingkungan). Pelestarian lingkungan berhubungan erat dengan tugas manusia sebagai *khalifah* di muka bumi. *Kekhalifahan* ini mempunyai tiga unsur yang saling terkait, yaitu manusia sebagai *khalifah*, alam raya (bumi) sebagai tempat tinggal manusia dan hubungan antara manusia dengan alam (tugas-tugas kekhalfahan). Kemudian ditambah unsur keempat yang berada di luar, yaitu Allah SWT sebagai pemberi tugas kekhalfahan yang telah menundukkan alam semesta bagi manusia. Terkait dengan isu-isu permasalahan lingkungan, maka letak nilai melestarikan lingkungan terdapat pada unsur ketiga yaitu hubungan manusia dengan alam. Dalam hal ini akan dikategorikan menjadi dua bagian yaitu anjuran untuk memelihara alam dan kerusakan di bumi ini akibat ulah tangan manusia (Shihab, 2000).

Adapun bentuk implementasi dari salah satu ayat QS: Al-A'raf [7] : 56 yaitu dengan memanfaatkan tanaman dengan seperlunya dan ikut serta dalam melestarikan alam sekitar. Para peneliti dalam penelitian ini hanya memanfaatkan salah satu bagian tanaman yaitu buah Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) sehingga bagian tanaman yang lainnya masih tetap terjaga. Pemanfaatan salah satu bagian tanaman tersebut tidak tergolong pemanfaatan yang dilakukan secara besar-besaran karena tidak dilakukan secara berulang. Peneliti hanya memanfaatkan salah satu bagian tanaman yang mana salah satu bagian tanaman tersebut terdapat khamir endofit. Khamir endofit yang didapatkan dari salah satu bagian tanaman tersebut hanya perlu dikembangbiakkan dalam lingkungan laboratorium sehingga hal tersebut dapat membuat kondisi lingkungan alam tetap terjaga dengan baik



## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp memiliki kemampuan toleransi terhadap variasi suhu 30°C, 37°C, 45°C dan variasi konsentrasi etanol 10%, 13%, 15%. Isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp bersifat toleran terhadap suhu tinggi 45°C dan konsentrasi etanol tinggi 15%.
1. Tekstur dan warna roti hasil fermentasi isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp menyerupai tekstur dan warna roti hasil fermentasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang diisolasi dari ragi komersial. Roti yang dihasilkan oleh perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp memiliki tekstur roti yang empuk dan mudah dikunyah. Warna roti pada perlakuan isolat khamir *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp yaitu coklat terang.

### **5.2 Saran**

Saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan nilai kerapatan optik pada masa inkubasi 0 jam dan 48 jam perlu dilakukan guna mendapatkan data yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan pengoptimalan kondisi lingkungan pada khamir endofit sehingga sel hidup khamir setara dengan biomassa khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang diisolasi dari ragi komersial.

3. Pengujian lebih lanjut terkait aroma dan rasa perlu dilakukan guna menyempurnakan penelitian terkait kemampuan khamir endofit Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) sebagai pengembang adonan roti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah.2007. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Terjemahan oleh M.Abdul Ghoffar. Pustaka Imam Asy-syafi. Jakarta
- Aguilera, F., Peinado, R.A., Millan, C., Ortega, J.M., & Mauricio, J.C. 2006. Relationship between ethanol tolerance, H<sup>+</sup>-ATPase activity and the lipid composition of the plasma membrane in different wine yeast strains. *Int J of Food Microbiol*, 110(1): 34-42.
- Arwini, Ni Putu Decy. 2021. Roti, Pemilihan Bahan dan Proses Pembuatan. *Vastuwidya*. 4(1):36-39
- Asyikeen, Z. N., Ma'aruf, A. G., Sahilah, A. M., Khan, A. M., & Aida, W. W. 2013. A new source of *Saccharomyces cerevisiae* as a leavening agent in bread making. *IFRJ*. 20(2): 967-973
- Ashshoffa, F. N. D., & Yuliani. 2019. Pengaruh Media Propagasi MYE (*Malt Yeast Extract*) dan MS (*Murashige and Skoog*) terhadap Diameter dan Berat Talus Lichen *Parmelia sulcata* secara In Vitro. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*.8(3): 243-248.
- Astuti, Romiyatun Mijiling. 2015. Pengaruh Penggunaan Suhu Pengovenan terhadap Kualitas Roti Manis Dilihat dari Aspek Warna Kulit, Rasa, Aroma dan Tekstur. *TEKNOBUGA*. 2 (2)
- Arif, D. Z. 2019. Kajian Perbandingan Tepung Terigu (*Triticum aestivum*) dengan Tepung Jewawut (*Setaria italica*) terhadap Karakteristik Roti Manis. *PFTJ*.5(3): 180-189
- Anggorowati, D. A., & Purwati, P. 2015. Pengaruh Suhu dan Penambahan Nutrisi pada Proses Fermentasi untuk Pembuatan Bioethanol dari Sabut Kelapa. *Jurnal Ilmiah MITSU*.3(1) : 13-18
- Andragogi, V., Bintoro, V.P., & Susanti, S. 2019. Pengaruh Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Nilai Gizi Roti Manis. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(2):163-167
- BPS. 2022. *Rata-Rata Konsumsi Per Kapita Makanan dan Minuman Jadi Tahun 2017 - 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia
- Burey, P., Bhandari, B. R., Rutgers, R. P. G., Halley, P. J., & Torley, P. J. 2009. Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. *International Journal of Food Properties*.
- Birch, A. N., F.W.J., & B.A.S. Hansen. 2013. Expansion profiles of wheat doughs fermented by seven commercial baker's yeasts. *Journal of Cereal Science*.58(2) 318–323.
- Boboye, B & I. Dayo Owoyeni. (2009). Evaluation of Dough Sensory Properties Impacted by Yeasts Isolates from Cassava. *Journal of Applied Sciences*. 9 (4): 771-776.
- Bathula, S.R., B.V., R., & Gullaya, P.B. 2018. Extraction of gluten from food material. *MOJ Proteomics Bioinform*.7(3):199-203
- Chadwick, S. R., Pananos, A. D., Di Gregorio, S. E., Park, A. E., Etedali-Zadeh, P., Duennwald, M. L., & Lajoie, P. 2016. A Toolbox For Rapid Quantitative Assessment Of Chronological Lifespan And Survival In *Saccharomyces Cerevisiae*. *Traffic*.17(6): 689–703.

- Caspeta, L., & Nielsen, J. 2015. Thermotolerant yeast strains adapted by laboratory evolution show trade-off at ancestral temperatures and preadaptation to other stresses. *mBio*, 6:4
- Choudhary, J., Singh, S., & Nain L. 2016. Thermotolerant fermenting yeasts for simultaneous saccharification fermentation of lignocellulosic biomass. *Electron J Biotechnol* 21, 82– 92.
- Dalawai, N. Krupa, K. N., Nadkarni, S., Bharani, S., & Harinikumar, K. M. 2017. Screening of efficient ethanol tolerant yeast strain for production of ethanol. *Int J Pure App Biosci* 5:1, 744-752.
- Durmaz, Y., Kilicli, M., Toker, O.S., Konar, N., Palabiyik, I. & Tamtürk, F., 2020. Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties. *Algal Research*, 47, p.101811.
- Damayanti, E., Ichsyani, M., Istiqomah, L., Anggraeni, A. S., & Kurniadi, M. 2021. Fermentation of amylyolytic yeast and lactic acid bacteria to improve the quality of modified cassava. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1011(1). *IOP Publishing*. dan Terapan. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Dürrenberger, M. B., Handschin, S., Conde-Petit, B., & Escher, F. 2001. Visualization of Food Structure by Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM). *LWT - Food Science and Technology*.
- Dalton, A., Sugiyono & E.Syamsir. 2016. Pengaruh Penambahan Emulsifier terhadap Mutu Sensori Roti Tawar selama Penyimpanan. *JMP*. 3(2): 95
- Enquiry. 2014. Texture Analyzer. <http://www.bestech.com.au/texture-analyzers/com>. (Diakses tanggal 20 Agustus 2023 pukul 14.00 WIB)
- Fauroni, L. 2003. Rekonstruksi Etika Bisnis: Perspektif Al-Qur'an. *Jurnal Iqtisad*.4(1): 91-106
- Fauziah, H. N. 2021. Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) Sebagai Pengembang Roti. *Undergraduate thesis*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Feng, W., Ma, S., & Wang, X. 2020. Quality deterioration and improvement of wheat gluten protein in frozen dough. *Grain & Oil Science and Technology*.3(1): 29-37.
- Guneser, O., Demirkol, A., Yuceer, Y. K., Togay, S. O., Hosoglu, M. I., & Elibol, M. 2017. Production of flavor compounds from olive mill waste by *Rhizopus oryzae* and *Candida akabanensis*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48:275-285.
- Gonzalez, M., Reyes, I., Carrera-Tarela, Y., Vernon-Carter, E.J. & Alvarez-Ramirez, J., 2020. Charcoal bread: Physicochemical and textural properties, in vitro digestibility, and dough rheology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, p.100227.
- Gozan, M., Samsuri, M., Siti, H.F., Bambang, P. & Nasikin, M. 2007. Sakarifikasi dan fermentasi bagas menjadi ethanol menggunakan enzim selulase dan enzim sellobiase. *Jurnal Teknologi*, 3: 209- 215
- Haliza, W., Kailaku, S. I. & Yuliani, S. 2012. Penggunaan mixture response surface methodology pada optimasi formula brownies berbasis tepung talas banten

- (*Xanthosoma undipes* K. Koch) sebagai alternatif pangan sumber serat. *J.Pascapanen*. 9:2, 96-100
- Hadi, M. I., & Alamudi, M. Y. 2019. *Imunodiagnostik pada Bakteri dan Jamur*. Zifatama Jawara. Sidoarjo
- Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E.K. 2015. Impact of different beer yeasts on wheat dough and bread quality parameters. *Journal of Cereal Science*.
- Hasanah, H., A. Jannah., & A.G. Fasya. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). *Alchemy*. 2(1): 68-79.
- Hui, F., Niu, Q., Ke, T., Li, Y., & Lee, C. 2013. *Candida sanyaensis* sp. nov., an ascomycetous yeast species isolated from soil. *Antonie van Leeuwenhoek*. 103
- Ibrahim, A. M., Pradana, A.F., Priyosakti, G., Arifin, M.,T., Alawiyah,T., & Perliansyah. 2020. Potensi Tanaman Pandan Laut (*Pandanus tectorius*) dan Limbah Industri Gandum Kota Cilegon sebagai Bahan Baku Sintetis Bioetanol. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 38 (2): 91-104.
- Istini. 2020. Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2(3): 44.
- Indiarto, R. B., Nurhadi, & Subroto, E. 2012. Kajian karakteristik tesktur (*texture profil analysis*) dan organoleptik daging ayam asap berbasisi teknologi asap cair tempurung kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5:(2), 106-116
- Iswara, J.A., Julianti, E., & Nurminaj, M. 2019. Karakteristik Tekstur Roti Manis Dari Tepung, Pati, Serat Dan Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 7(4): 16-21
- Indriani, P. 2021. Uji kemampuan isolat khamir endofit *Hanseniaspora opuntiae* dan *Candida akabanensis* hasil isolasi dari nira tebu sebagai pengembang roti. *Undergraduate thesis*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Irawan, A. 2019. Kalibrasi Spektrofotometer sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*. 1 (2).
- Johnson, B., & Szczesniak, S. 2014. Texture technologies: probes + fixtures. Tersedia pada :<http://texturetechnologies.com/texture-analysis/ProbesFixtures.php>. [27 Juli 2023].
- Jumiyati., Siti Harnina Bintari., & Ibnul Mubarak. 2012. Isolasi dan Identifikasi Khamir secara Morfologi di Tanah Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. *Biosaintifika*. 4 (1)
- Justicia, A., Liviawaty, E., & Hamdani, H. 2012. Fortifikasi tepung tulang nila merah sebagai sumber kalsium terhadap tingkat kesukaan roti tawar. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(4):17–27.
- Kayisoglu, S., & Erten, H. 2010. Effects of different sugar concentrations and fermentation temperatures on the growth and some metabolic activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *African Journal of Biotechnology*, 9(39): 6531-6539.

- Kuswardani, I., C. Y. Trisnawati, dan Faustine. 2008. Kajian penggunaan xanthan gum pada roti tawar non gluten yang terbuat dari maizena, tepung beras, dan tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 7(1): 55-65
- Kementan. 2022. *Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Makanan dan Minuman Jadi Per Kabupaten/Kota*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kemenperin. 2022. *Menggali Potensi Kerja Sama Industri Makanan Minuman.. Kementerian Perindustrian*. Jakarta: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia
- Kementan. 2022. *Statistik konsumsi Pangan Tahun 2022*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Karki, T. B., Timilsina, P. M., Yadav, A., Pandey, G. R., Joshi, Y., Bhujel, S., & Neupane, K. 2017. Selection and Characterization of Potential Baker's Yeast from Indigenous Resources of Nepal. *Biotechnology Research International*, 2017, 1–10.
- Kong, C.T., Ho, C.W., Ling, J.W.A., Lazim, A., Fazry, S., & Lim, S.J. 2018. Chemical Changes and Optimisation of Acetous Fermentation Time and Mother of Vinegar Concentration in the Production of Vinegar-like Fermented Papaya Beverage. *Sains Malaysiana*.47(9): 2017-2026.
- Konica Minolta Sensing. 2007. *Precise Color Communication Guide Book*. Konica Minolta Sensing Inc
- Kurniawan, T.B., Bintari, S.H., & Susanti, R.2014. Efek Interaksi Ragi Tape dan Ragi Roti terhadap Kadar Bioetanol Ketela Pohon (*Manihot Utilissima*, Pohl) Varietas Mukibat. *Biosaintifika* 6(2):154-159
- Koswara, S. 2009. *Seri Teknologi Pangan Populer (Teori Praktek)*. Teknologi Pengolahan Roti. e-BookPangan.com.
- Liviawaty, E & H. Herman .2012. Fortifikasi Tepung Tulang Nila Merah Sebagai Sumber Kalsium Terhadap Tingkat Kesukaan Roti Tawar. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4):17-27.
- Kim Y, W.P.2014. Starch Noodle Quality As Related To Potato Genotype. *J. Food Sci. Genotype*. *J. Food Sci.* 61:248-252.
- Lakew, E.2022. Characterization of Indigenous Yeasts isolated from some Fruits collected from Fruit Vendors. *Research Square*.
- Lajnah Pentashihan Al-Qur'an, Balitbangdik Kementerian Agama RI dengan LIPI.2014. *Tafsir Ilmi: Makanan dan Minuman dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Widya Cahaya. Jakarta
- Lajnah Pentashihan Al-Qur'an, Balitbangdik Kementerian Agama RI dengan LIPI.2011. *Tafsir Ilmi: Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Widya Cahaya. Jakarta
- Lee, H., & Joo, N. 2012. Optimization of pan bread prepared with ramie powder and preservation of optimized pan bread treated by gamma irradiation during storage. *Preventive Nutrition and Food Science*.
- Lassoued, N., Delarue, J., Launay, B., & Michon, C. 2008. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. *Journal of Cereal Science*.
- Liu CH, Young SS, Chang TC, & Lee CF. 2008. *Candida dajiaensis* sp. nov., *Candida yuanshanicus* sp. nov., *Candida jianshihensis* sp. nov., and

- Candida sanyiensis* sp. nov., four anamorphic, *ascomycetous* yeast species isolated from soil in Taiwan. *FEMS Yeast Res* 8:815–822
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., & Parker, J. 2002. *Brock Biology of Microorganism*. Prentice Hall Inc. New Jersey
- Ma'aruf, A.G., Z. Noroul Asyikeen., A.M Sahilah., & Mohd Khan. 2011. Leavening Ability of Yeast Isolated from Different Local Fruits in Bakery Product. *Sains Malaysiana*. 40 (12): 1413-1419.
- Mudjajanto, S.E. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Maryam, Balarabe Musa., Sani Sambo Datsugwai Mohammed., & Orukotan Abimbola Ayodeji. 2017. Screening of Fermentative Potency of Yeast Isolates from Indigenous Sources for Dough Leavening. *International Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2 (1): 12-17.
- Mahreni, M., & Sri, S.S. 2011. Kinetika Pertumbuhan Sel *Sacharomyces cerevisiae* dalam Media Tepung Kulit Pisang. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011* (pp. D03-1). Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Maligan, J.M., Amana, B.M. and Putri, W.D.R. 2019. Analisis Preferensi Konsumen Terhadap Karakteristik Organoleptik Produk Roti Manis di Kota Malang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.6(2):86–93
- Munteanu, G. M., Voicu, G., Ferdeş, M., Ştefan, E. M., Constantin, G. A., & Tudor, P. 2019. Dynamics of Fermentation Process of Bread Dough Prepared with Different Types of Yeast. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*.20(4): 575-584.
- Muthoharoh, D. dan Sutrisno, A. 2017. Pembuatan roti tawar bebas gluten berbahan baku tepung, garut, tepung beras, dan maizena (konsentrasi glukomanan dan waktu proofing). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5:2, 34-44
- Marleen, H. 2002. Efek substitusi tepung terigu oleh tepung campuran kedelai dan ubi jalar serta penambahan gliseril monostearat pada pembuatan roti tawar. Seminar Nasional PATPI Malang, Hal B29 –B74.
- Mubarok, F. 2021. *Spektrofotometer Prinsip dan Cara Kerjanya*. Universitas Surabaya. Surabaya
- Nimpuno, D. 2019. *Roti Buatan Rimah Klasik dan Kekinian*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Nasreen, Z., Jabeen, S., & Shafique M. 2014. Production of Alcohol by yeast isolated from apple, orange, banana. *IJFNS*. 1:2, 016-019.
- Nasir, A., Rahman, S.S., Hossain, M.M., & Chowdhury, N. 2017. Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* from pineapple and orange and study of metal's effectiveness on ethanol production. *European Journal of Microbiology and Immunology*.7(1):76-91
- Ngatirah. 2017. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta : Instiper Yogyakarta.
- Nurcholis, M., Fernando, D., Zubaidah, E., & Maligan, J.M. 2020. Isolasi dan Identifikasi Khamir Thermotolerant dan Ethanol-tholerant pada Buah Lokal Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.8(3): 122-133
- Pajan., Anatasya, S., Waworuntu, O., & Michael, A. L. 2016. Potensi Antibakteri Air Perasan Bawang Putih (*Allium sativum* L) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5 (4).

- Periadnadi., Sari.D.K., & Nurmiati. 2018. Isolasi dan Keberadaan Khamir Potensial Pemfermentasi Nira Aren (*Arenga Pinnata* Merr.) dari Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Sumatera Barat. *Bioeksperimen*. 4 (1)
- Pusuma, Antra, D., Praptiningsih, Y. & Choiron, M. 2018. Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat yang Disubstitusi Menggunakan Tepung Ampas Kelapa. *Jurnal Agroteknologi*. 12 (01).
- Putri, D.A., Komalasari, H., & Heldiyanti, R. 2022. Bread Physical Quality Evaluation Influenced By Composite Flour Addition: *A Review*. 3(1):6-7
- Parwiyanti, P., Pratama, F., Wijaya, A., & Malahayati, N. 2018. Karakteristik Roti Bebas Gluten Berbahan Dasar Pati Ganyong Termodifikasi. *Agritech*. 38(3)
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikrobial*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rahayu, Winiati P., & Nurwitri C.C. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Romano, A., Toraldo, G., Cavella, S., & Masi, P. 2007. Description of leavening of bread dough with mathematical modelling. *Journal of Food Engineering*, 83(2): 142–148.
- Pelczar, M. J. & Chan, E. C. S., 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rosmisari, A. 2006. Review: Tepung jagung komposit, pembuatan dan pengolahannya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pengembangan Pertanian*. BPPPT. Bogor.
- Rashid, A. N. M., Lucy, T. T., & Pramanik, M. 2022. Isolation, Identification, Optimization of Baker's Yeast from Natural Sources, Scale-Up Production Using Molasses as a Cheap Carbohydrate Source, and Evaluation for Bread Production. *Applied Microbiology*. 2(3):516-533.
- Raharjo, B. W. A. 2009. Model Kinetika Perubahan Sifat Mekanis Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz ) selama pemasakan bertekanan (*Puffing*) dan pengovenan dalam seminar nasional dan Gelar Teknologi PERTETA, 8-9 Agustus 2009. Mataram. hal 226-241.
- Suryani Y., Opik T., & Yuni K. 2020. *Mikologi*. PT. Freeline Citra Granesia. Padang
- Shabrina, N. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L) dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Roti Tawar. *Undergraduate thesis*. Jurusan Teknik Pangan Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Struyf, Nore., Eva Van Maelen., Sami Hemdane., Joran Verspreet., Kevin J. Vestrepen., & Christophe M. Courtin. 2017. Bread Dough and Baker's Yeast: An Uplifting Synergy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16.
- Sitepu, Kerina Muli. 2019. Penentuan Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Roti (Determination of Yeast Concentration on Bread Making). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*. 2 (1): 71-77.
- Shaliha, L. A., Abduh, S. B. M., Hintono, A. 2017. Aktivitas antioksidan, tekstur, dan kecerahan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) yang dikukus pada berbagai lama waktu pemanasan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6:(4): 141-160
- Saputra, H., Johan, V.S., & Rahmayuni. 2016. Pembuatan roti Manis Dari Tepung Komposit (Tepung Terigu, Pati Sagu, Tepung Ubi Jalar Ungu). *JOM FAPERTA*. 3(2)



- Satrianawati, S. 2016. Pengaruh Metode Diskusi Kelompok Dalam Evaluasi Hasil Belajar Mahasiswa Menggunakan Mindmap. *Profesi Pendidikan Dasar*.2(2): 141-147.
- Sumerta, I. N., & Kanti, A. 2017. Keanekaragaman khamir yang diisolasi dari sumber daya alam pulau Enggano, Bengkulu dan potensinya sebagai pendegradasi selulosa. *Berita Biologi*. 15(3): 247-255.
- Suryaningsih, V., Ferniah, R. S., dan Kusdiyantini, E. 2018. Karakteristik Morfologi, Biokimia, dan Molekuler Isolat Khamir Ik-2 Hasil Isolasi dari Jus Buah Sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Biologi*, 7(1): 18-25.
- Santi, S.S. 2008. Pembuatan Alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete oleh Khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 8 (2).
- Soewarno, T.S. 1990. *Dasar-dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Souripet, A.2015. Komposisi, Sifat Fisik Dan Tingkat Kesukaan Nasi Ungu. *AGRITEKNO*, 4(1):27
- Sutriyono, A., Kusnandar, F., & Muhandri, T. 2016. Karakteristik Adpnan dan Roti Tawar dengan Penambahan Enzim dan Asam Askorbatt pada Tepung Terigu. *Jurnal Mutu Pangan*. 3(2):103-110
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. CV Alfabeta.Bandung
- Stewart, G. G. 2018. Yeast flocculation—sedimentation and flotation. *Fermentation*, 4(2), 28.
- Tsegaye, Z., Tefera, G., Gizaw, B., & Abatenh, E. 2018. Characterization of yeast species isolated from local fruits used for bakery industrial application. *Journal of Applied Microbiological Research*, 1(1): 21-26.
- Trinh, T., & Glasgow, S. 2012. On the texture profile analysis test. Quality of Life through *Chemical Engineering*
- Thermo Fisher Scientific.2019. *Countess II Automated Cell Counter User Guide Book*. Thermo Fisher Scientific Inc.
- Thunyanorn, R., Doh, I., & Lee, D. W. 2021. Multi-volume hemacytometer. *Scientific Reports*, 11(1): 1-9.
- Tikka, C., Osuru, H.P., Atluri, N., Raghavulu, P.C.V., Yellapu, N.K., Ismail, S.M., Uppu, V.P., Sudheer, A., Narasimha, V.K., & Matcha B. 2013. Isolation and Characterization Of Ethanol Tolerant Yeast Strains. *Bionformation*, 9(8)
- Unaldi, M.N., Arikan, B., & Coral, G. 2002. Isolation of alcohol tolerant, osmotolerant and thermotolerant yeast strains and improvement of their alcohol tolerance by UV mutagenesis. *Acta Microbiol Pol*, 51(2):115-120.
- Watanabe, M.,Uchida, N., Fujita, K., Yoshino, T., & Sakaguchi, T. 2016. Bread and Effervescent Beverage Productions with Local Microbes fot the Local Revitaliations. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 6 (3)
- Wuryanti, 2008. Pengaruh Penambahan Biotin Pada Media Pertumbuhan Terhadap Produksi Sel *Aspergillus niger*. *BIOMA*. 10(2):47
- Wijayanti, Y. R. 2007. Substitusi Tepung Gandum (*Triticum aestivum*) Dengan Tepung Garut (*Maranta arundinaceae* L) Pada Pembuatan Roti Tawar. UGM.Yogyakarta.

- Wardani, N.K.2021. Optimasi Proporsi Tepung Kelapa dan Waktu Proofing Terhadap Karakteristik Fisik Roti Tawar Menggunakan Metode RSM (*Response Surface Methodology*). *Undergraduate thesis*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Weaver, C.M. dan J.R. Daniel. 2003. *The Food Chemistry Laboratory*. CRC Press. New York.
- Wahyudi. 2003. *Memproduksi Roti*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Yalcin, S.K., & Ozbas, Z.Y.2008. Effects of Ph and Temperature on Growth and Glycerol Production Kinetics of Two Indigenous Wine Strains of *Saccharomyces cerevisiae* from Turkey. *Brazilian Journal of Microbiology*. 39
- Yanti, F & Rosmania. 2020. Perhitungan Jumlah Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan Pengembangan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*. 22 (2).
- Zohri, A. A., M. Fadel., M. Hmad., & H.F. El-sharkawey. 2017. Effect of Nitrogen Sources and Vitamins Addition on Baker's Yeast Fermentation Activity. *Egyptian Sugar Journal*. 9: 57-66.
- Zainab, S.A & Azizah, D.N. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Terhadap Karakteristik Roti Tawar Ampas Kelapa. *EDUFORTECH*. 7(1)

## LAMPIRAN

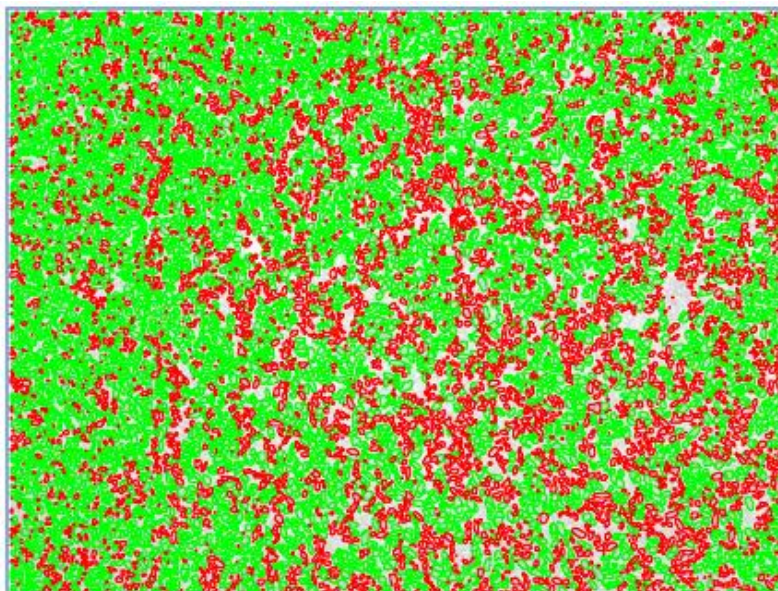
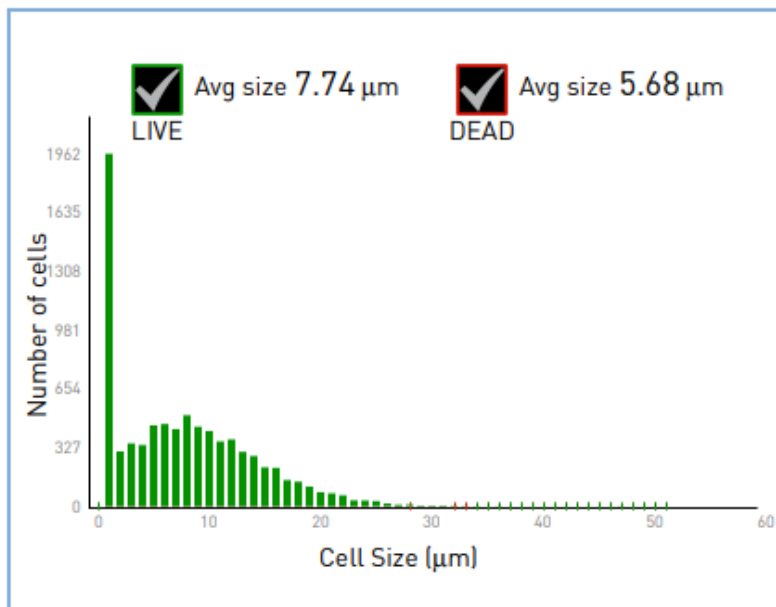
### Lampiran 1. Pembuatan Media

Media YMEA (200 ml)	Media YMB (200 ml)	Media YPGB (1000 ml)
<p>1. Ditimbang bahan pada timbangan analitik yang meliputi (2 gr <i>dextrose</i>; 1 gr pepton; 0,6 gr <i>yeast extract</i>; 0,6 gr <i>malt extract</i>; 4 gr agar; 24 µl <i>sodium dl-lactose</i>; 200 ml aquades.)</p>	<p>1. Ditimbang bahan pada timbangan analitik yang meliputi (0,6 gr <i>yeast extract</i>; 0,6 gr <i>malt extract</i>; 1 gr pepton; 2 gr glukosa; 24 µl <i>sodium dl-lactose</i>; 200 ml aquades.)</p>	<p>1. Ditimbang bahan pada timbangan analitik yang meliputi (20 gr glukosa; 20 gr pepton; 10 gr <i>yeast extract</i>; 1000 ml aquades; 0,5 <i>kloramfenikol</i>)</p>
<p>2. Dihomogenkan di <i>hotplate</i> dengan <i>magnetic stirrer</i>.</p>	<p>2. Dihomogenkan di <i>hotplate</i> dengan <i>magnetic stirrer</i>.</p>	<p>2. Dihomogenkan di <i>hotplate</i> dengan <i>magnetic stirrer</i>.</p>
<p>3. Disterilisasi menggunakan <i>autoclave</i> selama 15 menit.</p>	<p>3. Disterilisasi menggunakan <i>autoclave</i> selama 15 menit.</p>	<p>3. Disterilisasi menggunakan <i>autoclave</i> selama 15 menit.</p>
<p>4. Media siap untuk digunakan.</p>	<p>4. Media siap untuk digunakan.</p>	<p>4. Media siap untuk digunakan.</p>

## Lampiran 2. Jumlah Sel Khamir

- Hasil Isolat *Candida sanyaensis*

	Concentration	
Total		$7.21 \times 10^7/\text{mL}$
Live	66%	$4.77 \times 10^7/\text{mL}$
Dead	34%	$2.44 \times 10^7/\text{mL}$



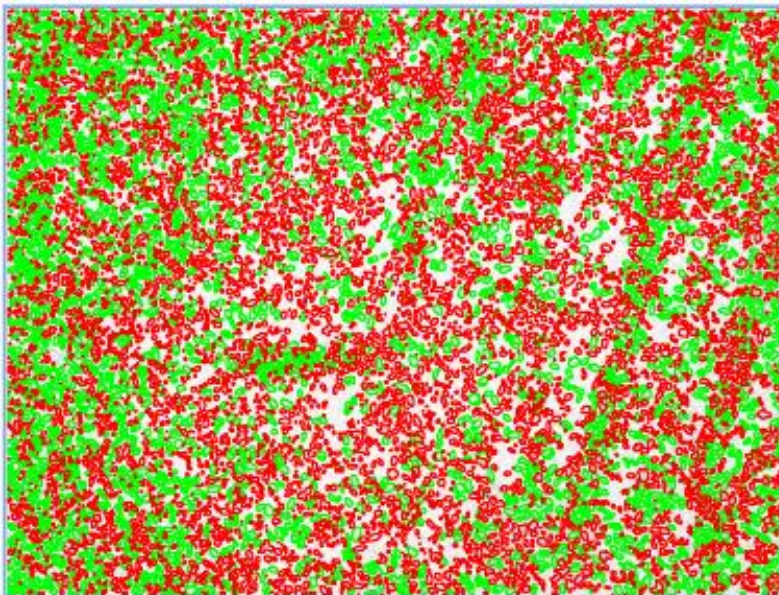
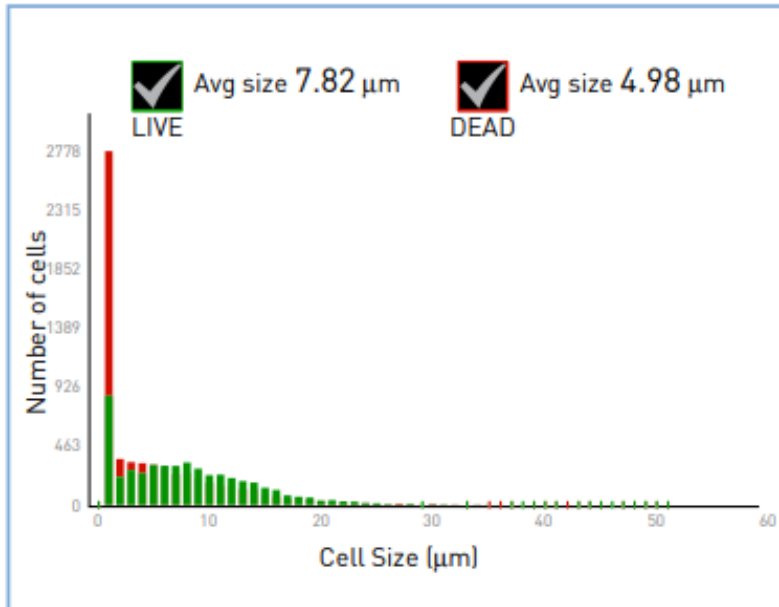
Keterangan:

-Sel Hidup (Hijau)

-Sel Mati (Merah)

- Hasil Isolat *Candida* sp.

	Concentration	
Total		$6.45 \times 10^7/\text{mL}$
Live	44%	$2.81 \times 10^7/\text{mL}$
Dead	56%	$3.65 \times 10^7/\text{mL}$

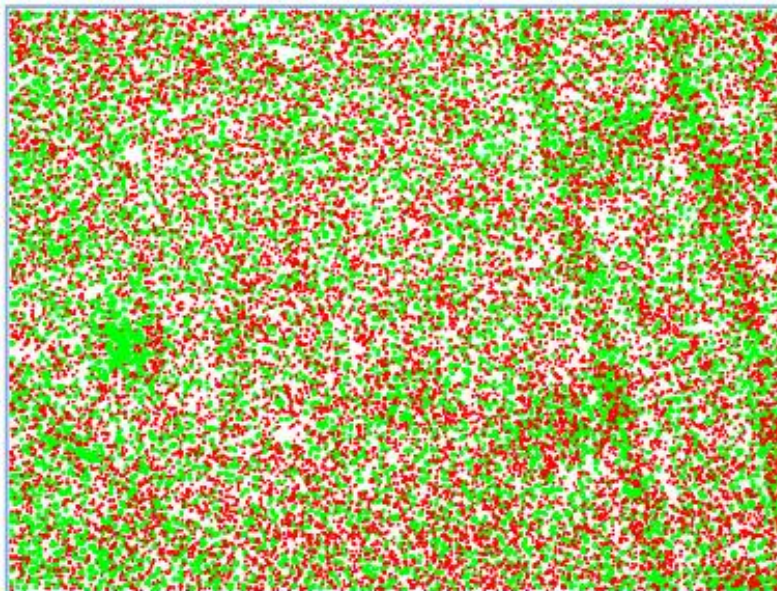
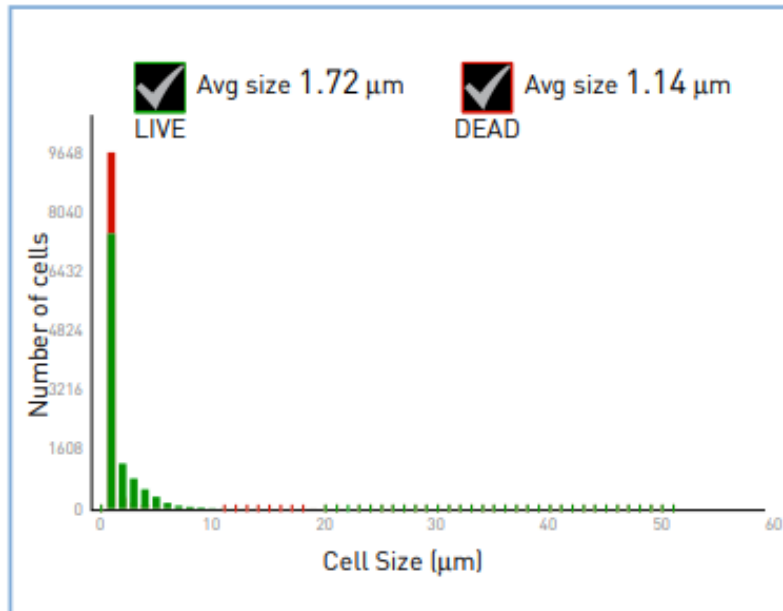


Keterangan:

- Sel Hidup (Hijau)
- Sel Mati (Merah)

- Hasil Isolat Ragi Instan ( $K^+$ )

	Concentration	
Total		$1.23 \times 10^8/\text{mL}$
Live	51%	$6.22 \times 10^7/\text{mL}$
Dead	49%	$6.03 \times 10^7/\text{mL}$



Keterangan:

-Sel Hidup (Hijau)

-Sel Mati (Merah)

**Lampiran 3. Nilai kerapatan optik (600 nm) dengan tiga kali ulangan**

• **Suhu**

Isolat	Suhu 30°		Suhu 37°		Suhu 45°	
	24 jam	72 jam	24 jam	72 jam	24 jam	72 jam
C2 U <sub>1</sub>	0,266	0,154	0,156	0,290	0,278	0,483
C2 U <sub>2</sub>	0,528	0,229	0,385	0,485	0,368	0,557
C2 U <sub>3</sub>	0,946	0,215	0,277	0,418	0,344	0,722
D4 U <sub>1</sub>	0,373	0,166	0,204	0,344	0,271	0,338
D4 U <sub>2</sub>	0,425	0,234	0,229	0,387	0,362	0,757
D4 U <sub>3</sub>	0,583	0,146	0,246	0,381	0,275	0,594
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>1</sub>	0,260	0,173	0,229	0,363	0,275	0,324
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>2</sub>	0,374	0,295	0,233	0,371	0,360	0,592
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>3</sub>	0,248	0,288	0,241	0,374	0,353	0,591
Kontrol <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0

• **Etanol**

Isolat	Suhu 10%		Suhu 13%		Suhu 15%	
	24 jam	72 jam	24 jam	72 jam	24 jam	72 jam
C2 U <sub>1</sub>	0,278	0,180	0,183	0,199	0,230	0,304
C2 U <sub>2</sub>	0,231	0,200	0,176	0,190	0,211	0,256
C2 U <sub>3</sub>	0,215	0,180	0,153	0,170	0,181	0,227
D4 U <sub>1</sub>	0,226	0,231	0,183	0,194	0,242	0,314
D4 U <sub>2</sub>	0,203	0,211	0,189	0,191	0,220	0,206
D4 U <sub>3</sub>	0,290	0,192	0,166	0,168	0,225	0,367
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>1</sub>	0,246	0,182	0,148	0,156	0,187	0,252
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>2</sub>	0,197	0,209	0,177	0,188	0,215	0,201
Kontrol <sup>+</sup> U <sub>3</sub>	0,198	0,148	0,159	0,180	0,160	0,205
Kontrol <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0

#### Lampiran 4. Biomassa Khamir

- Cara Menghitung

$$B = B_2 - B_1$$

Keterangan:

B = Biomassa yang diperoleh (gram)

B<sub>2</sub> = Tabung *ependorf* berisi biomassa khamir

B<sub>1</sub> = Tabung *ependorf* kosong

Contoh

Diketahui: B<sub>2</sub> = 7,1

$$B_1 = 6,827$$

Maka B = 7,1-6,827

$$= 0,273$$

- Data

Khamir <i>Candida sanyaensis</i>				K+			Kamir <i>Candida sp</i>		
No	B1	B2	B	B1	B2	B	B1	B2	B
1	6,827	7,1	0,273	6,828	6,941	0,113	6,936	7,18	0,244
2	6,95	7,05	0,1	6,891	7,017	0,126	7,178	7,31	0,132
3	7,102	7,266	0,164	6,998	7,128	0,13	6,789	6,92	0,131
4	6,98	7,103	0,123	6,961	7,125	0,164	6,855	7,03	0,175
5	6,978	7,206	0,228	7,144	7,214	0,07	7,323	7,373	0,05
6	6,926	7,245	0,319	6,895	6,939	0,044	7,144	7,333	0,189
7	6,97	7,19	0,22	7,278	7,355	0,077	7,175	7,24	0,065
8	6,811	6,994	0,183	7,163	7,198	0,035	6,853	7,04	0,187
9	7,08	7,2	0,12	6,959	7,31	0,351	7,142	7,22	0,078
10	6,917	7,132	0,215	6,881	7,119	0,238	7,158	7,29	0,132
11	6,978	7,087	0,109	7,058	7,119	0,061	6,862	7,091	0,229
12	6,905	7,089	0,184	6,735	6,851	0,116	6,978	7,171	0,193
13	7,212	7,276	0,064	7,053	7,225	0,172	6,908	6,983	0,075
14	7,201	7,27	0,069	6,988	7,329	0,341	6,956	7,19	0,234
15	6,932	7,182	0,25	6,941	7,031	0,09	6,926	7,13	0,204
16	7,006	7,133	0,127	6,796	6,92	0,124	6,816	7	0,184



17	6,886	7,187	0,301	7,078	7,163	0,085	6,997	7,111	0,114
18	7,077	7,27	0,193	6,744	7,034	0,29	6,864	7,06	0,196
19	7,247	7,42	0,173	6,959	7,081	0,122	7,224	7,328	0,104
20	6,994	7,234	0,24	6,843	6,986	0,143	6,907	7,013	0,106
21	7,221	7,26	0,039	7,164	7,259	0,095	7,122	7,231	0,109
22	6,566	6,842	0,276	6,857	7,126	0,269	6,841	7,013	0,172
23	7,036	7,15	0,114	7,048	7,09	0,042	6,934	7,131	0,197
24	6,771	7,012	0,241	7,176	7,178	0,002	6,84	6,96	0,12
25	6,908	7,117	0,209	6,87	7,02	0,15	7,039	7,226	0,187
26	7,071	7,09	0,019	6,921	7,113	0,192	7,191	7,28	0,089
27	6,991	7,11	0,119	6,821	6,945	0,124	7,217	7,367	0,15
28	6,788	6,96	0,172	7,103	7,207	0,104	7,087	7,26	0,173
29	6,745	6,93	0,185	6,997	7,133	0,136	6,902	7,104	0,202
30	7,232	7,28	0,048	6,974	7,091	0,117	7,053	7,216	0,163
31	7,123	7,245	0,122	6,79	6,91	0,12	6,891	7,06	0,169
32	6,907	7,025	0,118	6,989	7,115	0,126	6,956	7,316	0,36
33	7,107	7,27	0,163	6,996	7,135	0,139	6,947	7,144	0,197
34	6,874	7,123	0,249	7,162	7,291	0,129	7,108	7,35	0,242
35	6,867	7,111	0,244	7,15	7,356	0,206	7,236	7,434	0,198
36	6,824	7,055	0,231	6,814	7,048	0,234	6,867	7,048	0,181
37	6,934	7,04	0,106	6,922	7,101	0,179	6,963	7,15	0,187
38	7,171	7,274	0,103	7,199	7,471	0,272	7	7,275	0,275
39	7,166	7,263	0,097	6,868	6,989	0,121	6,812	7	0,188
40	6,997	7,141	0,144	6,982	7,151	0,169	6,854	7,05	0,196
41	7,129	7,202	0,073	6,779	7,129	0,35	6,897	7,325	0,428
42	6,821	6,94	0,119	7,165	7,329	0,164	6,905	7,041	0,136
43	6,848	6,958	0,11	7,415	7,616	0,201	7,043	7,167	0,124
44	7,061	7,155	0,094	6,957	7,098	0,141	7,093	7,238	0,145
45	6,824	6,9	0,076	7,125	7,302	0,177	7,086	7,285	0,199
46	6,752	7,03	0,278	6,853	7,003	0,15	7,028	7,213	0,185

47	6,937	7,089	0,152	7,199	7,357	0,158	6,957	7,105	0,148
48	7,104	7,266	0,162	7,006	7,077	0,071	6,937	7,118	0,181
49	7,132	7,34	0,208	7,122	7,249	0,127	6,909	7,15	0,241
50	7,256	7,385	0,129	7,104	7,355	0,251	6,873	7,07	0,197
51	7,063	7,178	0,115	7,079	7,209	0,13	7,021	7,282	0,261
52	7,083	7,15	0,067	6,949	7,179	0,23	6,817	7,016	0,199
53	6,872	6,947	0,075	7,007	7,158	0,151	7,022	7,18	0,158
54	7,143	7,282	0,139	6,925	7,007	0,082	6,857	7,056	0,199
55	6,891	7,107	0,216	6,939	7,137	0,198	6,918	7,0125	0,0945
56	6,713	6,91	0,197	6,986	7,18	0,194	6,829	6,96	0,131
57	6,916	7,1	0,184	6,859	7,085	0,226	6,873	7,063	0,19
58	6,932	7,13	0,198	6,968	7,135	0,167	6,997	7,26	0,263
59	7,123	7,2	0,077	7,001	7,076	0,075	6,82	7,02	0,2
60	6,885	7,05	0,165	6,991	7,291	0,3	7,096	7,283	0,187
61	7,086	7,245	0,159	7,104	7,373	0,269	6,893	7,031	0,138
62	6,827	6,986	0,159	7,115	7,246	0,131	6,941	7,094	0,153
63	7,141	7,22	0,079	7,139	7,45	0,311	6,89	7,08	0,19
64	7,114	7,146	0,032	6,803	7,043	0,24	7,233	7,563	0,33
65	6,491	6,93	0,439	7,094	7,26	0,166	7,107	7,239	0,132
66	7,296	7,451	0,155	6,983	7,166	0,183	7,012	7,184	0,172
67	7,192	7,229	0,037	6,861	7,062	0,201	7,086	7,27	0,184
68	6,912	7,048	0,136	7,146	7,451	0,305	7,094	7,34	0,246
69	6,622	6,79	0,168	6,972	7,097	0,125	7,149	7,33	0,181
70	7,025	7,177	0,152	7,266	7,41	0,144	6,94	7,12	0,18
71	7,182	7,324	0,142	6,978	7,104	0,126	6,987	7,15	0,163
72	6,83	6,973	0,143	6,894	7,163	0,269	6,876	7,11	0,234
73	7,017	7,092	0,075	7,099	7,123	0,024	6,948	7,16	0,212
74	6,956	7,129	0,173	6,864	6,971	0,107	7,016	7,2	0,184
75	7,117	7,338	0,221	7,127	7,293	0,166	7,146	7,267	0,121
76	6,861	7,025	0,164	6,881	7,067	0,186	6,914	7,206	0,292

77	7,041	7,129	0,088	6,81	6,984	0,174	6,977	7,22	0,243
78	6,914	7,294	0,38	6,948	7,05	0,102	6,889	7,04	0,151
79	6,843	7,067	0,224	7,071	7,196	0,125	6,915	7,045	0,13
80	6,927	6,981	0,054	6,952	7,026	0,074	6,917	7,12	0,203
81	6,745	7,119	0,374	6,913	7,142	0,229	6,961	7,199	0,238
82	6,861	7,06	0,199	6,867	7,007	0,14	7,081	7,245	0,164
83	6,817	7,068	0,251	7,183	7,319	0,136	6,922	7,102	0,18
84	7,129	7,32	0,191	6,864	7,258	0,394	6,973	7,099	0,126
85	7,23	7,39	0,16	7,033	7,2	0,167	7,038	7,24	0,202
86	6,887	7,089	0,202	7,252	7,553	0,301	6,918	7,039	0,121
87	7,191	7,248	0,057	6,961	7,096	0,135	7,146	7,291	0,145
88	6,902	6,946	0,044	6,932	7,122	0,19	7,047	7,296	0,249
89	6,831	7,135	0,304	7,148	7,321	0,173	7,075	7,207	0,132
90	6,896	7,004	0,108	6,976	7,437	0,461	7,082	7,25	0,168
91	7,122	7,17	0,048	7,424	7,48	0,056	6,988	7,152	0,164
92	7,069	7,22	0,151	6,986	7,14	0,154	6,836	6,998	0,162
93	7,052	7,17	0,118	7,306	7,37	0,064	6,943	7,09	0,147
94	6,929	6,98	0,051	6,979	7,17	0,191	7,004	7,165	0,161
95	6,945	7,07	0,125	7,16	7,294	0,134	7,097	7,29	0,193
96	7,136	7,21	0,074	7,125	7,26	0,135	7,018	7,31	0,292
97	6,96	7,07	0,11	6,907	7,253	0,346	7,019	7,23	0,211
98	7,236	7,414	0,178	7,266	7,311	0,045	6,815	6,965	0,15
99	6,909	7,05	0,141	7,266	7,39	0,124	6,961	7,1	0,139
100	6,889	7,048	0,159	6,849	6,976	0,127	7,228	7,38	0,152
101	6,939	7,117	0,178	7,095	7,106	0,011	7,068	7,2	0,132
102	6,81	7,01	0,2	6,865	7,074	0,209	7,071	7,28	0,209
103	6,852	6,97	0,118	7,01	7,094	0,084	6,959	7,21	0,251
104	6,906	7,07	0,164	7,099	7,349	0,25	6,974	7,2	0,226
105	6,73	6,885	0,155	6,861	6,993	0,132	6,919	7,08	0,161
106	6,876	7,12	0,244	7,137	7,346	0,209	7,041	7,22	0,179

107	7,048	7,21	0,162	7,027	7,216	0,189	7,133	7,346	0,213
108	6,987	7,18	0,193	6,957	6,994	0,037	7,014	7,159	0,145
109	6,995	7,139	0,144	7	7,435	0,435	6,912	7,025	0,113
110	7,039	7,207	0,168	7,107	7,372	0,265	6,999	7,092	0,093
111	6,98	7,216	0,236	7,186	7,415	0,229	6,948	7,13	0,182
112	7,132	7,277	0,145	7,038	7,05	0,012	7,214	7,4	0,186
113	7,037	7,176	0,139	6,998	7,072	0,074	6,928	7,06	0,132
114	6,868	7,148	0,28	6,921	7,028	0,107	6,887	7,05	0,163
115	6,96	7,13	0,17	6,992	7,228	0,236	6,929	7,13	0,201
116	7,131	7,29	0,159	7,102	7,253	0,151	6,982	7,2	0,218
117	7,298	7,409	0,111	6,871	7,106	0,235	7,05	7,237	0,187
118	7,005	7,162	0,157	7,024	7,208	0,184	7,111	7,37	0,259
119	7,12	7,272	0,152	7,097	7,471	0,374	6,801	7,153	0,352
120	7,206	7,275	0,069	7,229	7,252	0,023	6,938	7,091	0,153
121	6,944	7,176	0,232	6,943	6,986	0,043	6,998	7,181	0,183
122	6,994	7,253	0,259	7,107	7,256	0,149	6,971	7,24	0,269
123	6,948	7,18	0,232	6,979	7,1	0,121	7,051	7,242	0,191
124	6,931	7,124	0,193	6,878	7,022	0,144	6,814	7	0,186
125	6,985	7,124	0,139	6,843	7,011	0,168	6,909	7,08	0,171
126	6,868	7,227	0,359	6,957	7,128	0,171	6,818	7,03	0,212
127	7,258	7,27	0,012	7,08	7,163	0,083	6,834	6,967	0,133
128	6,825	6,975	0,15	6,859	6,916	0,057	7,111	7,127	0,016
129	6,994	7,17	0,176	7,142	7,348	0,206	7,041	7,126	0,085
130	7,081	7,215	0,134	6,897	7,123	0,226	7,276	7,313	0,037

## Lampiran 5. Volume adonan

- Cara Menghitung

$$V = \pi r^2 t$$

Keterangan:

V = volume tabung

$\Pi = 22/7$  atau 3,14

r = jari-jari tabung

t = tinggi tabung

### Contoh

Diketahui: r = 4,5 cm

t = 1 cm

Maka,  $V = 3,14 \times 4,5^2 \times 2$

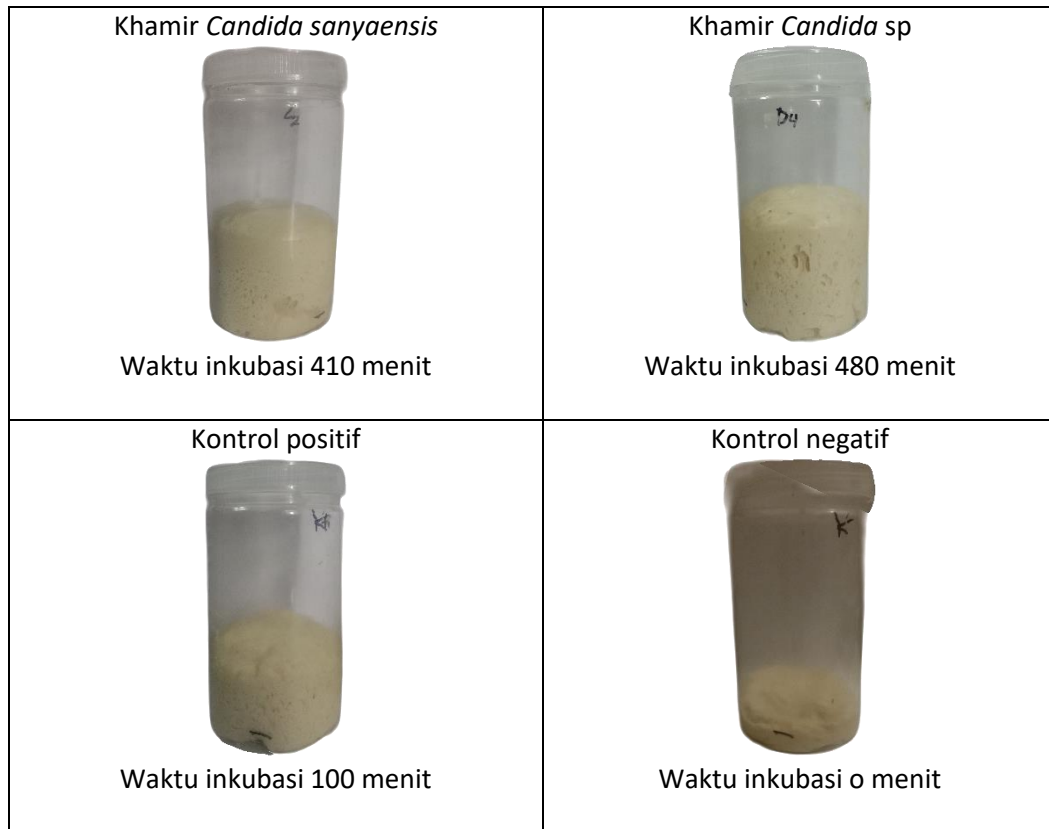
= 127,17

- Data

Menit ke-	Volume			
	K+	CS	C	K-
0	127,17	127,17	127,17	127,17
10	133,5285	127,17	127,17	127,17
20	146,2455	127,17	127,17	127,17
30	158,9625	127,17	127,17	127,17
40	178,038	127,17	127,17	127,17
50	190,755	127,17	127,17	127,17
60	197,1135	127,17	127,17	127,17
70	209,8305	127,17	127,17	127,17
80	222,5475	127,17	127,17	127,17
90	241,623	127,17	127,17	127,17
100	254,34	127,17	127,17	127,17
110	254,34	127,17	127,17	127,17
120	254,34	127,17	127,17	127,17
130	254,34	127,17	127,17	127,17
140	254,34	127,17	127,17	127,17
150	254,34	127,17	127,17	127,17
160	254,34	139,887	127,17	127,17
170	254,34	139,887	127,17	127,17
180	254,34	139,887	127,17	127,17
190	254,34	139,887	127,17	127,17
200	254,34	139,887	127,17	127,17
210	254,34	158,9625	127,17	127,17




220	254,34	158,9625	127,17	127,17
230	254,34	158,9625	139,887	127,17
240	254,34	158,9625	146,2455	127,17
250	254,34	158,9625	158,9625	127,17
260	254,34	158,9625	158,9625	127,17
270	254,34	178,038	171,6795	127,17
280	254,34	178,038	171,6795	127,17
290	254,34	190,755	171,6795	127,17
300	254,34	190,755	190,755	127,17
310	254,34	190,755	190,755	127,17
320	254,34	209,8305	190,755	127,17
330	254,34	209,8305	190,755	127,17
340	254,34	209,8305	190,755	127,17
350	254,34	228,906	190,755	127,17
360	254,34	228,906	190,755	127,17
370	254,34	228,906	190,755	127,17
380	254,34	228,906	203,472	127,17
390	254,34	247,9815	203,472	127,17
400	254,34	247,9815	222,5475	127,17
410	254,34	260,6985	222,5475	127,17
420	254,34	260,6985	222,5475	127,17
430	254,34	260,6985	235,2645	127,17
440	254,34	260,6985	235,2645	127,17
450	254,34	260,6985	235,2645	127,17
460	254,34	260,6985	247,9815	127,17
470	254,34	260,6985	247,9815	127,17
480	254,34	260,6985	260,6985	127,17

- **Dokumentasi volume adonan roti sebelum pemanggangan**



- **Dokumentasi adonan roti setelah pemanggangan**



C2	
D4	
K-	



**Lampiran 6. Data Tekstur**

<b>No.</b>	<b>Sampel</b>	<b>Hardness</b>	<b>Cohesiveness</b>	<b>Adhesiveness</b>	<b>Gumminess</b>
1	K- U1	132.658	0.48370	-0.0051	64.1666
2	K-U2	118.365	0.40053	-0.0022	47.4092
3	K-U3	285.074	0.30459	-0.1182	86.8309
4	K-U4	133.637	0.41422	-0.0092	55.3547
5	K-U5	334.305	0.00000	0.00000	0.00000
6	K+U1	18.3712	0.00000	0.06884	0.00000
7	K+U2	10.3886	0.50291	-0.0008	5.22458
8	K+U3	15.0672	0.47920	-0.0036	7.22026
9	K+U4	58.1907	0.00000	0.17373	0.00000
10	K+U5	81.9540	0.46953	-0.0016	38.4802
11	D4U1	13.8233	0.46278	-0.0003	6.39709
12	D4U2	18.0624	0.48241	-0.0008	8.71344
13	D4U3	16.9735	0.43268	-0.0050	7.34401
14	D4U4	17.4674	0.47991	-0.0022	8.38283
15	D4U5	17.6348	0.48996	-0.0009	8.64025
16	C2U1	8.44296	0.49149	0.00000	4.14967
17	C2U2	11.9589	0.46763	-0.0018	5.59229
18	C2U3	14.1369	0.49187	-0.0007	6.95345
19	C2U4	15.2063	0.45701	-0.0023	6.94934
20	C2U5	13.4693	0.44367	-0.0012	5.97599
Total Average		66.7593	0.38770	0.00433	18.6892
Total Standard Deviation		93.5784	0.17287	0.05062	25.1728

### Lampiran 7. Data Warna

No.	Sampel	L	a	b	c	h
1	K- U1	58.2	10.0	19.7	22.1	63.1
	K-U2	60.3	12.2	22.7	25.7	61.7
	K-U3	64.5	11.0	20.7	23.5	62.0
	K-U4	61.2	11.3	21.0	23.8	61.7
	K-U5	61.2	9.7	20.8	22.9	64.9
2	K+U1	63.7	13.6	24.6	28.1	61.1
	K+U2	67.7	10.1	27.2	29.1	69.7
	K+U3	60.1	8.5	22.7	24.2	69.4
	K+U4	61.7	11.2	22.2	24.8	63.2
	K+U5	65.3	14.4	24.9	28.8	59.9
3	D4U1	59.4	13.4	22.1	25.8	58.8
	D4U2	45.0	10.2	16.3	19.2	56.6
	D4U3	60.3	8.0	19.6	21.2	67.8
	D4U4	59.6	9.8	23.3	25.3	67.3
	D4U5	38.9	10.0	14.3	17.5	55.2
4	C2U1	65.2	10.2	26.6	28.5	69.1
	C2U2	56.1	14.9	24.4	25.6	58.6
	C2U3	49.1	10.2	17.1	19.9	59.5
	C2U4	61.2	13.2	24.5	24.8	61.8
	C2U5	42.7	9.8	16.2	18.9	59.0

## Lampiran 8. Hasil SPSS

### 1) Data Toeransi Suhu

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hasil Uji Pada Suhu 30° 24 Jam	Between Groups	.569	3	.190	5.643	.022
	Within Groups	.269	8	.034		
	Total	.838	11			
Hasil Uji Pada Suhu 37° 24 Jam	Between Groups	.108	3	.036	17.160	.001
	Within Groups	.017	8	.002		
	Total	.125	11			
Hasil Uji Pada Suhu 45° 24 Jam	Between Groups	.138	3	.046	13.534	.002
	Within Groups	.027	8	.003		
	Total	.165	11			

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hasil Uji Pada Suhu 30° 72 Jam	Between Groups	.694	3	.231	11.096	.003
	Within Groups	.167	8	.021		
	Total	.861	11			
Hasil Uji Pada Suhu 37° 72 Jam	Between Groups	.233	3	.078	44.078	.000
	Within Groups	.014	8	.002		
	Total	.247	11			
Hasil Uji Pada Suhu 45° 72 Jam	Between Groups	.325	3	.108	41.716	.000
	Within Groups	.021	8	.003		
	Total	.346	11			

### 2) Data Toleransi Etanol

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hasil Uji Pada Ethanol 10% 24 Jam	Between Groups	.122	3	.041	41.856	.000
	Within Groups	.008	8	.001		
	Total	.130	11			
Hasil Uji Pada Ethanol 13% 24 Jam	Between Groups	.085	3	.028	78.347	.000
	Within Groups	.003	8	.000		
	Total	.088	11			
Hasil Uji Pada Ethanol 15% 24 Jam	Between Groups	.066	3	.022	145.609	.000
	Within Groups	.001	8	.000		
	Total	.067	11			

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hasil Uji Pada Ethanol 10% 72 Jam	Between Groups	.160	3	.053	23.553	.000
	Within Groups	.018	8	.002		
	Total	.178	11			
Hasil Uji Pada Ethanol 13% 72 Jam	Between Groups	.100	3	.033	88.771	.000
	Within Groups	.003	8	.000		
	Total	.103	11			
Hasil Uji Pada Ethanol 15% 72 Jam	Between Groups	.075	3	.025	142.058	.000
	Within Groups	.001	8	.000		
	Total	.076	11			

### 3) Data Volume Roti

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	318429.143	3	106143.048	75.102	.000
Within Groups	271358.114	192	1413.324		
Total	589787.257	195			

Sampel Perlakuan Volum Uji	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K-	49	127.1700		
D4	49		165.4508	
C2	49		179.2059	
K+	49			239.2872
Sig.		1.000	.072	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 49.000.

### 4) Data Tekstur

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	195921.130	19	10311.638	16.417	.000
Within Groups	50248.845	80	628.111		
Total	246169.975	99			

Sampel Perlakuan Uji	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K- c	5	-3.8055			
D4 c	5	-.4561	-.4561		
C2 c	5	-.3476	-.3476		
K+ c	5	-.2954	-.2954		
K- b	5	-.0269	-.0269		
D4 b	5	-.0018	-.0018		
C2 b	5	-.0012	-.0012		
K+ b	5	.0473	.0473		
K+ a	5	.2903	.2903		
K- a	5	.3206	.3206		
D4 a	5	.4695	.4695		
C2 a	5	.4703	.4703		
C2 h	5	5.9241	5.9241		
D4 h	5	7.8955	7.8955		
K+ h	5	10.1850	10.1850		
C2 L	5	12.6429	12.6429		
D4 L	5	16.7923	16.7923		
K+ L	5		36.7943	36.7943	
K- h	5			50.7523	
K- L	5				200.8078
Sig.		.297	.058	.381	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

## 5) Data Warna

Hasil Warna Roti

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43844.566	19	2307.609	124.803	.000
Within Groups	1479.196	80	18.490		
Total	45323.762	99			

Sampel Perilaku Uji	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
D4 a	5	10.2800				
K- a	5	10.8400				
K+ a	5	11.5600				
C2 a	5	11.6600				
D4 b	5		19.1200			
K- b	5		20.9800	20.9800		
C2 b	5		21.7600	21.7600		
D4 c	5		21.8000	21.8000		
C2 c	5		23.5400	23.5400		
K- c	5		23.6000	23.6000		
K+ b	5		24.3200	24.3200		
K+ c	5			27.0000		
D4 L	5				52.6400	
C2 L	5				54.8600	
K- L	5					61.0800
D4 h	5					61.1400
C2 h	5					61.6000
K- h	5					62.6800
K+ L	5					63.7000
K+ h	5					64.6600
Sig.		.650	.103	.058	.417	.258

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

## Lampiran 9. Alat

### 9.a Spektrofotometer *Uv-Vis* (Thermo Scientific)



### 9.b Texture analyzer (TPA EZ Test model SM-500N-168) Shimadzu



### 9.c Colour reader (CR-10) Conica Minotta



## Lampiran 10. Bukti Konsultasi



KEMENTERIAN AGAMA  
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
 Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533  
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: [info@uin-malang.ac.id](mailto:info@uin-malang.ac.id)

### JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI

#### IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 19620076  
 Nama : Putri Dwi Avitasari  
 Fakultas : Sains dan Teknologi  
 Program Studi : Biologi  
 Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr.Hj. Ulfah Utami, M.Si  
 Dosen Pembimbing 2 : Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.  
 Judul Skripsi : Uji Kemampuan Isolat Khamir Endofit *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Hasil Isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) sebagai Pengembang Adonan Roti.

#### IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	7 November 2022	Dr.H.M.Imamudin, Lc., MA	Integrasi ayat Al-Qur'an dan sains pada BAB I	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	8 November 2022	Dr.H.M.Imamudin, Lc., MA	Integrasi ayat Al-Qur'an dan sains pada BAB II	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3	10 November 2022	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Diskusi topik penelitian	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4	16 November 2022	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Bimbingan Bab I, II dan III	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5	14 Desember 2022	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Revisi Bab I, II dan III	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6	14 Desember 2022	Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.	Sistematika penulisan integrasi ayat Al-Qur'an dan sains pada BAB I dan II	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
7	4 Januari 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Penggantian topik penelitian	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
8	10 Januari 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Bimbingan Bab I, II dan Bab III	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
9	17 Januari 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Revisi Bab I, II dan III	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi



10	25 Januari 2023	Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.	Revisi sistematika penulisan integrasi ayat Al-Qur'an dan sains pada BAB I dan II	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
11	13 April 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Revisi BAB III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	05 Mei 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Revisi BAB III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	11 Mei 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Konsultasi hasil penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	29 Mei 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Konsultasikan hasil penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15	07 Juni 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Bimbingan BAB IV dan V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
18	27 Juni 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Bimbingan BAB III, IV dan V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
19	10 Juli 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Konsultasikan hasil penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
20	01 Agustus 2023	Prof. Dr.Hj.Ulfah Utami, M.Si	Bimbingan BAB I sampai V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
21	02 Agustus 2023	Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.	Revisi BAB II dan IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui  
Untuk mengajukan ujian Skripsi

Dosen Pembimbing II

Malang, 03 Agustus 2023  
Dosen Pembimbing I

Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A.  
NIP. 197406022009011010

Prof. Dr.Hj. Ulfah Utami, M.Si.  
NIP. 19650509 199903 2 002



Program Studi

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

## Lampiran 11. Bukti check plagiasi




**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](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

### Form Checklist Plagiasi

**Nama** : Putri Dwi Avitasari  
**NIM** : 19620076  
**Judul** : Uji Kemampuan Isolat Khamir Endofit *Candida sanyaensis* dan *Candida* sp. Hasil Isolasi dari Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) sebagai Pengembang Adonan Roti

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	25%	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Biologi  
  
 Dr. Erika Sandi Savitri, M.P  
 NIP. 19741018 200312 2 002

