

**POTENSI KHAMIR *Candida tropicalis* ISOLAT LOKAL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) SEBAGAI PENGEMBANG ROTI**

SKRIPSI

Oleh:

HANIFAH NUR FAUZIAH

NIM. 17620070



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2021

**POTENSI KHAMIR *Candida tropicalis* ISOLAT LOKAL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) SEBAGAI PENGEMBANG ROTI**

SKRIPSI

Oleh :

HANIFAH NUR FAUZIAH

NIM. 17620070

diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) 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

2021

**POTENSI KHAMIR *Candida tropicalis* ISOLAT LOKAL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) SEBAGAI PENGEMBANG ROTI**

SKRIPSI

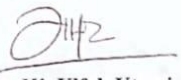
Oleh:

**HANIFAH NUR FAUZIAH
NIM. 17620070**

Telah Diperiksa dan Disetujui:

Tanggal: 04 November 2021

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 197312121998031008

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



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

**POTENSI KHAMIR *Candida tropicalis* ISOLAT LOKAL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) SEBAGAI PENGEMBANG ROTI**

SKRIPSI

Oleh:

HANIFAH NUR FAUZIAH

NIM. 17620070

**telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 02 Desember 2021**

Penguji Utama	: <u>Ir. Hj. Liliek Haranie A.R., M.P</u> () NIP. 19620901 199803 2 001
Ketua Penguji	: <u>Dr. Nur Kusmivati, M.Si</u> () NIP. 19890816 2016080 1 2061
Sekretaris Penguji	: <u>Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si</u> () NIP. 19650509 199903 2 002
Anggota Penguji	: <u>Dr. H. Ahmad Barizi, M.A</u> () NIP. 19731212 199803 1 008

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan karuniaNya yang telah memberikan kemudahan kepada saya untuk menimba ilmu dan melaksanakan segala kewajiban. Dengan selesainya tugas akhir ini, semoga Allah SWT memberikan manfaat terhadap ilmu yang saya dapatkan selama di bangku kuliah dan menjadikan keberkahan serta kemudahan kedepannya untuk tercapai segala tujuan dan cita-cita saya. Saya persembahkan sebuah karya ini kepada orang-orang yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam menyelesaikannya, saya berterima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Mukadi dan Ibu Asmiin yang selalu memberikan nasehat, kasih sayang, doa dan motivasi kepada saya.
2. Kakakku tercinta, Citra Fransiska yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam proses apapun yang saya lakukan.

Semoga Allah SWT memberi balasan kebaikan dan mencatat sebagai amal jariyah.

Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi saya dan orang lain. Aamiin

MOTTO

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah/94:6)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanifah Nur Fauziah
NIM : 17620070
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) Sebagai Pengembang Roti

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

Malang, 04 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Hanifah Nur Fauziah

NIM. 17620070

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) Sebagai Pengembang Roti” ini tidak dipublikasikan namun akses terbuka dan dapat digunakan untuk umum dengan ketentuan bahwa hak Cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

**POTENSI KHAMIR *Candida tropicalis* ISOLAT LOKAL JAGUNG MANIS
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) SEBAGAI PENGEMBANG ROTI**

Hanifah Nur Fauziah, Ulfah Utami, Ahmad Barizi

ABSTRAK

Khamir adalah jamur uniseluler yang memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula menjadi alkohol dan karbondioksida, oleh karenanya digunakan sebagai agen pengembang adonan roti. Dalam pembuatan roti karbondioksida dibutuhkan untuk pematangan dan pengembangan adonan. Khamir *Candida tropicalis* yang diisolasi dari Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) mempunyai potensi sebagai agen pengembang adonan roti. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui lebih lanjut potensi khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 sebagai pengembang roti dengan dilakukan beberapa pengujian, seperti uji toleransi suhu, uji toleransi alkohol, biomassa khamir, jumlah sel khamir, serta kualitas roti yang meliputi volume, warna, aroma, tekstur dan rasa. Uji toleransi suhu menggunakan suhu 30 °C, 37 °C dan 45 °C dan uji toleransi alkohol menggunakan konsentrasi alkohol 10%, 13% dan 15%. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 lebih tinggi daripada khamir *Candida tropicalis*-1 pada pengujian toleransi suhu 45 °C dan toleransi alkohol 15%. Uji organoleptik yang dilakukan menunjukkan hasil $P < 5\%$, sehingga mempunyai pengaruh nyata terhadap aspek warna, aroma, tekstur dan rasa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki kemampuan hidup dalam suhu 45 °C dan konsentrasi alkohol 15%. Volume adonan roti menggunakan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 dapat menyamai adonan roti menggunakan ragi kering Fermipan, namun membutuhkan waktu sedikit lebih lama. Pada uji organoleptik, panelis suka terhadap kontrol positif (Fermipan) dan tidak suka terhadap kontrol negatif (tanpa penambahan khamir). Diantara *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2, panelis lebih suka terhadap *Candida tropicalis*-2 karena dari segi warna, aroma, dan rasa menyerupai kontrol positif.

Kata kunci: khamir *Candida tropicalis*, jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt), pengembang roti

THE POTENTIAL OF YEAST *Candida tropicalis* LOCAL ISOLATE SWEET CORN (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) AS BREAD IMPROVER

Hanifah Nur Fauziah, Ulfah Utami, Ahmad Barizi

ABSTRACT

Yeast is a unicellular fungus that has the ability to ferment sugar into alcohol and carbon dioxide, and that is the reason why yeast is used as a bread improver. In the process of making bread, carbon dioxide is needed for the dough's maturation and development. *Candida tropicalis* yeast that is isolated from sweet corn (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) has the potential as a bread improver. The purpose of this study is to determine more of the potential from *Candida tropicalis*-1 and *Candida tropicalis*-2 yeasts as bread improvers by conducting several tests such as temperature tolerance test, alcohol tolerance test, yeast biomass, yeast cell count, and the bread quality which include volume, color, aroma, texture, and taste. The temperature tolerance test employed temperatures of 30 °C, 37 °C, and 45 °C, while the alcohol tolerance test used alcohol concentrations of 10%, 13%, and 15%. The cell density of *Candida tropicalis*-2 yeast is higher than *Candida tropicalis*-1 yeast in the temperature tolerance test of 45 °C and alcohol tolerance test of 15%. The organoleptic test that was carried out showed the result of $P < 5\%$, and it has a significant effect on the color, aroma, texture, and taste aspects. According to the research conducted, it can be concluded that *Candida tropicalis*-1 and *Candida tropicalis*-2 yeasts have the ability to live at a temperature of 45 °C and an alcohol concentration of 15%. The volume of bread dough using *Candida tropicalis*-1 and *Candida tropicalis*-2 yeasts can be similar to a bread dough that uses Fermipan dry yeast, but it needs a little more time. In the organoleptic test, the panelist likes the positive control (Fermipan) and dislikes the negative control (without yeast addition). Between the *Candida tropicalis*-1 and *Candida tropicalis*-2, panelists prefer the *Candida tropicalis*-2 because, from the color, aroma, and taste aspects, it resembles the positive control (Fermipan).

Keywords: *Candida tropicalis* yeast, sweet corn (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt), bread improver

إمكان خميرة *Candida tropicalis* كالعازل الداخلي للذرة الحلوة (*Zea mays* var.)

saccharata Sturt) كمطور الخبز

حنيفة نور فوزية ، ألفة أوتامي ، أحمد باريزي

مستخلص البحث

الخميرة هي فطريات أحادية الخلية لها القدرة على تخمير السكر ثم تحويله إلى كحول وثاني أكسيد الكربون. لذلك تستخدم كالمطور لعجينة الخبز. يحتاج في صناعة الخبز هناك إلى لثاني أكسيد الكربون لنضج العجين وتطوره. خميرة (*Candida tropicalis*) المعزولة من الذرة الحلوة (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) لديها الإمكان لتطوير عجينة الخبز. ويقصد هذا البحث لمعرفة إمكان خميرة *Candida tropicalis-1* و *Candida tropicalis-2* كالمطور من خلال إجراء العديد من الاختبارات مثل اختبار تحمل درجة الحرارة واختبار تحمل الكحول والكتلة الحيوية للخميرة، وعدد خلايا الخميرة، وجودة الخبز حول الحجم واللون والرائحة والنسيج والمذاق. أما اختبار تحمل درجة الحرارة فيستخدم فيه درجة حرارة 30 درجة مئوية و 37 درجة مئوية و 45 درجة مئوية. وأما اختبار تحمل الكحول فيستخدم فيه تركيز كحول بنسبة 10% و 13% و 15%. كانت كثافة خلايا خميرة *Candida tropicalis-2* أعلى من خميرة *Candida tropicalis-1* في اختبار تحمل درجة الحرارة عند 45 درجة مئوية وتحمل الكحول بنسبة 15%. فيستنتج من هذا البحث أن $P > 0.05$ ، بمعنى كان له تأثير واقعي للون والرائحة والنسيج والطعم. بناءً على البحث الذي تم إجراؤه، فيستنتج أن الخميرة خميرة *Candida tropicalis-1* و خميرة *Candida tropicalis-2* لديها القدرة على العيش في درجة حرارة 45 درجة مئوية وتركيز كحول بنسبة 15%. ويكون حجم عجينة الخبز باستخدام خميرة *Candida tropicalis-1* و خميرة *Candida tropicalis-2* هما يساويان عجين الخبز باستخدام خميرة فيرميبان الجافة ، ولكنها تستغرق وقتاً أطول قليلاً. وفي الاختبار الحسي، أحب أعضاء اللجنة إلى الضابط الإيجابي (*Fermipan*) ولم يحب الضابط السلبي (بلا زيادة الخميرة). بين خميرة *Candida tropicalis-1* و خميرة *Candida tropicalis-2*، يفضل أعضاء اللجنة خميرة *Candida tropicalis-2* لأنها تشبه عنصر الضابط الإيجابي (فيرميبان) من حيث اللون والرائحة والذوق.

الكلمات المفتاحية: خميرة *Candida tropicalis* ، الذرة الحلوة (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt)

، مطور الخبز

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis (*Zea mays* Var. *saccharata* Sturt) Sebagai Pengembang Roti**”. Sholawat serta salam tak lupa terpanjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang memberikan bimbingan menuju jalan yang rahmatil lil alamin. Penyusunan skripsi ini tentu tidak mampu terselesaikan jika tidak adanya bimbingan, arahan, dukungan dan support dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA. 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 Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang penuh dengan keikhlasan dan kesabaran memberikan bimbingan, nasehat, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Ahmad Barizi, M.A, selaku dosen pembimbing agama yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini pada kajian Al-Qur'an dan As-Sunnah.
6. Ir. Liliek Harianie AR, M.P, dan Dr. Nur Kumiyati, M.Si selaku dosen ketua penguji dan penguji utama yang telah memberikan saran, nasehat dan kritiknya untuk kelancaran penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen, laboran, dan staf administrasi di jurusan biologi yang membantu memberikan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini.

8. Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu serta Kakak penulis yang selalu mendoakan dan memberi support baik moril maupun materil kepada penulis.
9. Semua teman-teman seperjuanganku yang selalu membantu, mensupport dan selalu menyemangati.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat kepada pembacanya. Aamiin.

Malang, 04 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	iError! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.v
MOTTO	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.i
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.x
مستخلص البحث.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Deskripsi Khamir	7
2.2 Jagung Manis (<i>Zea mays</i> var. <i>saccharata</i> Sturt)	10
2.3 Khamir Endofit Jagung Manis (<i>Zea mays</i> var. <i>saccharata</i> Sturt).....	12
2.4 Fermentasi	14
2.5 Khamir yang Berpotensi sebagai Pengembang Roti	19

2.6 Pertumbuhan dan Perhitungan Sel Khamir	23
2.7 Mekanisme Pengembangan Adonan Roti	27
2.8 Bahan Baku Pembuatan Roti.....	28
2.9 Prinsip Pembuatan Roti	33
2.10 Analisis Organoleptik.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	41
3.1 Rancangan Penelitian	41
3.2 Variabel Penelitian	41
3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	41
3.4 Alat dan Bahan	42
3.5 Prosedur Penelitian.....	42
3.5.1 Sterilisasi alat dan bahan.....	42
3.5.2 Pembuatan Media	43
3.5.3 Peremajaan Isolat Khamir.....	45
3.5.4 Uji Potensi Pengembang Roti	45
3.5.5 Biomassa Khamir.....	47
3.5.6 Perhitungan Jumlah Sel Khamir	47
3.5.7 Uji Adonan Roti.....	49
3.5.7 Uji Kualitas Roti	51
3.6 Teknik Analisis Data	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Suhu dan Alkohol	54
4.1.1 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Suhu.....	54
4.1.2 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Alkohol.....	42
4.2 Kualitas Roti Hasil Fermentasi Khamir <i>Candida tropicalis</i>	56
4.2.1 Penentuan Jumlah Sel Khamir	58
4.2.2 Daya Kembang (Volume) Roti	62
4.2.3 Organoleptik (Uji Hedonik) Roti.....	54
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75

5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Nutrisi Jagung Manis Per 100 gram.....	13
2.2 Komposisi Tepung Terigu.....	31
3.1 Jumlah Sel dan Biomasa Khamir (100 gr Tepung).....	51
3.2 Jumlah Sel dan Biomassa Khamir (50 gr Tepung).....	52
4.1 Kemampuan Khamir Dalam Toleransi Suhu.....	54
4.2 Kemampuan Khamir Dalam Toleransi Alkohol.....	57
4.3 Hasil Uji Lanjut Mann-Whitney.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jalur Fermentasi Alkohol oleh Khamir.....	17
2.2 Mekanisme Reaksi Fermentasi Jalur EMP.....	18
2.3 Pola Fase Pertumbuhan Mikroorganisme.....	25
2.4 Kurva Pertumbuhan Khamir <i>Candida tropicalis</i>	26
2.5 <i>Haemocytometer (Counting Chamber)</i>	27
3.1 Titik Hitung pada Kotak <i>Haemocytometer</i>	50
4.1 Pengamatan Sel Khamir pada Mikroskop.....	59
4.2 Jumlah Sel pada Masing-Masing Jenis Khamir (0,2 gr).....	61
4.3 Presentase Penambahan Pengembangan Adonan Roti.....	63
4.4 Pengembangan Adonan Roti.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Uji Toleransi Suhu.....	85
2. Hasil Uji Toleransi Alkohol.....	87
3. Perolehan Biomassa Khamir.....	89
4. Perhitungan Jumlah Sel Khamir.....	91
5. Pengembangan Adonan Roti.....	93
6. Perhitungan Volume Adonan Roti.....	96
7. Perhitugan Presentase Volume Adonan Roti.....	97
8. Warna dan Tekstur Adonan Roti Setelah Dipanggang (inkubasi 2jam).....	98
9. Formulir Uji Organoleptik.....	99
10. Hasil Uji Organolpetik (Kuisisioner).....	100
11. Hasil Uji Kruskal Wallis.....	104
12. Hasil Uji Lanjut Mann-Whitney.....	105

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Roti merupakan salah satu makanan olahan yang terbentuk dari fermentasi tepung dengan menggunakan ragi atau bahan pengembang lain (Pusuma dkk., 2018). Ragi merupakan campuran dari beberapa mikroorganisme yaitu khamir, kapang dan bakteri (Gandjar dkk., 2006). Khamir adalah jamur uniseluler yang memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula menjadi alkohol dan karbondioksida, oleh karenanya digunakan sebagai agen ragi dalam produk yang dipanggang (Bitrus *et al.*, 2020). Agen ragi, baik kimiawi dan biologis berperan penting dalam mengembangkan adonan tepung. Produk tepung dengan agen ragi kimiawi tidak cukup baik dalam mengembangkan adonan dibandingkan dengan agen ragi biologis (Boboye & Owoyemi, 2009). Agen ragi biologis adalah mikroorganisme yang memiliki kemampuan menghasilkan karbondioksida dari pemanfaatan gula. Dalam pembuatan roti karbondioksida dibutuhkan untuk pematangan dan pengembangan adonan (Maryam *et al.*, 2017).

Sebagaimana firman Allah SWT dalam Qs. Al-Nahl/16:13, yaitu:

وَمَا ذَرَأَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُۥٓ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ

Artinya: “dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada orang yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran”

Ayat tersebut menjelaskan kekuasaan Allah SWT mengenai penciptaan makhluk hidup dengan berbagai jenis yang dapat dipelajari. Menurut Shihab (2002) Allah SWT telah menciptakan yang semua terdapat di langit dengan manfaatnya, Allah juga menciptakan bermacam-macam binatang, tumbuhan dan benda di muka bumi. Semua yang diciptakan oleh Allah memiliki manfaat. Sesungguhnya yang demikian, terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi kaum yang mengingatnya sebagai pelajaran. Begitu pula dengan khamir yang memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah sebagai pengembang adonan roti.

Khamir dalam pembuatan roti berperan untuk meningkatkan volume adonan dengan terbentuknya karbondioksida selama proses fermentasi, untuk mengembangkan struktur dan tekstur adonan oleh adanya pemuaian gas karbon dioksida, dan untuk meningkatkan rasa dan menambah nilai gizi pada roti (Obasi *et al.*, 2017). Khamir dapat digunakan sebagai pengembang roti dengan beberapa ketentuan, yaitu adanya aktivitas invertase, flokulasi, toleransi alkohol, toleransi hiperosmotik, toleransi suhu dan produksi karbondioksida (Karki *et al.*, 2017). Khamir yang digunakan dalam penelitian ini adalah khamir *Candida tropicalis* yang diisolasi dari jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt).

Jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) merupakan produk pertanian yang digemari oleh penduduk, karena rasanya enak, manis, banyak mengandung karbohidrat dan rendah lemak dan protein (Surtinah, 2015). Jagung manis menyimpan energi 96 kal, karbohidrat 22,8 g, protein 3,5 g, lemak 1,0 g, kalsium 3,0 g, fosfor 111

mg, besi 0,7 g, vitamin A 400 SI, vitamin B 0,15 mg, vitamin C 12,0 mg dan air 72,7 g (Iskandar, 2007). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anjani (2020) didapatkan 4 isolat dari jagung manis, meliputi NJM1, NJM2, NJM3 dan NJM4. Keempat isolat tersebut diuji potensi sebagai pengembang roti, isolat NJM1 dan NJM2 menunjukkan hasil terbaik. Kedua isolat yang menunjukkan hasil terbaik dilakukan uji molekuler, diperoleh hasil memiliki kemiripan dengan *Candida tropicalis*.

Secara umum khamir dapat tumbuh pada suhu ruang antara 26-37 °C (Maryam *et al.*, 2017). Menurut 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. Selain itu, khamir yang digunakan dalam pembuatan roti tahan terhadap konsentrasi alkohol yang tinggi. Pada umumnya, khamir mampu hidup pada kondisi kadar alkohol 10% (Utama *et al.*, 2019). Menurut Asyikeen *et al* (2013) konsentrasi alkohol yang tinggi dapat menambah aroma pada roti. Maryam *et al* (2017) juga berpendapat bahwa konsentrasi alkohol yang tinggi dibutuhkan dalam pembuatan roti untuk menambah cita rasa pada roti. Kualitas roti dapat dilakukan dengan pengukuran sifat fisik pangan, karena dapat mempengaruhi penampilan dan penerimaan produk. Sifat fisik pangan yang diukur meliputi warna, rasa, aroma bentuk dan tekstur. Analisis secara organoleptik (menggunakan panca indra) dapat digunakan dalam mengukur sifat fisik pangan. Salah satu jenis uji organoleptik adalah uji kesukaan (*hedonic test*) yang digunakan untuk uji yang berkaitan dengan kesukaan (Syah, 2018).

Berbagai jenis khamir yang termasuk dalam genus *Saccharomyces*, *Kluveromyces*, *Candida* dan *Rodotula* berpotensi sebagai pengembang roti, ditandai dengan kemampuannya dalam fermentasi gula. Selain dapat memfermentasi gula, beberapa genus tersebut memiliki tingkat pertumbuhan cepat, tidak bersifat patogen, kandungan protein tinggi, stabilitas genetik, memiliki nilai gizi tinggi dan baik untuk pencernaan (El-Helow *et al.*, 2015). Penggunaan ragi non-*Saccharomyces* dalam fermentasi adonan menjadi semakin dikenal karena memberikan pengaruh pada komposisi produk, tekstur dan rasa (Li *et al.*, 2019).

Penelitian Ebhabi *et al* (2013) mengatakan bahwa isolasi khamir dari tanaman pangan lokal berupa singkong, jagung, kacang kola dan jagung guinea mendapatkan beberapa jenis khamir, yaitu *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia carribica*, *Candida tropicalis* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Ouoba *et al* (2012) penelitian isolasi khamir pada nira aren *Borassus akeassii* terdapat keanekaragaman khamir, diantaranya tiga spesies *Candida tropicalis*. Oyewole (2004) melakukan isolasi pada singkong mendapatkan khamir yang berbeda, meliputi *Candida crusei*, *Candida tropicalis*, *Pichia sotoi*, *P. anomala*, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zygosaccharomyces bailii*. Pada penelitian Boboye & Owoyemi (2009) *Candida tropicalis* yang diisolasi dari singkong memiliki kemampuan sebagai ragi pengembang roti.

Penelitian tentang pengujian potensi dan aplikasi khamir *Candida tropicalis* yang diisolasi dari jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) sebagai pengembang roti, belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan

untuk mengetahui kemampuan khamir *Candida tropicalis* sebagai pengembang adonan roti. Sehingga diharapkan *Candida tropicalis* sebagai agen ragi mampu dikembangkan menjadi ragi komersial. Di Indonesia ragi komersial diperoleh import dari luar negeri.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana kemampuan khamir *Candida tropicalis* terhadap uji toleransi suhu dan alkohol?
2. Bagaimana kualitas roti hasil fermentasi khamir *Candida tropicalis*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui kemampuan khamir *Candida tropicalis* terhadap uji toleransi suhu dan alkohol.
2. Untuk mengetahui kualitas roti hasil fermentasi khamir *Candida tropicalis*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini, yaitu:

1. Khamir *Candida tropicalis* mempunyai kemampuan terhadap uji toleransi suhu dan alkohol.
2. Kualitas roti hasil fermentasi khamir *Candida tropicalis* lebih baik daripada ragi roti komersial Fermipan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan dengan harapan dapat diterapkan dalam bidang mikrobiologi terutama mikrobiologi pangan.
2. Penelitian yang dilakukan dengan harapan dapat memanfaatkan khamir *Candida tropicalis* menjadi pengembang roti dan diproduksi dalam skala industri.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Isolat khamir *Candida tropicalis* yang digunakan berasal dari isolasi Jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt).
2. Pengujian toleransi suhu menggunakan suhu 30 °C, 37 °C dan 45 °C.
3. Pengujian toleransi alkohol menggunakan alkohol dengan konsentrasi 10%, 13% dan 15%.
4. Media uji toleransi suhu dan alkohol menggunakan media *Yeast Peptone Glucose* (YPG)
5. Kontrol positif yang digunakan pada uji pengembang roti adalah ragi komersial *Fermipan*.
6. Parameter yang diamati pada uji pengembang roti berupa daya kembang (volume), aroma, rasa, tekstur dan warna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Khamir

Khamir merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki ukuran sangat kecil. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Qs. Saba'/34:22, yaitu:

قُلِ ادْعُوا الَّذِينَ زَعَمْتُمْ مِّنْ دُونِ اللَّهِ لَا يَمْلِكُونَ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ فِي السَّمُوتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَمَا لَهُمْ فِيهِمَا مِنْ شِرْكٍَ وَمَا لَهُ مِنْهُمْ مِّنْ ظَهِيرٍ

Artinya: “Katakanlah: “Serulah mereka yang kamu anggap sebagai tuhan (selain Allah), mereka tidak memiliki (kekuasaan)seberat zarrahpun di lanhit dan di bumi, dan mereka tidak mempunyai suatu sahampun dalam (penciptaan)langit dan bumi dan sekali-kali tidak ada diantara mereka yang menjadi pembantu bagi-Nya”

Sebagaimana Allah SWT pada ayat diatas, Menurut Hamka (1992) kalimat ذَرَّةٍ dapat diartikan sebagai atom, karena atom merupakan benda kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata secara langsung tak terkecuali khamir. Khamir adalah mikroorganisme bersel tunggal yang diklasifikasikan dengan kapang dan jamur sebagai anggota Kingdom Fungi (Thapa *et al.*, 2015). Khamir dibagi menjadi dua kelompok filum yaitu Ascomycota dan Basidiomycota. Filum Ascomycota adalah kelompok khamir yang menghasilkan askospora (*asporogenous yeast*) dan tidak membentuk askokarp. Khamir kelompok ini sebagian besar termasuk dalam ordo Sacchamycetales. Sedangkan Filum Basidiomycota menghasilkan basidia yang merupakan spora seksual (basidiospora) diproduksi. Beberapa genus yang termasuk dalam Basidiomycota yaitu *Cryptococcus*, *Rhodotorula* dan *Trichosporon* (Prihatini dan Ilmi, 2018).

Khamir merupakan jamur yang dapat bersifat dimorfitik, yaitu mempunyai dua fase siklus hidup yang bergantung pada lingkungan. Fase hifa merupakan fase pembentukan miselium, sedangkan fase khamir merupakan fase pembentukan sel tunggal (Gandjar dkk., 2006). Khamir (yeast) dapat bereproduksi secara asexual dengan peleburan (*fision*) atau pembentukan blastokonidia (*budding*) (Sopandi dan Wardah, 2021). Mikroorganisme ini bersifat anaerob fakultatif serta dapat bertahan hidup dalam kondisi aerobik dan anaerobik. Dengan tidak adanya oksigen, khamir dapat memfermentasi gula menjadi alkohol, karbon dioksida dan biomassa rendah. Dalam kondisi aerasi yang baik, sel khamir dapat memperoleh energi yang cukup dan mengubah gula menjadi biomassa tinggi (Balarabe *et al.*, 2017).

Khamir termasuk organisme yang bersifat heterofilik, yaitu mendapatkan nutrisi dengan cara mengambil makanan dari bahan organik. Khamir menyerap nutrisi melalui dinding sel dan mengekskresikan enzim ekstraseluler ke lingkungan (Hapsari, 2014). Sebagaimana firman Allah SWT. dalam Qs. Hud/11:6, yaitu:

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ إِلَّا عَلَى اللَّهِ رِزْقُهَا وَيَعْلَمُ مُسْتَقَرَّهَا وَمُسْتَوْدَعَهَا كُلٌّ فِي كِتَابٍ مُبِينٍ

Artinya: “Dan tidak satupun makhluk melata di bumi melainkan semuanya dijamin Allah rezekinya. Dia mengetahui tempat kediamannya dan tempat penyimpanannya. Semua (tertulis) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuz)”

Penggalan ayat diatas mendeskripsikan tentang semua makhluk yang diciptakan oleh Allah SWT. tidak terkecuali khamir telah diatur sedemikian rupa mengenai rezekinya termasuk dalam hal menyambung hidup. Menurut Hamka (1992) bahwa semua yang melata di bumi tidak perlu mengkhawatirkan kekurangan rezeki,

karena Allah SWT telah menyediakannya. Kata *Dabbatin* diartikan sebagai melata, yaitu semua yang berjalan, merangkak, merayap dan menjalar termasuk manusia, hewan dan lainnya begitu juga khamir. Semua itu terhimpun dalam kata *Dabbatin*. Seluruh isi yang terdapat di bumi merupakan persediaan yang cukup bagi semua makhluk hidup. Menurut Kemenag (2013) semua telah diatur dengan hikmat dan bijaksana oleh Allah SWT. Salah satu contohnya yaitu makhluk hidup yang terdapat dalam suatu ekosistem.

Enzim yang dihasilkan oleh khamir bertindak sebagai katalis. Pada proses fermentasi melibatkan enzim maltase, invertase dan zymase kompleks. Maltase memiliki kemampuan untuk mengubah maltose, yang dibentuk oleh degradasi pati oleh alfa dan beta-amilase menjadi glukosa dan berperan dalam suplai gula sederhana. Invertase mengkonversi sukrosa menjadi sukrosa dan fruktosa, sedangkan zymase kompleks berperan mengubah glukosa, fruktosa dan gula sederhana lainnya menjadi karbondioksida dan alkohol. Karbon dioksida inilah yang mengembangkan adonan selama fermentasi (Ali *et al.*, 2012).

Habitat khamir hampir semua wilayah atau tempat yaitu akuatik, daratan dan udara (Prihatini dan Ilmi, 2018). Khamir banyak ditemukan di berbagai tempat, terutama pada tumbuhan seperti buah-buahan, biji-bijian dan makanan yang mengandung gula (Suryaningsih dkk., 2018). Kondisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan khamir secara optimal yaitu pada suhu 25-30 °C, kelembapan dan media yang sesuai (Yousif dan Shafa, 2014).

Khamir dianggap sebagai organisme pilihan untuk produksi minuman beralkohol, roti dan berbagai macam produksi industri. Hal ini berdasarkan kemudahan metabolisme khamir dapat menggunakan teknik genetika, kecepatan pertumbuhan hingga hasil sel dengan biomassa tinggi, kemudahan untuk memisahkan biomassa dari produk dan pengetahuan yang secara umum dianggap aman (Thapa *et al.*, 2015). Khamir mempunyai berbagai peran penting dalam kehidupan manusia. Beberapa produk yang dihasilkan sudah dikomersilkan dan berpotensi untuk perkembangan bioteknologi (Suryaningsih dkk., 2018).

2.2 Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt)

Jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) adalah varietas botani dari jagung pakan atau jagung pipil (*field corn*). Jagung manis merupakan perkembangan dari jagung mutiara (flint) dan jagung gigi kuda (dent). Perbedaan antara jagung manis dengan jagung pada umumnya adalah kandungan gula yang lebih tinggi. Komposisi genetik yang membedakan antara jagung manis dengan jagung dent dibedakan hanya oleh satu gen resesif. Gen tersebut mencegah perubahan gula menjadi pati (Syukur dan Rifianto, 2013). Rasa manis pada biji jagung manis karena kandungan gula pada endosperm biji cukup tinggi, yaitu berkisar 13-14% sedangkan pada jagung biasa hanya 2-3% (Rahmawati dkk., 2014).

Sebagaimana firman Allah SWT pada Qs. Al An'am/6:95, yaitu:

إِنَّ اللَّهَ قَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمْ اللَّهُ فَتَأْتِي
تُؤَفَّكُونَ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?*”

Menurut Shihab (2002) ayat tersebut merupakan salah satu bukti dari kekuasaan Allah SWT mengenai penciptaan biji dan embrio tanaman. Pada bagian biji terdiri dari zat-zat tak hidup yang terakumulasi. Saat embrio mulai tumbuh, zat-zat yang terakumulasi tersebut berubah menjadi zat-zat yang dapat memberi nutrisi pada embrio. Ketika mulai fase pertumbuhan dan sel-sel hidup terbentuk, biji kedua berubah dari fase biji ke fase tunas. Ketika tumbuhan dapat memenuhi kebutuhan makanan atau nutrisinya sendiri, dengan menyerap garam yang larut dalam air di dalam tanah dan terbentuknya klorofil atau zat hijau daun menjadi karbohidrat seperti gula dengan bantuan cahaya matahari. Ketika sampai pada fase akhir, buah-buahan kembali menyimpan biji-bijian yang merupakan bakal kehidupan baru.

Rasa manis yang terdapat pada jagung manis berasal dari kandungan gula yang tinggi pada endosperm. Selain mempunyai kandungan gula yang tinggi, jagung manis juga kaya akan gizi. Jagung manis mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral (Syukur dan Aziz, 2003).

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Jagung Manis Per 100 gram

Kandungan Nutrisi	Jumlah
Energi 90 kkal	360 kJ
Karbohidrat	19 g
Gula	3,2 g
<i>Dietary fiber</i>	2,7 g
Lemak	1,2 g
Protein	3,2 g
Vitamin A equiv. 10 g	1%
Asam Folat (Vit.B9) 46 g	12%
Vitamin C 7 mg	12%
Besi 0,5 mg	4%
Magnesium 37 mg	10%
Kalium 270 mg	6%

Sumber: Syukur dan Aziz, 2003

2.3 Khamir Endofit Jagung Manis (*Zea mays var. saccharata* Sturt)

Habitat khamir tersebar luas di lingkungan alam, seperti air, tanah, buah-buahan dan bunga (Komatsuzaki *et al.*, 2016). Khamir dapat ditemukan pada buah-buahan, sayur-sayuran, minuman dan hasil pertanian lainnya, yang merupakan habitat makro penting untuk berbagai spesies khamir. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa khamir sebagian ditemukan pada makanan asam (Obasi *et al.*, 2017). Aktivitas

metabolisme, pertumbuhan dan kelangsungan hidup khamir dapat dipengaruhi oleh kondisi substrat. Pertumbuhan khamir Ascomycetes paling baik pada buah-buahan, karena pada buah-buahan mengandung air dan karbohidrat tinggi (Ramirez-Castrillon *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anjani (2020) didapatkan 4 isolat dari jagung manis, meliputi NJM1, NJM2, NJM3 dan NJM4. Keempat isolat tersebut diuji potensi sebagai pengembang roti, isolat NJM1 dan NJM2 menunjukkan hasil terbaik. Kedua isolat yang menunjukkan hasil terbaik dilakukan uji molekuler, diperoleh hasil memiliki kemiripan dengan *Candida tropicalis*. Menurut Boboye & Owoyemi (2009) *Candida tropicalis* yang diisolasi dari singkong, menunjukkan hasil yang baik dalam hal rasa dan aroma roti, tapi rendah dalam tekstur dan pengembangan atau memfermentasi adonan.

Candida merupakan jenis khamir yang memiliki sifat kosmopolit atau dapat hidup di berbagai tempat. Beberapa jenis *Candida* ditemukan pada buah-buahan. *Candida tropicalis* dapat ditemukan pada air, buah, molases, ragi dan manusia. Secara morfologi *Candida tropicalis* berwarna putih-krem, koloni berbentuk bulat, reproduksi vegetative dengan cara membentuk *budding* dan tidak bereproduksi secara seksual (Suryaningsih dkk., 2018).

Berikut merupakan klasifikasi *Candida tropicalis* (Xu *et al.*, 2018), yaitu:

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Saccharomycotina

Class: Saccharomycetes

Ordo: Saccharomycetales

Family: Saccharomycetaceae

Genus: *Candida*

Spesies: *Candida tropicalis*

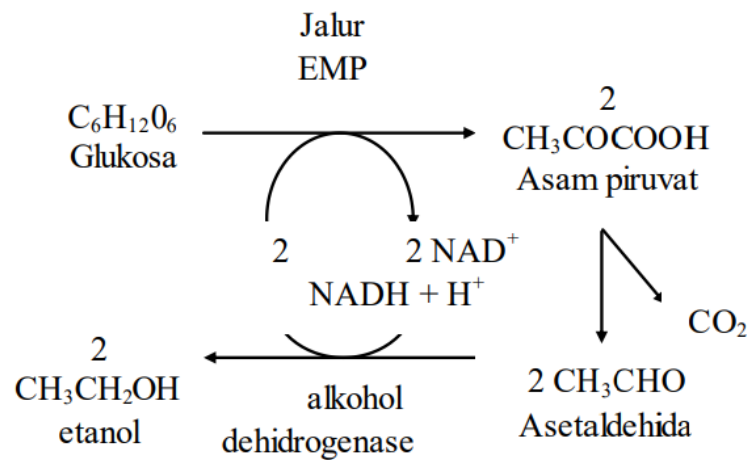
2.4 Fermentasi

Fermentasi secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu proses dimana komponen kimiawi yang dihasilkan akibat adanya metabolisme mikroba (Amema dkk., 2017). Aktivitas enzimatis yang dilakukan oleh mikroba dapat memecah komponen pangan selama proses fermentasi berlangsung. Enzim amilase, lipase dan protease yang dimiliki oleh mikroba dapat menghidrolisis komponen kompleks menjadi komponen sederhana seperti alkohol, karbon dioksida, asam, peptida, asam lemak, asam amino dan komponen lain (Yuniastri, 2018). Mikroba umum yang berperan pada proses fermentasi adalah bakteri khamir dan kapang. Bakteri yang digunakan yaitu *Acetobacter aceti* pada pembuatan asam asetat. Pada pembuatan alkohol khamir yang

digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*, dan kapang *Rhizopus* sp. digunakan dalam pembuatan tempe (Jannah, 2010). Fermentasi juga dapat meningkatkan nilai gizi bahan dan berfungsi untuk mengawetkan bahan makanan serta menghilangkan zat beracun yang terdapat di dalam makanan tersebut (Amema dkk., 2017).

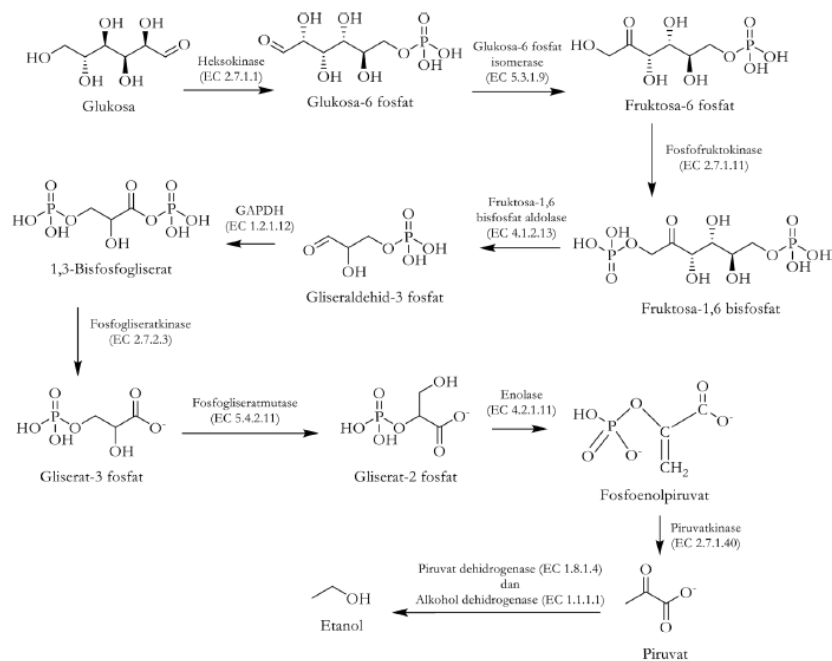
Fermentasi adalah suatu proses perubahan secara kimia pada substrat organik, seperti karbohidrat, protein, lemak dan substrat lainnya, melalui aktivitas biokatalis atau enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Anggraini, 2018). Fermentasi tidak akan terjadi, tanpa adanya kontak antara substrat dan mikroorganisme. Adanya kontak tersebut menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik dan kimia, karena penguraian zat-zat yang terkandung dalam substrat (Ariani, 2021). Fermentasi dapat berlangsung dalam kondisi aerob maupun anaerob. Fermentasi aerob merupakan fermentasi yang berlangsung dalam kondisi beroksigen, sedangkan fermentasi anaerob tanpa menggunakan oksigen (Atmodjo, 2017). Hasil fermentasi dapat berupa alkohol, asam laktat dan hidrogen. Terdapat beberapa komponen lain hasil fermentasi berupa asam butirat dan aseton (Amema dkk., 2017).

Fermentasi alkohol merupakan proses pemecahan karbohidrat menjadi alkohol dan karbon dioksida yang dihasilkan oleh aktivitas mikroba yang disebut khamir dalam kondisi anearob (Osvaldo dkk., 2012).



Gambar 2.1 Jalur Fermentasi Alkohol oleh Khamir (Hasanah dkk., 2012).

Pada awal fermentasi anerob, glukosa dipecah menjadi asam piruvat melalui jalur *Embden Meyerhoff Parnas* (EMP) (Hasanah dkk., 2012). Mekanisme reaksi jalur *Embden Meyerhoff Parnas* (EMP) melibatkan enzim-enzim yang secara spesifik bekerja untuk senyawa-senyawa hasil penguraian glukosa (Ibrahim dkk., 2020). Kemudian, terjadi dekarboksilasi asam piruvat menjadi aseteladehida. Asetaldehida mengalami reduksi menjadi alkohol dengan menerima elektron hasil oksidasi asam gliseraldehida 3-phosphat. Pada proses fermentasi anaerob ini 90% glukosa diubah menjadi alkohol dan karbondioksida (Hasanah dkk., 2012).



Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Fermentasi Jalur *Embden Meyerhoff Parnas* (EMP) (Ibrahim dkk., 2020).

Fermentasi dapat terjadi akibat adanya aktivitas mikroba yang disebut khamir. Aktivitas mikroba tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut dapat berhubungan dengan penyediaan dan penggunaan nutrisi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup mikroba. Berikut merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi (Osvaldo dkk., 2012), yaitu:

1. Mikroorganisme

Beberapa jenis mikroba banyak digunakan dalam proses fermentasi, seperti bakteri, khamir dan kapang. Namun, tidak semua jenis mikroba dapat digunakan dalam proses fermentasi, perlu adanya proses seleksi (Osvaldo dkk., 2012). Pada fermentasi

alkohol mikroorganisme yang sering digunakan adalah khamir, karena dapat memecah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida dengan bantuan enzim zymase (Azizah dkk., 2012). Mikroorganisme yang biasa digunakan untuk fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*, karena mampu menggunakan glukosa sebagai sumber energi untuk menghasilkan alkohol (Anggraini, 2018).

2. Waktu Fermentasi

Lama waktu yang dibutuhkan dalam proses fermentasi bergantung pada jenis bahan, ragi atau khamir dan gula (Osvaldo dkk., 2012). Lama waktu fermentasi juga ditentukan oleh pertumbuhan dari mikroorganisme yang digunakan. Pertumbuhan suatu mikroorganisme dapat digambarkan melalui kurva yang menunjukkan fase pertumbuhan. Terdapat 4 fase pertumbuhan, antara lain fase adaptasi, fase tumbuh, fase stationer dan fase kematian (Azizah dkk., 2012).

3. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam fermentasi adalah derajat keasaman atau pH, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan khamir (Azizah dkk., 2012). PH optimum yang dibutuhkan untuk proses fermentasi sama dengan pH optimum pertumbuhan khamir yaitu 4,0-4,5 (Anggraini, 2018).

4. Substrat

Subtrat merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk fermentasi. Bahan baku yang digunakan dalam fermentasi mengandung nutrisi-nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses pertumbuhan dan menghasilkan produk fermentasi.

Nutrisi tersebut berupa karbohidrat. Karbohidrat adalah sumber karbon yang memiliki fungsi untuk menghasilkan energi bagi mikroba. Sementara, nutrisi lain seperti protein hanya dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Azizah dkk., 2018).

5. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi waktu saat proses fermentasi berlangsung, karena pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Setiap mikroorganisme mempunyai kriteria pertumbuhan yang berbeda-beda (Azizah dkk., 2018).

6. Oksigen

Secara tidak langsung oksigen dapat mempengaruhi proses fermentasi. Khamir dari genus *Saccharomyces* dapat tumbuh dalam kondisi aerob, namun untuk melakukan fermentasi alkohol membutuhkan kondisi anaerob. Saat kondisi aerob khamir dapat menghidrolisis gula menjadi air dan alkohol, tetapi dalam keadaan anaerob gula diubah menjadi alkohol dan karbon dioksida (Azizah dkk., 2018).

2.5 Khamir yang Berpotensi sebagai Pengembang Roti

Khamir berperan penting dalam berbagai proses fermentasi termasuk mengembangkan adonan roti (Maryam *et al.*, 2017). Khamir memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula menjadi alkohol dan karbon dioksida, sehingga digunakan sebagai agen ragi dalam produk yang dipanggang (Bitrus *et al.*, 2020).

Khamir mempunyai beberapa jenis enzim penting seperti fosfatase, lipase, zimase dan proteinase yang berperan dalam dekomposisi senyawa organik dan dapat

digunakan untuk keperluan industri (Periadnadi dkk., 2018). Agen ragi yang saat ini digunakan oleh industri, sebagian di impor dari luar negeri seperti Australia (Mauripan®), Prancis (Saf-instant®), Kanada (Fermipan®) dan Turkey (Gold Pakmaya®) (Asyikeen *et al.*, 2013).

2.4.1 Syarat khamir sebagai pengembang roti

Khamir dapat digunakan sebagai pengembang roti dengan beberapa ketentuan, yaitu adanya aktivitas invertase, flokulasi, toleransi alkohol, toleransi hiperosmotik, toleransi suhu, dan produksi karbon dioksida (Karki *et al* (2017). Terdapat beberapa enzim yang berada dalam sel khamir yaitu invertase, lipase, maltase, protease dan zymase. Beberapa enzim tersebut mempunyai peran masing-masing dalam pembentukan atau pengembangan adonan roti (Koswara, 2009).

1. Fermentasi Karbohidrat

Khamir memanfaatkan gula heksosa terutama maltosa untuk menghasilkan karbondioksida, alkohol dan berbagai metabolit sekunder yang berkontribusi dalam perkembangan rasa dan aroma makanan yang difermentasi. Karbon dioksida yang dihasilkan tidak hanya bertanggung jawab meningkatkan volume adonan melalui penggabungan gas tetapi juga untuk rasa dan tekstur (Karki *et al* (2017). Menurut Asyikeen *et al* (2013) ragi komersial (*Saccharomyces cerevisiae*) yang biasa dipakai untuk pengembang adonan roti memiliki kemampuan fermentasi pada beberapa jenis

gula seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa, namun pada jenis gula laktosa *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat melakukan proses fermentasi.

Khamir mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam fermentasi karbohidrat (Harley & Prescott, 2002). Kemampuan khamir pada proses fermentasi karbohidrat diketahui dengan adanya perubahan warna oleh produksi asam sehingga terjadi perubahan pH dan terbentuknya gas karbon dioksida. Pembentukan gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh khamir menunjukkan kualitas dalam pemilihan strain khamir yang mampu menghasilkan gas dengan kadar yang baik (Karki *et al.*, 2017).

2. Pembentukan Flokulasi

Flokulasi dapat didefinisikan sebagai peristiwa di mana sel khamir menempel pada gumpalan dan mengendap dengan cepat dari media tempatnya berada. Sel khamir mendapat kemampuan flokulasi pada akhir fermentasi, yaitu membuat proses adhesi sel (Nahvi *et al.*, 2002). Menurut Karki *et al* (2017) flokulasi merupakan kemampuan khamir untuk dapat memisahkan diri dari media tanpa melalui proses filtrasi dan sentrifugasi tambahan, sehingga dapat diproduksi secara massal pada skala industri.

Beberapa industri memanfaatkan flokulasi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) sebagai ragi sederhana dan untuk memisahkan sel ragi dari produk fermentasi (Zhao & Bai, 2009). Selama proses fermentasi, flokulasi khamir yang memiliki kepadatan sel tinggi dapat meningkatkan produktivitas alkohol (Kevin, 2005).

3. Toleransi Alkohol

Proses fermentasi oleh khamir dengan memanfaatkan gula menghasilkan alkohol. Banyaknya alkohol yang dihasilkan tergantung pada saat terjadinya fermentasi. Semakin besar kemampuan khamir untuk bertahan hidup dalam konsentrasi alkohol tinggi, maka semakin besar pula kemampuan khamir untuk hidup dalam kondisi konsentrasi alkohol yang tinggi. Kadar alkohol yang sangat tinggi dapat menghancurkan DNA mitokondria dan menyebabkan enzim dalam keadaan inaktif (Karki *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 (Maryam *et al.*, 2017).

Kemampuan khamir dalam melakukan fermentasi dapat menambah aroma dan rasa pada roti apabila khamir tersebut dapat hidup dalam kondisi konsentrasi alkohol tinggi (Asyikeen *et al.*, 2013). Menurut Cho & Peterson (2010) *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengubah 95% glukosa yang dapat difermentasi menjadi alkohol dan karbon dioksida. Sementara 5% berpartisipasi dalam reaksi fermentasi sekunder di mana asam piruvat dihasilkan oleh glikolisis dan dapat menyebabkan alkohol meningkat, asam lemak dengan rantai pendek dan senyawa karbonil.

4. Toleransi Suhu

Pada umumnya khamir dapat tumbuh pada suhu ruang atau antara 26-37 °C (Maryam *et al.*, 2017). Menurut Ma'ruf *et al* (2011) suhu optimal yang dibutuhkan

khamir untuk tumbuh adalah 37 °C. Sel khamir yang mampu bertahan hidup pada suhu tinggi menunjukkan bahwa khamir tersebut dapat tumbuh pada kondisi suhu yang lebih tinggi, hal ini terkait dengan proses fermentasi (Maryam *et al.*, 2017). Khamir yang dapat bertahan hidup pada suhu tinggi dapat digunakan dalam pembuatan roti untuk mempercepat proses, meningkatkan produksi, pembentukan karbon dioksida dan meningkatkan rasa dan aroma (Maryam *et al.*, 2017; Ma'ruf *et al.*, 2011).

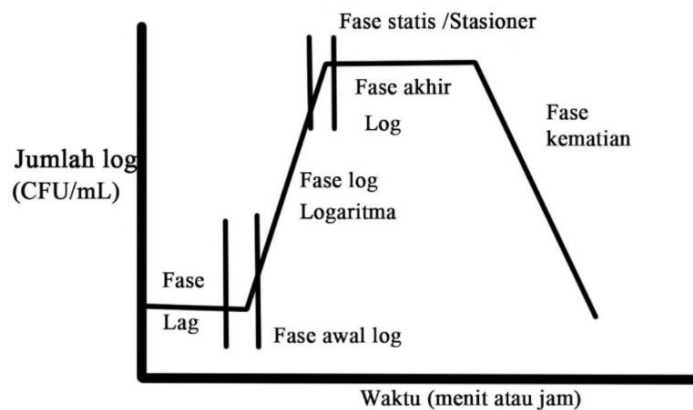
5. Tidak menghasilkan Hidrogen Sulfida

Khamir yang dapat digunakan sebagai pengembang roti adalah khamir yang tidak menghasilkan hidrogen sulfida. Khamir yang memproduksi hidrogen sulfida dapat mempengaruhi kualitas roti, karena menghasilkan aroma yang tidak sedap (Karki *et al.*, 2017). Keberadaan senyawa hidrogen sulfida (H_2S) merupakan suatu kondisi yang tidak diinginkan dalam adonan roti, karena adanya senyawa tersebut dapat mempengaruhi aroma dan rasa pada roti. Khamir yang menunjukkan produksi hidrogen sulfida tinggi tidak dapat digunakan sebagai pengembang roti (Maryam *et al.*, 2017).

2.6 Pertumbuhan dan Perhitungan Sel Khamir

Pertumbuhan mikroorganisme dapat diartikan dengan peningkatan jumlah atau massa sel (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Menurut Ngatirah (2019) pertumbuhan mikroorganisme adalah pertambahan secara konstan semua bagian sel hidup. Pertumbuhan pada mikroorganisme juga dapat didefinisikan sebagai pertambahan ukuran mikroorganisme, jika ukurannya telah mencapai ukuran yang besar untuk setiap mikroorganisme, maka akan terjadi pembelahan (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Dalam menelaah pertumbuhan mikroorganisme, terdapat istilah laju pertumbuhan dan waktu generasi. Laju pertumbuhan merupakan pertambahan jumlah atau massa mikroorganisme tiap satuan waktu. Sedangkan, selang waktu yang diperlukan untuk satu sel mikroorganisme membelah menjadi dua sel disebut waktu generasi. Pertumbuhan mikroorganisme dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu fase lag, fase log, fase stasioner dan fase kematian (Gambar 2.3) (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

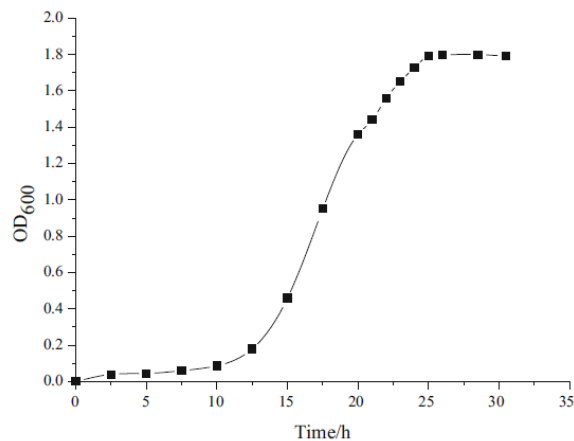


Gambar 2.3 Pola fase pertumbuhan mikroorganisme (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Fase lag merupakan waktu yang diperlukan mikroorganisme untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Fase logaritma (log) atau fase eksponensial merupakan fase mikroorganisme dapat bertambah banyak dengan jumlah tetap selama waktu tertentu. Pada fase ini, pertambahan mikroorganisme berjalan lambat di awal fase, namun akan bertambah cepat dengan bertambahnya waktu. Pertumbuhan mikroorganisme terjadi secara konstan dalam selang waktu tertentu. Fase stasioner (statis) merupakan fase di

mana kondisi laju pertumbuhan seimbang dengan laju kematian mikroorganisme. Jumlah mikroorganisme yang membelah seimbang dengan jumlah mikroorganisme yang mati, maka jumlah mikroorganisme dalam kondisi relatif stabil. Fase kematian merupakan fase mikroorganisme mengalami penurunan jumlah populasi. Sel mikroorganisme akan mengalami lisis, sehingga tidak dapat terdeteksi jumlahnya (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Setiap mikroorganisme mempunyai waktu generasi yang berbeda-beda. (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Menurut Xu *et al* (2018) kurva pertumbuhan khamir *Candida tropicalis* (Gambar 2.4) menunjukkan bahwa fase logaritma dalam 10-25 jam dan fase stasioner atau pertumbuhan stabil setelah 25 jam. Berdasarkan kurva pertumbuhan dapat ditemukan kisaran umur inokulum yang sesuai untuk digunakan.

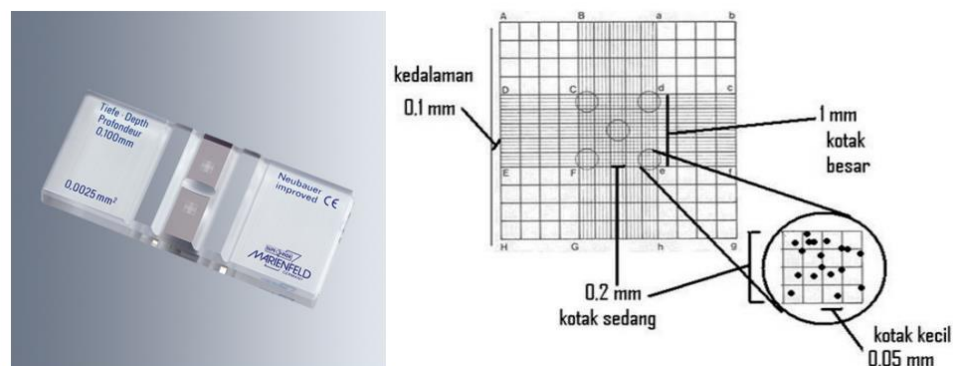


Gambar 2.4 Kurva pertumbuhan khamir *Candida tropicalis* (Xu *et al.*, 2018).

Perhitungan pertumbuhan mikroorganisme dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu perhitungan secara langsung (menghitung sel mikroorganisme) dan perhitungan

secara tidak langsung (mengukur pengaruh atau efek pertumbuhan mikroorganisme) (Ngatirah, 2019). Salah satu metode perhitungan secara langsung adalah menggunakan metode *counting chamber* (Lai, 1999). Metode *Counting chamber* menggunakan alat *haemocytometer* dan mikroskop. *Haemocytometer* merupakan alat yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah sel. Penentuan jumlah sel dilakukan dengan meletakkan alat hemasitometer pada meja objek mikroskop dan menggunakan perbesaran objektif (Benson, 2001).

Menurut Wijaya dkk (2015) metode *counting chamber* atau metode kamar hitung menggunakan alat *haemocytometer*. Alat ini terdiri dari 9 kotak besar dengan masing-masing mempunyai luas 1 mm^2 , maka luas keseluruhan kotak 9 mm^2 . Dalam satu kotak besar dibagi menjadi 25 kotak sedang yang memiliki panjang $0,2 \text{ mm}$. Di dalam kotak sedang dibagi menjadi 16 kotak kecil yang memiliki panjang $0,1 \text{ mm}$. Sehingga, satu kotak besar terdiri daeo 400 kotak kecil. Ketebalan kamar hitung adalah $0,1 \text{ mm}$.



Gambar 2.5 *Haemocytometer* (*Counting chamber*) (Wijaya dkk., 2015)

Perhitungan pertumbuhan mikroorganisme secara tidak langsung dapat dilakukan menggunakan alat spektrofotometri, dengan turbidimetri atau melihat kekeruhannya. Metode Turbidimetri merupakan cara cepat untuk menghitung jumlah mikroorganisme dalam suatu larutan menggunakan alat spektrofotometri (Yanti dan Rosmania, 2020). Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mendeteksi senyawa (padat atau cair) berdasarkan absorpsi foton. Panjang gelombang foton pada spektrofotometer uv-vis berkisar antara 200 nm – 700 nm (Irawan, 2019). Menurut Pajan dkk (2016) spektrofotometer lebih akurat dalam menentukan kekeruhan dan mengukur nilai absorbansi.

2.7 Mekanisme Pengembangan Adonan Roti

Khamir merupakan mikroorganisme yang biasa digunakan dalam pembuatan roti. Khamir dapat menguraikan karbohidrat dengan hasil utama berupa alkohol, asam dan karbon dioksida (Ariani, 2021). Gas karbon dioksida yang dihasilkan akan ditahan oleh gluten sehingga membentuk adonan yang mengembang (Shabrina, 2017). Gluten merupakan jenis protein yang tidak larut air dan hanya terdapat pada tepung terigu. Kandungan protein di dalam tepung terigu 12,8% merupakan gluten dan 65% non gluten (Widatmoko dan Estiasih, 2015).

Menurut Arif dkk (2018) gluten memiliki fungsi mempertahankan gas karbon dioksida untuk memperoleh volume dan tekstur yang diinginkan dalam adonan. Gluten adalah protein tak larut air dan mempunyai sifat hidrofilik yang terkandung dalam tepung terigu sehingga mampu mengikat air. Semakin tinggi kadar gluten pada tepung

terigu, menyebabkan semakin tinggi pula kadar air yang berikatan dengan tepung dan dapat meningkatkan viskositas adonan. Fraksi utama gluten berupa glutenin dan gliadin. Glutenin berfungsi dalam sifat elastis dan kohesif adonan yang menyebabkan gas karbon dioksida hasil dari proses fermentasi dan pemanggangan dapat tertahan oleh gluten yang bersifat elastis sehingga volume roti meningkat. Sedangkan gliadin berfungsi menyediakan *extensibility* dan viskositas adonan.

Fermentasi adonan dengan bantuan khamir merupakan fase paling penting dalam pembuatan roti. Hasil fermentasi oleh khamir sangat menentukan kualitas akhir roti. Selain menghasilkan karbon dioksida, khamir juga menghasilkan metabolit lain yang mempengaruhi hasil akhir adonan, seperti volume, tekstur dan rasa. Laju fermentasi juga dipengaruhi oleh bahan adonan yang digunakan, termasuk jumlah gula dan garam (Struyf *et al.*, 2017).

2.8 Bahan Baku Pembuatan Roti

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan roti dikelompokkan menjadi 3, yaitu bahan pokok seperti tepung terigu, ragi (*yeast*) dan air, bahan penambah rasa seperti garam, gula, lemak (*margarin/mentega*), susu dan telur, dan bahan tambahan seperti *mineral yeast food* (MYF), emulsifier, malt, bahan peningkat kualitas adonan (*dough improver*) dan pengawet (Koswara, 2009).

1. Tepung terigu

Bahan dasar pada pembuatan semua jenis roti adalah tepung terigu. Tepung terigu mengandung komponen penting, yaitu protein jenis glutenin dan gliadin, protein jenis ini dalam kondisi tertentu apabila mendapat tambahan air dapat mengembang dan membentuk massa yang elastis yang sering disebut gluten. Sifat fisik gluten yang dapat mengembang dan bersifat elastis mengakibatkan adonan dapat menahan gas sehingga adonan menggelembung atau mengembang. Hal ini menyebabkan produk roti memiliki struktur berongga halus serta tekstur lembut dan elastis. Tepung terigu yang digunakan harus memiliki daya serap air dalam jumlah banyak untuk mencapai konsistensi adonan yang sesuai, serta memiliki elastisitas yang baik (remah halus, tekstur lembut dan volume besar) (Koswara, 2009).

Tepung terigu yang sering digunakan dalam pembuatan roti adalah tepung dengan kandungan protein tinggi. Tepung terigu protein tinggi mempunyai kandungan protein lebih dari 11% (Suryatna dan Teknik, 2015). Tepung tersebut biasa disebut tepung keras (*hard wheat*) dengan kandungan protein 12-13% dan cocok digunakan untuk pembuatan roti (Koswara, 2009), dengan kadar gluten $\pm 13,5\%$ (Dean, 2007). Penggunaan tepung terigu dengan kadar protein lebih rendah (9-11%) dapat mempengaruhi proses pengulenan yang lebih lama untuk membuat gluten yang kuat, karena menyebabkan adonan roti sulit mengembang (Dean, 2007).

Tabel 2.2 Komposisi Tepung Terigu

Komponen	Presentase
Pati (<i>Starch</i>)	70%
Air	13%
Protein tak larut	11%
Protein larut	2%
Gula	2,5%
Lemak	1%
Mineral	0,5%

Sumber: Damat dkk., 2018

2. Ragi (*Yeast*)

Ragi yang biasa digunakan dalam pembuatan roti dibuat dari sel khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Ketika fermentasi berlangsung, khamir menggunakan gula untuk menghasilkan karbon dioksida sehingga dapat mengembangkan adonan. Gula tersebut berupa gula maltosa yang berasal dari tepung atau gula tambahan seperti gula tebu dan maltosa. Terdapat beberapa jenis enzim pada ragi, yaitu invertase, lipase, protease, maltase dan zymase. Enzim protease berfungsi memecah protein yang terdapat pada tepung menjadi senyawa nitrogen, untuk membentuk sel khamir baru. Lipase berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserin, sedangkan invertase berfungsi memecah glukosa menjadi fruktosa. Maltase berfungsi memecah

maltosa, dan zymase berfungsi memecah glukosa menjadi karbon dioksida dan alkohol. Beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas ragi roti, yaitu enzim protease, lipase, invertase dan maltase, kandungan air, suhu, pH, garam dan gula (Koswara, 2009).

3. Air

Air merupakan bahan penting dalam pembentukan gluten pada pembuatan roti. Air menentukan konsistensi dan karakteristik roti, serta menentukan sifat adonan selama proses fermentasi dan mutu produk yang dihasilkan. Air juga berfungsi sebagai pelarut pada gula, garam, susu dan bahan tambahan lain sehingga bahan tersebut terdispersi dalam adonan. Jumlah air yang digunakan tergantung pada tepung terigu dan proses pembuatan roti (Koswara, 2009). Air berperan sebagai pengatur suhu adonan, karena apabila suhu naik saat proses pencampuran menyebabkan proses fermentasi lebih cepat. Namun pembentukan gluten kurang sempurna sehingga dapat berpengaruh pada masa simpan roti (Arwini, 2021).

4. Gula

Gula dalam pembuatan roti digunakan sebagai bahan pemanis. Gula yang biasa digunakan adalah jenis gula sukrosa. Selain sebagai pemanis, sukrosa memiliki peran dalam meningkatkan kualitas panggang dan mempercepat proses pematangan. Gula juga berperan sebagai sumber karbon utama untuk khamir sehingga mendorong keaktifan saat proses fermentasi. Gula yang tersisa dari hasil fermentasi berpengaruh

terhadap warna kulit dan rasa roti (Koswara, 2009). Menurut Putri dkk (2020) apabila pencampuran gula pada adonan kurang merata, maka terbentuk bercak atau bintik pada kulit roti.

5. Garam

Garam merupakan bahan yang berpengaruh terhadap pori-pori dan tekstur roti, serta secara tidak langsung berpengaruh pada pembentukan warna. Garam adalah salah satu bahan pengeras, ketika adonan tidak menggunakan garam maka adonan menjadi basah. Garam juga berfungsi untuk mencegah pertumbuhan bakteri dalam adonan yang difermentasi (Koswara, 2009). Rasa hambar pada roti disebabkan oleh penambahan garam kurang dari 0,5%, sementara lebih dari 1% dapat mempengaruhi atau menghambat proses fermentasi (Chendawati, 2013).

6. Lemak

Lemak dalam pembuatan roti berperan sebagai *shortening*, yaitu membantu mengatur struktur fisik roti seperti volume, tekstur, kelembutan dan rasa. Dalam adonan roti penambahan lemak juga berfungsi untuk mempermudah pemotongan roti dan menahan air sehingga lebih lunak, serta menambah masa simpan roti. Kegunaan lemak dalam pembuatan roti adalah mempertahankan jaringan zat gluten, mempertinggi rasa dan roti menjadi lunak (Koswara, 2009).

2.9 Prinsip Pembuatan Roti

Terdapat berbagai cara dalam pembuatan roti, namun secara umum prinsip pembuatan roti dibagi menjadi 4 tahap, yaitu pencampuran, peragian, pembentukan dan pemanggangan (Koswara, 2009).

1. Pencampuran

Pencampuran adonan roti terdapat dua metode, yaitu metode babon (*sponge and dough method*) dan cara langsung (*straight dough method*). Pada metode babon, sebagian tepung, air, ragi, garam mineral dan bahan pengemulsi dicampur menjadi satu. Fermentasi babon dilakukan selama 3-6 jam. Pembuatan babon cair menggunakan 25% tepung. Setelah proses fermentasi babon selesai dicampur dengan bahan lainnya. Sedangkan metode cara langsung, lebih sederhana tetapi tidak mudah diperbaiki apabila terjadi kesalahan pada proses sebelumnya atau proses fermentasi. Pada metode ini semua bahan dicampur sekaligus menjadi adonan yang akan difermentasi. Tujuan pencampuran adalah untuk mengembangkan dan membuat daya rekat. Kandungan protein dalam tepung sebagian besar akan menjadi bentuk gluten apabila protein tersebut diberi air dan diaduk (Koswara, 2009).

2. Peragian

Peragian dalam pembuatan roti bertujuan untuk pematangan adonan sehingga menghasilkan produk dengan mutu yang baik. Selain itu, peragian atau fermentasi juga berperan dalam pembentukan rasa pada roti. Selama proses fermentasi enzim-enzim

yang terdapat pada ragi bereaksi dengan pati dan gula sehingga menghasilkan gas karbon dioksida. Adanya gas karbon dioksida menyebabkan adonan roti menjadi mengembang, lebih ringan dan lebih besar (Koswara, 2009).

3. Pembentukan

Pembentukan adonan dilakukan dengan membagi terlebih dahulu, kemudian dibulatkan sebelum dipanggang. Pembagian adonan dilakukan dengan memotong adonan. Proses selanjutnya mendiamkan adonan dalam suhu ruang selama kurang lebih 3-25 menit. Adonan didiamkan untuk memfermentasi kembali agar adonan lebih mengembang dan elastis setelah kehilangan gas karbon dioksida saat proses pembagian. Setelah didiamkan, proses selanjutnya adalah pemulungan yang terdiri dari beberapa proses, seperti pemipihan, penggulungan dan penutupan. Fermentasi akhir dilakukan untuk memperoleh struktur dan volume yang maksimal (Koswara, 2009).

4. Pemanggangan

Saat proses pemanggangan terjadi peningkatan volume secara signifikan pada beberapa menit pertama. Enzim amilase menjadi lebih aktif pada proses ini sehingga terjadi penguraian pati menjadi dekstrin adonan dengan konsentrasi yang lebih cair, sementara produksi karbon dioksida menjadi lebih banyak. Aktivitas metabolisme khamir meningkat ketika suhu 50-60 °C sampai terjadi kerusakan pada khamir akibat panas yang berlebihan. Saat suhu sudah mencapai 76 °C, pelepasan alkohol terjadi yang mengakibatkan peningkatan tekanan gelembung gas. Ketika suhu diatas 76 °C

terbentuk gumpalan gluten yang menyebabkan struktur remah pada roti. Pada proses akhir pembakaran terjadi pembentukan lapisan kulit dan aroma. Pembentukan lapisan kulit terjadi sebagai hasil dari proses karamelisasi gula (Koswara, 2009).

2.10 Analisis Organoleptik

Pengukuran sifat fisik pangan sangat dibutuhkan karena sifat tersebut dapat mempengaruhi penampilan dan penerimaan produk. Sifat fisik pangan yang diukur meliputi warna, rasa, aroma bentuk dan tekstur. Analisis secara organoleptik (menggunakan panca indra) atau menggunakan alat-alat instrumentasi dapat digunakan dalam mengukur sifat fisik pangan. Pada umumnya analisis organoleptik dilakukan dengan menggunakan panca indra yang disebut penilaian organoleptik. Dalam penilaian organoleptik terdapat beberapa indra yang berperan, diantaranya indra penglihatan, penciuman, perasa dan peraba. Indra pendengaran pada analisis organoleptik produk pangan jarang digunakan (Syah, 2018).

Analisis organoleptik dilakukan untuk mendapat penilaian konsumen terhadap kualitas suatu produk melalui berbagai uji. Penggunaan berbagai jenis uji tergantung pada tujuan yang diinginkan dan kriteria kualitas yang dinilai. Uji organoleptik dibagi menjadi empat, yaitu uji perbedaan, uji hedonik, uji scalar dan uji deskripsi (Syah, 2018). Uji kesukaan (*hedonic test*) merupakan istilah yang digunakan untuk uji yang berkaitan dengan kesukaan. Tujuan dari uji tersebut adalah untuk menghitung kesukaan dan penerimaan produk oleh konsumen. Terdapat dua cara dalam menentukan skala hedonik, yaitu skala verbal dan skala gambar (Kusuma dkk., 2017).

Skala verbal (*hedonic scaling*) dinyatakan dengan berbagai sebutan yang dapat merepresentasikan tingkat penerimaan produk. Skala uji kesukaan atau hedonik yang biasa digunakan, yaitu 1 = amat sangat suka (*like extremely*), 2 = sangat suka (*like very much*), 3 = suka (*like moderately*), 4 = agak suka (*like slightly*), 5 = netral (*neither like or dislike*), 6 = agak tidak suka (*dislike slightly*), 7 = tidak suka (*dislike moderately*), 8 = sangat tidak suka (*dislike very much*) dan 9 = amat sangat tidak suka (*dislike extremely*). Sedangkan skala gambar (*facial hedonic scaling* dengan *smiley methods*) dinyatakan dengan berbagai ekspresi wajah untuk menyatakan penerimaan produk. Skala gambar biasa digunakan untuk produk dengan sasaran konsumen anak-anak (Kusuma dkk., 2017).

Dalam penilaian organoleptik membutuhkan peran panelis (Wulandari dkk., 2020). Panelis mempunyai peran ganda dalam penilaian organoleptik, yaitu sebagai objek analisis dan instrumen penilaian organoleptik (Kusuma dkk., 2017). Panelis merupakan orang atau sekelompok orang yang berfungsi untuk memberikan penilaian suatu sifat atau mutu (Kusuma dkk., 2017) secara subjektif berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan (Wulandari dkk., 2020). Panelis dapat perorangan yang berasal dari perusahaan (produsen), orang luar (konsumen), ataupun pihak ketiga (*outsourcing*). Terdapat beberapa jenis panelis, yaitu (Kusuma dkk., 2017):

1. Panelis Perseorangan

Panelis perseorangan adalah orang yang sangat ahli dengan kemampuan kepekaan spesifik tinggi. Kepekaan tersebut diperoleh karena bakat atau latihan-latihan

secara intensif. Panelis ini merupakan sekelompok orang yang mengerti sifat, peran dan cara pengolahan bahan yang akan dinilai, serta memahami metode-metode uji organoleptik dengan baik sehingga dapat mengetahui kesalahan yang terjadi dan penyebabnya.

2. Panelis Terbatas

Panelis terbatas adalah orang yang memiliki kemampuan kepekaan tinggi, tetapi lebih rendah daripada panel perorangan. Panelis ini terdiri dari 3-5 orang yang dibentuk untuk mencegah bias dari panelis perseorangan. Setiap panelis mempunyai kemampuan mengenal faktor-faktor tertentu dalam sensori. Keputusan diambil berdasarkan hasil diskusi antar anggota. Dominas dari sorang anggota saat berdiskusi harus dihindari untuk memperoleh hasil yang objektif.

3. Panelis Terlatih

Panelis terlatih adalah orang yang memiliki tugas untuk memberikan penilaian beberapa sifat rangsangan. Panelis ini terdiri dari 15-25 orang yang kemampuan kepekaannya tidak setinggi panelis terbatas, sehingga untuk pemilihannya dibutuhkan seleksi dan latihan. Keputusan diambil setelah data dianalisis secara statistik.

4. Panelis Agak Terlatih

Panelis agak terlatih adalah orang yang mengerti dan memahami sifat sensori tertentu setelah mengikuti pelatihan. Panelis ini dapat dipilih dari kalangan tertentu dengan diuji kepekaannya terlebih dahulu. Panelis agak terlatih beranggotakan 15-25

orang. Apabila terdapat data yang menyimpang tidak digunakan. Contoh panelis agak terlatih adalah mahasiswa atau perseorangan dari perusahaan yang dipilih.

5. Panelis Tidak Terlatih

Panelis tidak terlatih adalah orang-orang yang dipilih berdasarkan jenis kelamin, suku, tingkat sosial dan pendidikan. Panelis ini hanya dapat memberikan penilaian terhadap sifat-sifat sensori sederhana seperti uji kesukaan. Panelis tidak terlatih beranggotakan lebih dari 25 orang.

6. Panelis Konsumen

Panelis konsumen adalah orang-orang yang menjadi target pemasaran suatu produk. Panelis ini terdiri dari 30-100 orang dan dapat mewakili target pasar berdasarkan kelompok atau daerah yang spesifik. Penilaian dapat dilakukan di pasar atau dari rumah ke rumah.

7. Panelis Anak-Anak

Panelis anak-anak adalah anak-anak dengan kisaran usia 3-10 tahun yang dapat memberikan penilaian sifat-sifat organoleptik sederhana seperti produk yang disukai oleh anak-anak. Dalam pelaksanaan penilaian ini diperlukan beberapa tahap hingga anak siap dan alat bantu untuk memberikan penilaian.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kepekaan panelis, yaitu (Setyaningsih dkk., 2010):

1. Jenis Kelamin

Wanita mempunyai kemampuan kepekaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki dalam merasakan sesuatu. Wanita juga lebih mudah mengemukakan

apa yang dirasakan dibanding dengan laki-laki. Namun, penilaian sensori wanita mengenai aroma dan rasa cenderung berubah-ubah dibandingkan laki-laki. Hal ini berkaitan dengan siklus menstruasi dan kehamilan.

2. Usia

Seiring bertambahnya usia seseorang, semakin berkurang pula kemampuannya dalam merasa, mencium, mendengar dan melihat. Tetapi, berkurangnya kemampuan seseorang bermacam-macam berkaitan dengan pengalaman dan pelatihan yang diikuti. Umumnya berkisar antara usia 60 tahun atau lebih. Pada uji sifat-sifat organoleptik yang memerlukan panelis mewakili berbagai target konsumen, maka dibutuhkan juga panelis yang berusia tua.

3. Kondisi Fisiologis

Kondisi fisiologis panelis dapat mempengaruhi kemampuan kepekaannya, yaitu ketika panelis dalam keadaan lapar atau kenyang, kelelahan, sakit, obat, waktu bangun tidur dan merokok.

4. Faktor Genetik

Faktor genetik dapat mempengaruhi kemampuan seseorang dalam mengenali sensori, terutama apabila berkaitan dengan deteksi pengenalan dan ambang batas terhadap produk tertentu. Contohnya, orang yang peka terhadap *phenylthiocarbamide* (PTC) dan *propylthiouracil* (PROP). Pada umumnya orang yang peka pada produk tersebut adalah orang peka terhadap rasa pahit.

5. Kondisi Psikologis

Kondisi psikologis seseorang seperti *mood*, motivasi, tingkah laku dan kondisi terlalu senang atau sedih dapat mempengaruhi kemampuan kepekaan seseorang.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan rancangan penelitian kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari khamir yang diuji dalam uji toleransi suhu, uji toleransi alkohol, biomassa khamir, perhitungan sel khamir, uji daya kembang dan uji organoleptik.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada penelitian ini, yaitu:

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah khamir *Candida tropicalis* isolat lokal Jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt).

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah pengembang roti yang dilihat dari uji potensi khamir yaitu kepadatan sel, jumlah sel hidup khamir dan kualitas roti yaitu volume, aroma, rasa, tekstur dan warna.

3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi. Proses pengukuran OD (*Optical Density*) menggunakan Spektrofotometer *UV-vis* dilakukan di Laboratorium

Fisiologi Tumbuhan dan uji pengembang roti dilakukan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, erlenmeyer, cawan petri, autoklaf, tabung reaksi, *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-vis, *centrifuge*, *incubator shaker*, tabung *eppendorf*, hemasitometer, inkubator, bunsen, *Laminar Air Flow* (LAF), jarum ose, mikropipet, lemari es, rak tabung reaksi, gelas ukur, *hotplate*, *blue tip*, *yellow tip*, *beaker glass*, *tube* dan pipet tetes.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat khamir *Candida tropicalis*-1, *Candida tropicalis*-2, media *Yeast Extract Malt Broth* (YMB), media *Yeast Extract Malt Agar* (YMEA), media *Yeast Peptone Glucose* (YPG), Sodium DL-Lactose, alkohol, *methylene blue*, media adonan roti (tepung, gula, garam, mentega dan air), akuades, aluminium foil, plastik wrap, tisu, kertas label, dan ragi komersial (Fermipan).

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi alat dan bahan

Disterilisasi terlebih dahulu alat dan bahan yang akan digunakan dengan membungkus alat-alat dengan bahan kaca menggunakan kertas. Alat-alat yang sudah

dibungkus dimasukkan ke dalam autoklaf untuk disterilisasi dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Alat-alat yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam oven untuk mengilangkan uap air. Alat-alat siap digunakan.

3.5.2 Pembuatan Media

3.5.2.1 Media *Yeast Extract Malt Broth* (YMB)

Pembuatan media *Yeast Extract Malt Broth* (YMB) membutuhkan 3 g/L malt extract, 3 g/L yeast extract, 5 g/L pepton dan 10 g/L dextrose yang dilarutkan dalam 1000 ml akuades. Semua bahan dimasukkan dalam labu Erlenmeyer, kemudian dipanaskan pada *hot plate* dengan menggunakan *magnetic stirer* agar media homogen. Labu Erlenmeyer yang berisi media ditutup menggunakan kapas yang dilapisi dengan kasa. Ditambahkan 120 µl antibiotik Sodium DL-Lactose pada saat suhu media 50 °C (Biomedical Engineering, 2015). Media disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Untuk menghindari kontaminasi, labu Erlenmeyer yang berisi media tidak dibuka sampai media akan digunakan.

3.5.2.2 Media *Yeast Extract Malt Agar* (YMEA)

Pembuatan media *Yeast Extract Malt Agar* (YMEA) membutuhkan 3 g/L malt extract, 3 g/L yeast extract, 5 g/L pepton, 10 g/L dextrose dan 20 g/L agar yang dilarutkan dalam 1000 ml akuades. Semua bahan dimasukkan dalam labu Erlenmeyer, kemudian dipanaskan pada *hot plate* dengan menggunakan *magnetic stirer* agar media homogen. Labu Erlenmeyer yang berisi media ditutup menggunakan kapas yang

dilapisi dengan kasa. Ditambahkan 120 µl antibiotik Sodium DL-Lactose pada saat suhu media 50 °C (Biomedical Engineering, 2015). Media disterilkan dengan suhu 121 °C dalam autoklaf selama 15 menit. Untuk menghindari kontaminasi, labu Erlenmeyer yang berisi media tidak dibuka sampai media akan digunakan.

3.5.2.3 Media *Yeast Peptone Glucose* (YPG)

Pembuatan media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) membutuhkan 20 g/L glukosa, 3 g/L yeast extract dan 5 g/L pepton yang dilarutkan dalam 1000 ml akuades. Semua media dimasukkan pada labu Erlenmeyer, kemudian dipanaskan pada *hot plate* dengan menggunakan *magnetic stirrer* agar media homogen. Labu Erlenmeyer yang berisi media ditutup menggunakan kapas yang dilapisi dengan kasa. Media disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Untuk menghindari kontaminasi, labu Erlenmeyer yang berisi media tidak dibuka sampai media akan digunakan.

3.5.2.4 Media Uji Toleransi Alkohol

Media uji toleransi alkohol menggunakan media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) dengan ditambahkan alkohol dengan konsentrasi yang berbeda. Masing-masing media YPG yang digunakan sebanyak 100ml. Media dengan konsentrasi alkohol 10% terdiri dari 0,27 g/ml yeast extract, 0,45 g/ml pepton, 1,8 g/ml glukosa, 90 ml akuades dan 10ml alkohol. Media dengan konsentrasi alkohol 13% terdiri dari 0,26 g/ml yeast extract, 0,44 g/ml pepton, 1,7 g/ml glukosa, 87 ml akuades dan 13ml alkohol. Media

dengan konsentrasi alkohol 15% terdiri dari 0,25 g/ml yeast extract, 0,43 g/ml pepton, 1,6 g/ml glukosa, 85 ml akuades dan 15ml alkohol. Semua media dimasukkan pada labu Erlenmeyer, kemudian dipanaskan pada *hot plate* dengan menggunakan *magnetic stirrer* agar media homogen. Labu Erlenmeyer yang berisi media ditutup menggunakan kapas yang dilapisi dengan kasa. Sebelum disterilisasi, media dipindahkan pada tabung reaksi sebanyak 10ml dengan 3kali pengulangan. Media disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Untuk menghindari kontaminasi, tabung reaksi yang berisi media tidak dibuka sampai media akan digunakan.

3.5.3 Peremajaan Isolat Khamir

Peremajaan isolat khamir dilakukan dengan diambil masing-masing kultur isolat sebanyak 1 ose, diinokulasikan ke media YMEA dengan metode gores (*streak plate*) pada cawan petri (Abubakar dkk, 2019). Penginokulasian isolat khamir juga dilakukan pada media agar miring (YMEA) pada tabung reaksi. Diinkubasi kultur selama 24-48 jam pada suhu ruang. Isolat khamir yang telah diinkubasi disimpan pada lemari pendingin sampai isolat akan digunakan.

3.5.4 Uji Potensi Pengembang Roti

3.5.4.1 Uji Toleransi Suhu

Isolat khamir yang akan digunakan dalam uji toleransi suhu ditumbuhkan terlebih dahulu pada media YMB sebanyak 100ml dengan mengambil 1 ose isolat khamir dari media YMEA. Isolat khamir yang ditumbuhkan pada media YMB

diinkubasi selama 24 jam. Setelah diinkubasi, isolat khamir ditumbuhkan media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) dan diinkubasi pada suhu 30 °C, 37 °C dan 45 °C (Karki *et al.*, 2017) dengan 3 kali pengulangan. Isolat khamir yang telah diinkubasi dimasukkan pada *cuvet* sebanyak 1000µl. Kepadatan sel khamir dihitung menggunakan Spektrofotometer *UV-vis* dengan panjang gelombang 600 nm. Perhitungan kepadatan sel khamir dilakukan setelah inkubasi 24 jam dan 72 jam. Data yang diperoleh ditulis dalam bentuk tabel.

3.5.4.2 Uji Toleransi Alkohol

Isolat khamir yang akan digunakan dalam uji toleransi alkohol ditumbuhkan terlebih dahulu pada media YMB sebanyak 100ml dengan mengambil 1 ose isolat khamir dari media YMEA. Isolat khamir yang ditumbuhkan pada media YMB diinkubasi selama 24 jam. Uji toleransi alkohol dilakukan dengan ditumbuhkan pada media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) yang mempunyai perbedaan konsentrasi alkohol, yaitu 10%, 13% dan 15%. Masing-masing diinkubasi selama 72 jam pada suhu 30 °C (Karki *et al.*, 2017). Kepadatan sel khamir dihitung menggunakan Spektrofotometer *UV-vis* dengan panjang gelombang 600 nm. Isolat khamir yang terdapat pada media YPG dimasukkan pada *cuvet* sebanyak 1000µl. Perhitungan kepadatan sel khamir dilakukan setelah inkubasi 24 jam dan 72 jam. Data yang diperoleh ditulis dalam bentuk tabel.

3.5.5 Biomassa Khamir

Biomassa khamir diperoleh dengan menumbuhkan isolat khamir sebanyak 1 ose pada media YMB sebanyak 100ml dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 24 jam. Setelah proses inkubasi, diambil 100µl isolat khamir dan kembali ditumbuhkan pada media YPG 10ml yang diletakkan pada tabung *eppendorf* 15 ml sebanyak 10 tabung. Diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara pelet dan supernatan. Pelet diperoleh dengan membuang supernatan, kemudian pelet yang berada di tabung *eppendorf* ditimbang. Penimbangan biomassa khamir yang diperoleh dilakukan menggunakan rumus:

$$B = B2 - B1$$

Keterangan:

B = Biomassa yang diperoleh (gr)

B2 = Tabung *eppendorf* berisi biomassa khamir

B1 = Tabung *eppendorf* kosong

3.5.6 Perhitungan Jumlah Sel Khamir

Khamir yang digunakan dalam perhitungan jumlah sel, ditumbuhkan pada media YMB sebanyak 100ml dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 24 jam. Setelah proses inkubasi, diambil 100µl isolat khamir dan kembali ditumbuhkan pada media

YPG 10ml yang diletakkan pada tabung *eppendorf* 15 ml sebanyak 10 tabung. Diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara pelet dan supernatan. Pelet diperoleh dengan membuang supernatan, kemudian pelet yang berada di tabung *eppendorf* ditimbang. Biomassa yang digunakan pada perhitungan jumlah sel masing-masing sebanyak 0,2 gram.

Perhitungan jumlah sel khamir dilakukan dengan menghitung secara langsung menggunakan alat *haemocytometer*. Perhitungan sel khamir dilakukan berdasarkan Wijaya dkk (2015). *Haemocytometer* dan *cover glass* disterilisasi terlebih dahulu menggunakan alkohol 70%. Diletakkan *cover glass* diatas *chamber haemocytometer*. Diencerkan pewarna *methylene blue* sebanyak 50 µl dengan akuades hingga volume akhir 1000 µl. Diambil inokulum khamir sebanyak 100 µl dan dimasukkan ke dalam tube ukuran 1,5 ml. Ditambahkan pewarna *methylene blue* sebanyak 100 µl dan akuades hingga volume akhir 1000 µl. Dihomogenkan suspensi khamir menggunakan *vortex*. Setelah homogen, diambil suspensi khamir sebanyak 20 µl dan dimasukkan kedalam *chamber haemocytometer*. Perhitungan dilakukan pada 5 kotak sedang (Gambar 3.1) dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x.

	A		B	
		E		
	D		C	

Gambar 3.1 Titik hitung pada kotak *Haemocytometer*

Setelah diperoleh jumlah sel pada 5 kotak sedang, dilakukan perhitungan menggunakan rumus (Mahardika, 2019) :

$$\text{Rata-rata jumlah sel/kotak} = \frac{\text{Jumlah sel hidup}}{5 \text{ kotak}}$$

$$\text{Faktor pengencer} = \frac{\text{Volume akhir suspensi}}{\text{Volume inokulum}}$$

$$\text{Jumlah sel (sel/mL)} = \text{rata-rata jumlah sel/kotak} \times \text{faktor pengencer} \times 10^4$$

3.5.7 Uji Adonan Roti

Khamir yang digunakan dalam uji adonan roti ditumbuhkan terlebih dahulu pada media YMB sebanyak 100ml selama 24 jam. Diambil 100 µl isolat khamir dan

ditumbuhkan pada media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) sebanyak 10ml yang diletakkan pada tabung *ependorf* 15 ml sebanyak 10 dengan 3kali pengulangan. Diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam dalam *shaker incubator*. Dilakukan sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm (Karki *et al.*, 2017). Tujuan dilakukan sentrifugasi untuk memperoleh pelet yang digunakan dalam pengembang roti. Pelet yang akan digunakan dalam pembuatan adonan roti memiliki jumlah biomassa yang berbeda, tetapi dengan jumlah sel hidup yang sama (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Jumlah Sel dan Biomassa Khamir (100 gr tepung)

Jenis khamir	Jumlah sel (sel/mL)	Jumlah biomassa (gr)
C1	60.000.000	6
C2	60.000.000	8
K+ (Fermipan)	60.000.000	1,2

Adonan roti dibuat menggunakan 100 gram tepung, 1,5 gram garam, 7,5 gram gula, 8 gram mentega yang dicampur. Ditambahkan air sedikit demi sedikit sebanyak 55ml (Watanabe *et al.*, 2016). Pelet khamir yang diperoleh dari proses sentrifugasi dilarutkan dalam larutan gula agar terjadi aktivasi. Khamir yang telah diaktivasi dicampur dengan adonan tepung dan diaduk rata. Setelah adonan kalis, dimasukkan ke dalam beaker glass 500ml dan ditutup menggunakan aluminium foil. Adonan roti diinkubasi pada suhu 30 °C selama 2 jam. Setelah proses inkubasi, adonan dipanggang pada oven dengan suhu 180 °C selama 20 menit (Karki *et al.*, 2017). Uji kontrol positif

menggunakan ragi komersial (Fermipan), sedangkan kontrol negatif menggunakan adonan roti tanpa penambahan khamir.

3.5.7 Uji Kualitas Roti

3.5.7.1 Uji Daya Kembang

Khamir yang digunakan dalam uji adonan roti ditumbuhkan terlebih dahulu pada media YMB sebanyak 100ml selama 24 jam. Diambil 100 μ l isolat khamir dan ditumbuhkan pada media *Yeast Peptone Glucose* (YPG) sebanyak 10ml yang diletakkan pada tabung *ependorf* 15 ml sebanyak 10 dengan 3kali pengulangan. Diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam dalam *shaker incubator*. Dilakukan sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm (Karki *et al.*, 2017). Tujuan dilakukan sentrifugasi untuk memperoleh pelet yang digunakan dalam pengembang roti. Pelet yang akan digunakan dalam pembuatan adonan roti memiliki jumlah biomassa yang berbeda, tetapi dengan jumlah sel hidup yang sama (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Jumlah Sel dan Biomassa Khamir (50 gr tepung)

Jenis khamir	Jumlah sel (sel/mL)	Jumlah biomassa (gr)
C1	30.000.000	3
C2	30.000.000	4
K+ (Fermipan)	30.000.000	0,6

Adonan roti dibuat menggunakan 50 gram tepung, 0,75 gram garam, 3,75 gram gula, 4 gram mentega yang dicampur. Ditambahkan air sedikit demi sedikit sebanyak 27,5ml (Watanabe *et al.*, 2016). Pelet khamir yang diperoleh dari proses sentrifugasi dilarutkan dalam larutan gula agar terjadi aktivasi. Khamir yang telah diaktivasi dicampur dengan adonan tepung dan diaduk rata. Setelah adonan kalis, dimasukkan ke dalam beaker glass 500ml dan ditutup menggunakan aluminium foil. Adonan roti diinkubasi pada suhu 30 °C selama 12 jam (Maryam *et al.*, 2017). Uji kontrol positif menggunakan ragi komersial (Fermipan), sedangkan kontrol negatif menggunakan adonan roti tanpa penambahan khamir.

Pengukuran volume adonan roti dilakukan dengan memasukkan adonan dalam suatu cetakan, kemudian diukur menggunakan penggaris (Pusuma dkk., 2018). Volume adonan roti diukur tiap 30 menit dengan interval waktu 12 jam. Volume adonan roti dihitung menggunakan presentase pengembangan dengan rumus (Saepudin, 2017):

$$\% \text{ pengembangan} = \frac{\text{volume akhir} - \text{volume awal}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

3.5.7.2 Uji Organoleptik

Uji organoleptik bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan atau kesukaan suatu produk, sehingga dapat diterima oleh panelis atau konsumen. Metode pengujian yang digunakan adalah metode hedonik (uji kesukaan) meliputi aroma, rasa, tekstur

dan warna dari produk (Pusuma dkk., 2018). Pengujian ini melibatkan 30 panelis yang memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan. Penilaian berbentuk skoring dengan 5 poin skor, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka dan 5 = sangat suka (Sitepu, 2019; Boboye & Owoyemi, 2009).

3.6 Teknik Analisis Data

Analisis data hasil penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data kuantitatif ditampilkan dalam tabel dan diagram atau grafik. Pengolahan data diagram atau grafik diolah menggunakan *SPSS*. Data yang diperoleh dalam bentuk skoring diuji normalitas dan homogenitas. Setelah data normal dan homogen, dilakukan uji *Analysis of Varian* (ANOVA).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Suhu dan Alkohol

4.1.1 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Suhu

Uji kemampuan khamir terhadap toleransi suhu bertujuan untuk mengetahui kemampuan khamir (*Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2) untuk hidup pada kondisi suhu tinggi, karena tidak semua khamir dapat hidup pada suhu tertentu terutama suhu tinggi. Kemampuan khamir untuk hidup pada suhu tertentu atau suhu tinggi berkaitan dengan kemampuannya dalam proses fermentasi. Menurut Tsegaye *et al* (2016) suhu dapat berpengaruh pada proses pengembangan adonan roti, terutama pada proses fermentasi dan metabolisme khamir.

Tabel 4.1 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Suhu

Jenis Khamir	Rata-rata nilai absorbansi $\pm$ SD					
	30 °C		37 °C		45 °C	
	24jam	72jam	24jam	72jam	24jam	72jam
C1	2.577 $\pm$ 0.164	3.124 $\pm$ 0.169	2.631 $\pm$ 0.259	3.098 $\pm$ 0.110	1.992 $\pm$ 0.084	2.780 $\pm$ 0.082
C2	2.480 $\pm$ 0.111	3.026 $\pm$ 0.089	2.468 $\pm$ 0.013	3.006 $\pm$ 0.131	1.999 $\pm$ 0.018	2.924 $\pm$ 0.164
Kontrol	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki kemampuan hidup pada berbagai suhu (Tabel 4.1). Uji kemampuan khamir terhadap toleransi suhu pada penelitian ini menggunakan suhu 30 °C, 37 °C dan 45 °C. Hasil yang diperoleh berdasarkan pengukuran kepadatan sel menggunakan Spektrofotometer UV-Vis,

khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 mengalami peningkatan kepadatan sel pada suhu 30 °C, 37 °C dan 45 °C dari inkubasi 24 jam sampai 72jam. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-1 pada suhu 30 °C memiliki kepadatan tertinggi yaitu 3,124 setelah dilakukan inkubasi selama 72 jam. Hal ini dikarenakan suhu 30 °C merupakan suhu optimum khamir untuk tumbuh. Menurut Jumiyati dkk (2012) suhu lingkungan optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan khamir berkisar antara 25-30 °C, suhu yang terlalu panas atau dingin dapat mengganggu proses pertumbuhan khamir serta berkaitan dengan kualitas khamir (Ali *et al.*, 2012). Sedangkan kepadatan sel terendah khamir *Candida tropicalis*-1 pada suhu 45 °C yaitu 1,992 setelah inkubasi 72 jam. Hal ini dikarenakan suhu maksimum untuk tumbuh khamir adalah 35-47 °C. Sesuai dengan pendapat Jumiyati dkk (2012) bahwa suhu maksimum yang dibutuhkan berkisar antara 35-47 °C.

Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-1 setelah inkubasi 24 jam paling tinggi pada suhu 37° C dengan nilai 2,631 dan paling rendah pada suhu 45 °C dengan nilai 1,992. Sementara setelah inkubasi 72 jam kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-1 paling tinggi pada suhu 30 °C dengan nilai 3,124 dan paling rendah pada suhu 45 °C dengan nilai 2,780. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 setelah inkubasi 24 jam dan 72 jam paling tinggi pada suhu 30 °C dan paling rendah pada suhu 45 °C. Pada inkubasi 24 jam kepadatan sel paling tinggi dengan nilai 2,480 dan pada inkubasi 72 jam dengan nilai 3,026. Sementara nilai paling rendah pada inkubasi 24 jam yaitu 1,999 dan inkubasi 72 jam yaitu 2,924.

Peningkatan jumlah kepadatan sel pada berbagai suhu yang diujikan menunjukkan bahwa khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki potensi sebagai pengembang adonan roti. Menurut 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. Khamir yang mempunyai kemampuan toleransi pada suhu tinggi dapat mempercepat proses pemanggangan dalam pembuatan roti (Tsegaye *et al.*, 2016)

4.1.2 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Alkohol

Uji kemampuan khamir terhadap toleransi alkohol bertujuan untuk mengetahui kemampuan khamir (*Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2) untuk hidup pada kondisi konsentrasi alkohol yang tinggi, karena tidak semua khamir dapat hidup pada kondisi tersebut. Menurut Utama *et al* (2019) terlalu tinggi konsentrasi alkohol dapat mengganggu terjadinya proses fermentasi, karena kondisi tersebut mempengaruhi tekanan osmotik sehingga menghambat pertumbuhan khamir. Kondisi konsentrasi alkohol yang tinggi dapat bersifat racun bagi khamir dan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan sel karena dapat merusak membran sel khamir (Maryam *et al.*, 2017).

Tabel 4.2 Kemampuan Khamir terhadap Toleransi Alkohol

Jenis Khamir	Rata-rata nilai absorbansi $\pm$ SD					
	10%		13%		15%	
	24jam	72jam	24jam	72jam	24jam	72jam
C1	2.183 $\pm$ 0.074	2.458 $\pm$ 0.074	2.127 $\pm$ 0.018	2.703 $\pm$ 0.079	2.054 $\pm$ 0.023	2.490 $\pm$ 0.021
C2	2.549 $\pm$ 0.069	2.941 $\pm$ 0.104	2.550 $\pm$ 0.052	3.045 $\pm$ 0.022	2.527 $\pm$ 0.042	3.096 $\pm$ 0.052
Kontrol	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki kemampuan hidup pada berbagai konsentrasi alkohol (Tabel 4.2). Uji kemampuan khamir terhadap toleransi alkohol pada penelitian ini menggunakan alkohol dengan konsentrasi 10%, 13% dan 15%. Hasil yang diperoleh berdasarkan pengukuran kepadatan sel menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 mengalami peningkatan kepadatan sel pada konsentrasi alkohol 10%, 13% dan 15% setelah diinkubasi selama 72 jam. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 pada konsentrasi alkohol 15% memiliki kepadatan tertinggi yaitu 3,096 setelah dilakukan inkubasi selama 72 jam. Menurut Utama *et al* (2019) secara umum khamir mampu hidup pada kondisi kadar alkohol 10%. Sehingga khamir *Candida tropicalis*-1 mempunyai kemampuan hidup diatas konsentrasi alkohol 13%. Sedangkan kepadatan sel terendah khamir *Candida tropicalis*-1 pada konsentrasi alkohol 15% yaitu 2,054 setelah inkubasi 24 jam.

Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-1 setelah inkubasi 24 jam paling tinggi pada konsentrasi alkohol 10% dengan nilai 2,183 dan paling rendah pada

konsentrasi alkohol 15% dengan nilai 2,054. Sementara setelah inkubasi 72 jam kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-1 paling tinggi pada konsentrasi alkohol 13% dengan nilai 2,703 dan paling rendah pada konsentrasi alkohol 10% dengan nilai 2,458. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 setelah inkubasi 24 jam paling tinggi pada konsentrasi alkohol 13% dengan nilai 2,550 dan paling rendah pada konsentrasi alkohol 15% dengan nilai 2,527. Sementara setelah inkubasi 72 jam kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 paling tinggi pada konsentrasi alkohol 15% dengan nilai 3,096 dan paling rendah pada konsentrasi alkohol 10% dengan nilai 2,941.

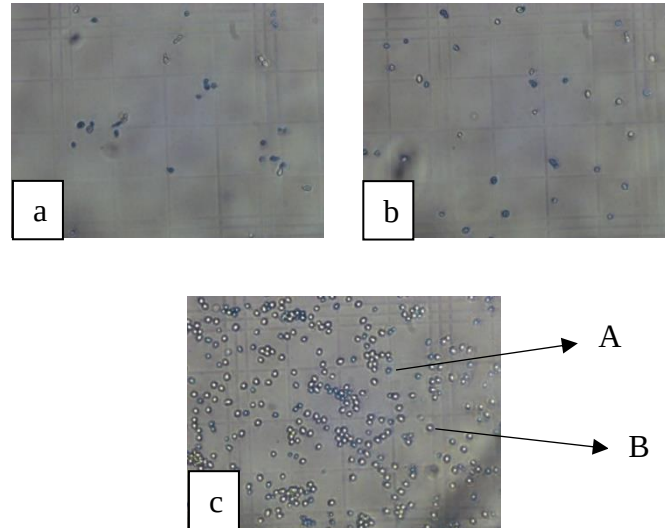
Hasil akhir dari proses fermentasi adalah alkohol dan karbondioksida. Menurut Santi (2008) pada proses fermentasi memerlukan peran mikroorganisme yang memiliki beberapa kriteria, salah satunya toleran terhadap kadar alkohol tinggi (sampai dengan 14-15%). Menurut Asyikeen *et al* (2013) konsentrasi alkohol yang tinggi dapat menambah aroma pada roti. Maryam *et al* (2017) juga berpendapat bahwa konsentrasi alkohol yang tinggi dibutuhkan dalam pembuatan roti untuk menambah cita rasa pada roti.

4.2 Kualitas Roti Hasil Fermentasi Khamir *Candida tropicalis*

4.2.1 Penentuan Jumlah Sel Khamir

Pertumbuhan pada mikroorganisme merupakan pertambahan jumlah sel atau massa sel yang melebihi inokulum awal. Pertumbuhan mikroorganisme dapat dilihat dengan cara menghitung jumlah atau massa sel. Terdapat beberapa cara dalam menghitung jumlah sel, salah satunya adalah perhitungan secara langsung

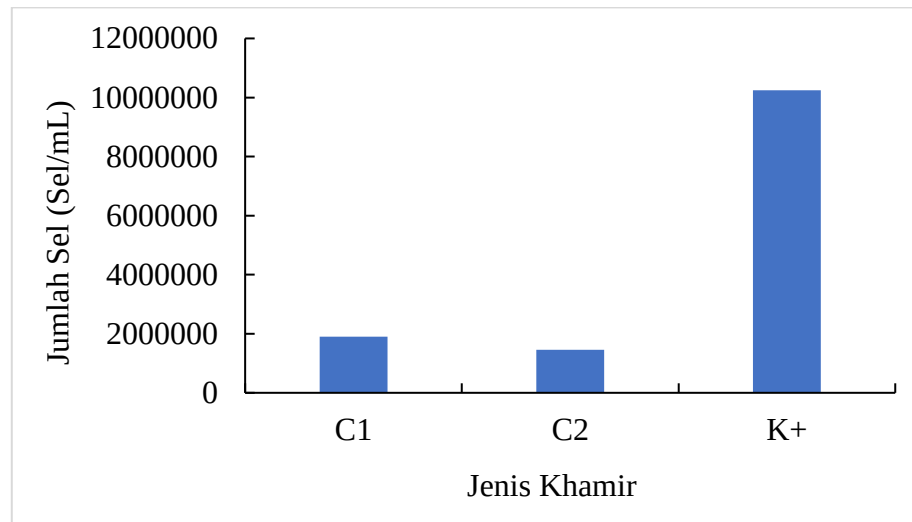
menggunakan *Counting chamber* atau *Haemocytometer*. Pada metode ini, sel khamir dapat diamati antara sel hidup dan sel mati dengan penggunaan pewarna *methylene blue* (Gambar 4.1). Menurut Suryaningsih dkk (2018) pewarna *methylene blue* masuk melalui membran sel khamir dan mengalami perubahan warna jika terjadi reaksi reduksi oksidasi. Reduksi mengakibatkan warna menjadi memudar dan oksidasi mengakibatkan munculnya warna biru. Sel khamir yang hidup mempunyai kemampuan untuk mereduksi pewarna *methylene blue*, sehingga warna sel menjadi memudar. Sedangkan, sel khamir yang mati tidak mempunyai kemampuan untuk mereduksi pewarna *methylene blue*, sehingga *methylene blue* mengalami oksidasi dan muncul warna biru-hitam pada sel.



Gambar 4.1 Pengamatan sel khamir pada mikroskop dengan pewarnaan *methylene blue* dengan perbesaran 400x, (a) *Candida tropicalis*-1; (b) *Candida tropicalis*-2; dan (c) Kontrol positif (Fermipan). Keterangan: (A) sel mati; dan (B) sel hidup.

Setelah pengamatan sel khamir dibawah mikroskop, dilakukan perhitungan dan diperoleh jumlah sel hidup dari masing-masing jenis khamir (Gambar 4.2). Perhitungan jumlah sel pada masing-masing jenis khamir dilakukan dengan biomassa yang sama yaitu 0,2 gram. Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa jumlah sel hidup dan sel mati khamir *Candida tropicalis*-1, *Candida tropicalis*-2 dengan kontrol positif (fermipan) memiliki perbedaan yang jauh. Hal ini dikarenakan jenis biomassa yang digunakan saat perhitungan jumlah sel berbeda. Biomassa khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 yang berupa pellet masih mengandung air, sedangkan kontrol positif (fermipan) berupa butiran-butiran kecil dengan kadar air yang rendah.

Pada umumnya terdapat 3 jenis ragi, yaitu ragi tape dengan bentuk bulat pipih berwarna putih, ragi tempe berbentuk bubuk dan ragi roti berbentuk butiran-butiran. Ragi kering komersial merupakan ragi kering berbentuk butiran-butiran kecil (Jannah, 2010). Menurut Matovic (2011) ragi kering komersial yang biasa digunakan dalam industri merupakan ragi yang telah mengalami proses pengeringan dengan suhu tinggi untuk mengurangi kadar air didalamnya. Proses pengeringan tersebut berpengaruh terhadap vitalitas dan viabilitas sel. Purwadi dkk (2009) juga berpendapat bahwa ragi roti kering merupakan ragi hidup yang telah dikeringkan secara khusus, sehingga ragi dalam kondisi istirahat dan tidak aktif. Ragi akan kembali aktif pada kondisi yang kondusif, dengan cukup air dan nutrisi.



Gambar 4.2 Jumlah sel pada masing-masing jenis khamir (0,2 gr)

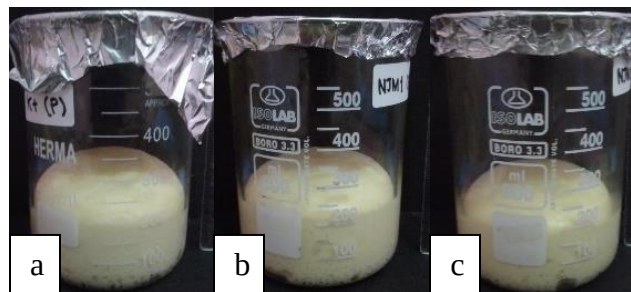
Candida tropicalis-1 memiliki jumlah sel hidup 1.900.000 sel/mL, *Candida tropicalis*-2 memiliki jumlah sel 1.460.000 sel/mL dan kontrol positif berupa fermentasi memiliki jumlah sel paling banyak yaitu 10.240.000 sel/mL. Hal ini dapat diketahui bahwa biomassa yang sama tidak menunjukkan jumlah sel yang sama. Menurut Mahreni dan Sri (2011) pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai pertambahan komponen kimia. Namun, pertambahan berat sel pada mikroorganisme tidak selalu berkaitan dengan banyaknya jumlah sel, tetapi dengan memperbesar kantung penampung hasil metabolisme. Pertumbuhan mikroorganisme juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah suhu. Pada penelitian ini, suhu yang digunakan untuk inkubasi khamir sebelum dilakukan perhitungan jumlah sel adalah 28-30 °C. Menurut Jumiyati dkk (2012) suhu lingkungan optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan khamir berkisar antara 25-30 °C.

4.2.2 Daya Kembang (Volume) Adonan Roti

Perhitungan jumlah sel pada masing-masing jenis khamir memiliki jumlah perbedaan yang jauh. Perbedaan jumlah sel tersebut menyatakan bahwa jumlah biomassa sel yang sama tidak menunjukkan jumlah sel khamir yang sama. Pada penelitian sebelumnya, dalam pembuatan adonan roti dengan jumlah biomassa khamir yang sama menunjukkan hasil pengembangan adonan yang berbeda. Pada penelitian ini, digunakan jumlah sel khamir yang sama untuk pembuatan adonan roti. Untuk menentukan jumlah sel khamir yang sama digunakan perbandingan dari perhitungan jumlah sel dengan jumlah biomassa 0,2 gram. Setelah dilakukan perhitungan dan perbandingan, diperoleh jumlah sel dan biomassa khamir yang akan digunakan dalam pembuatan adonan roti. Biomassa khamir yang digunakan dalam pembuatan adonan roti memiliki jumlah yang berbeda, tetapi memiliki jumlah sel yang sama.

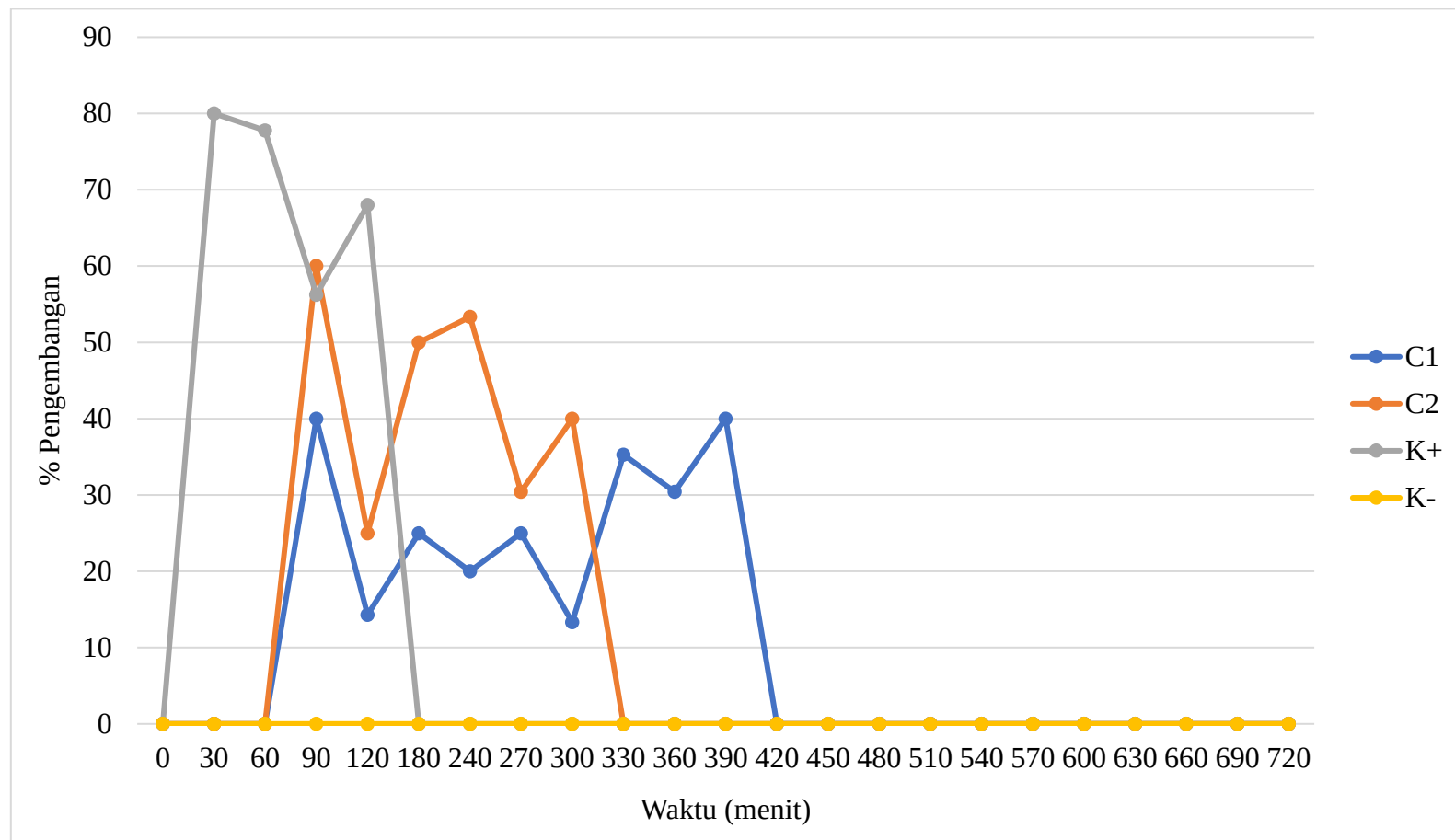
Pengukuran daya kembang (volume) adonan roti bertujuan untuk mengetahui kenaikan pengembangan adonan roti selama proses fermentasi berlangsung. Menurut Lestari dkk (2019) volume pengembangan merupakan kemampuan adonan roti untuk mengalami pertambahan ukuran selama proses fermentasi. Pusuma dkk (2018) Daya kembang merupakan pengukuran perbandingan kenaikan volume adonan roti dengan volume adonan awal. Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 4.3) dapat dilihat bahwa pada masing-masing jenis khamir menunjukkan waktu pengembang yang berbeda-beda. Pada menit ke-30 kontrol positif mengalami pengembangan adonan paling besar dan lebih cepat yaitu 80%. Sedangkan, khamir *Candida tropicalis*-1 mengalami

pengembangan paling besar pada menit ke-90 dan ke-420 dengan presentase sebesar 40% dan *Candida tropicalis*-2 mengalami pengembangan adonan paling besar pada menit ke-90 dengan persentase sebesar 60%. Menurut Justicia dkk (2012) adonan roti yang baik yaitu adonan roti yang mempunyai volume roti yang besar, hal ini menunjukkan bahwa adonan roti mempunyai kemampuan yang baik dalam mengikat karbondioksida selama fermentasi. Pada kontrol negatif tidak mengalami pengembangan adonan sama sekali, karena tidak terdapat khamir sebagai agen pengembang adonan roti.



Gambar 4.4 Pengembangan adonan roti, (a) kontrol positif (Fermipan) (2 jam inkubasi); (b) *Candida tropicalis*-1 (6,5 jam inkubasi); dan *Candida tropicalis*-2 (5 jam inkubasi).

Pengembangan adonan roti menggunakan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 mampu menyamai pengembangan kontrol positif (Gambar 4.4), tetapi memerlukan waktu yang lama. Pada penelitian ini pengamatan volume adonan roti dilakukan selama 12 jam. Namun, pada menit ke-120 kontrol positif (fermipan), menit ke-390 *Candida tropicalis*-1 dan menit ke-300 *Candida tropicalis*-2 sudah tidak mengalami pengembangan, hal ini berkaitan dengan lama waktu fermentasi.



Gambar 4.3 Presentase penambahan pengembangan adonan roti

Lama waktu fermentasi dapat mempengaruhi kemampuan khamir dalam memfermentasi adonan, karena khamir mengalami berbagai tekanan. Salah satunya adalah tekanan terhadap kadar alkohol. Dalam penelitian Boboye & Owoyemi (2009) khamir *Candida tropicalis* dibandingkan dengan khamir jenis lain, mempunyai kemampuan yang lebih rendah dalam memfermentasi adonan roti. Menurut Mitsuiki *et al* (2015) khamir *Candida tropicalis* memiliki kemampuan pengembangan adonan roti yang rendah, tetapi memiliki sifat yang baik dalam tekstur dan rasa. Menurut Santi (2008) lama waktu fermentasi berpengaruh pada proses fermentasi, semakin lama waktu fermentasi maka semakin besar juga alkohol yang dihasilkan sehingga kadarnya lebih tinggi. Menurut 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.

4.2.3 Organoleptik (Uji Hedonik) Roti

Roti merupakan salah satu makanan olahan yang terbentuk dari fermentasi tepung dengan menggunakan ragi (Pusuma dkk., 2018). Ragi merupakan campuran dari beberapa mikroorganisme yaitu khamir, kapang dan bakteri (Gandjar dkk., 2006). Allah SWT berfirman dalam Qs. Al-Baqarah/2:168, yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

Artinya: "Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh setan itu musuk yang nyata bagimu".

Berdasarkan terjemahan ayat diatas, menunjukkan bahwa manusia harus memilih makanan yang halal dan baik (*tayyib*). Menurut Tafsir Kemenag (2013) dalam Al-Qur'an, kata makanan disebutkan sebanyak 48 kali dengan lafal *ta'am*. Lafal tersebut memiliki arti makanan dan minum yang dapat bisa dirasakan dan dicicipi. Makanan halal ialah makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi berdasarkan aturan hukum islam. Sedangkan, baik (*tayyib*) berkaitan dengan kebutuhan fisik manusia, seperti kesehatan dan energi. Makanan yang baik merupakan makanan yang memberikan energi yang cukup dan tidak menimbulkan penyakit serta dapat menjaga kesehatan dan pertumbuhan.

Salah satu sumber energi adalah karbohidrat. Sumber karbohidrat dapat berupa pati yang terkandung dalam beras, gandum, jagung, singkong dan ketela. Bahan makanan tersebut akan dicerna oleh usus secara perlahan dan memberikan energi bagi tubuh. Sumber makanan karbohidrat yang biasa dijual dipasaran dapat berupa tepung, seperti tepung terigu yang terbuat dari gandum. Secara umum, tepung terigu digunakan dalam pembuatan produk roti. Allah berfirman dalam QS. Al-An'am/6:95, yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمُ اللَّهُ طَفَّائِي
تُؤَفَّكُونَ

Artinya: “Sungguh, Allah menumbuhkan butir (padi-padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”.

Berdasarkan terjemahan ayat diatas, Menurut Kemenag (2013) apabila dilihat dari jenis karbohidratnya, biji-bijian seperti gandum, padi, dan jagung merupakan sumber karbohidrat polimer tinggi yang berupa pati. Berbeda dengan kurma dan anggur yang merupakan sumber karbohidrat lebih sederhana, seperti glukosa dan fruktosa.

Pengujian organoleptik yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kesukaan (hedonik). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, tekstur dan aroma produk roti dengan agen pengembang roti khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 yang diisolasi dari jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt). Menurut Putriningtyas dan Siti (2017) tujuan dilakukan uji kesukaan (*hedonic test*) adalah untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk secara keseluruhan. Sari dkk (2014) berpendapat bahwa uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan empat kriteria penilaian, yaitu warna, aroma, rasa dan tekstur karena suka atau tidaknya konsumen pada suatu produk dipengaruhi oleh warna, bau, rasa dan rangsangan dari mulut. Penilaian dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih, yaitu mahasiswa UIN Malang. Menurut Kusuma dkk (2017) panelis tidak terlatih adalah orang-orang yang dipilih berdasarkan jenis kelamin, suku, tingkat sosial dan pendidikan. Panelis ini hanya dapat memberikan penilaian terhadap sifat-sifat sensori sederhana seperti uji kesukaan. Panelis tidak terlatih beranggotakan lebih dari 25 orang.

Pada penelitian ini produk roti yang dibuat menggunakan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 yang diisolasi dari jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) serta kontrol positif berupa ragi komersial (fermipan) dan kontrol negatif tidak menggunakan penambahan khamir. Penambahan khamir pada adonan roti dengan jumlah sel hidup yang sama, sehingga jumlah biomassa dari setiap khamir berbeda. Proses fermentasi adonan roti berlangsung selama 2 jam sebelum dipanggang. Hal ini dikarenakan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 belum mengalami pengembangan pada 1 jam fermentasi. Khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 mengalami pengembang awal adonan pada 1,5 jam fermentasi, sedangkan adonan roti dengan kontrol positif (Fermipan) mengembang pada 30 menit fermentasi. Menurut petunjuk pemakaian pada kemasan ragi komersial Fermipan, waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi adonan roti yaitu 30 menit. Kemudian, adonan roti dikempeskan dan dibentuk. Sebelum proses pemanggangan, adonan roti difermentasi kembali selama 40-50 menit. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi adonan roti yaitu 70-80 menit.

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis yang dilakukan, diperoleh hasil $P < 0.05$ sehingga terdapat perbedaan nyata antara K⁺, K⁻, C1 dan C1 pada aspek warna, aroma, tekstur dan rasa. Untuk mengetahui perbedaan nyata dari keempat produk tersebut, maka dilakukan uji lanjut Mann-Whitney (Tabel 4.4).

Tabel 4.3 Hasil uji lanjut Mann-Whitney

Parameter	Nilai Mean			
	K-	K+	C1	C2
Warna	2.63 ± 1.066^a	3.97 ± 0.765^b	3.23 ± 0.817^c	3.77 ± 0.774^b
Aroma	2.40 ± 1.070^a	4.50 ± 0.861^b	3.67 ± 0.802^c	4.20 ± 0.610^b
Tekstur	2.17 ± 0.913^a	4.30 ± 0.837^b	3.47 ± 0.730^c	3.83 ± 0.874^c
Rasa	2.50 ± 1.009^a	4.20 ± 0.610^b	3.63 ± 0.850^c	3.93 ± 0.868^{bc}

Penilaian aspek warna merupakan aspek penilaian pertama yang dilihat oleh panelis. Menurut Dewi (2018) warna merupakan aspek utama yang dilihat oleh konsumen saat akan mengkonsumsi suatu makanan. Warna dalam uji organoleptik dapat dinilai melalui indera penglihatan untuk menyatakan ketertarikan awal pada suatu produk (Malichati dan Annis, 2018). Berdasarkan hasil uji lanjut Mann-Whitney pada parameter warna (Tabel 4.4), nilai rata-rata tertinggi diperoleh K+ yaitu 3,97 sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh K- yaitu 2,63. Produk roti dengan khamir C1 berbeda nyata dengan K+ (kontrol positif) dan K- (kontrol negatif). Sedangkan C2 tidak berbeda nyata dengan K+, artinya C2 dengan K+ mempunyai kemiripan warna.

Produk roti dengan agen pengembang berupa khamir *Candida tropicalis*-2 memiliki nilai rata-rata yang hampir sama dengan K+, yaitu *Candida tropicalis*-2 dengan nilai 3,77 dan K+ memiliki nilai rata-rata 3,97. Hal ini menunjukkan bahwa warna roti dengan agen pengembang khamir *Candida tropicalis*-2 menyerupai warna

roti dengan agen pengembang Fermipan (K+). Warna roti pada kedua roti dengan masing-masing agen pengembang tersebut berwarna kecoklatan, dikarenakan terjadinya reaksi *maillard*. Menurut Malichati dan Annis (2018) perubahan warna menjadi kecoklatan dipengaruhi oleh terjadinya reaksi *maillard*, yaitu reaksi kimia yang terbentuk antar asam amino dengan gugus gula pereduksi. Gula pereduksi adalah golongan gula (karbohidrat) yang mampu mereduksi senyawa-senyawa penerima electron, seperti glukosa dan fruktosa (Afriza dan Ismanilda, 2019). Sehingga saat berlangsungnya proses tersebut menghasilkan pigmen berwarna coklat yang disebut melanoidin (Malichati dan Annis, 2018). Sitepu (2019) berpendapat bahwa warna coklat yang dihasilkan pada roti berasal dari reaksi *maillard* dan karamelisasi gula saat proses pemanggangan berlangsung. Karamelisasi gula merupakan degradasi gula akibat pemanasan yang melebihi titik leburnya, sehingga terjadi perubahan warna menjadi coklat. Menurut Koswara (2009) proses pemanggangan juga berpengaruh terhadap warna roti, yaitu apabila alat pemanggang yang digunakan memiliki panas tidak merata sehingga kesulitan dalam menyamakan waktu pemanggangan. Pada akhir proses pemanggangan akan terjadi pembentukan *crust* yang berwarna coklat. *Crust* dihasilkan akibat terjadinya reaksi *maillard* dan karamelisasi gula.

Penilaian aroma juga berperan penting untuk menentukan kualitas suatu produk makanan. Aroma merupakan salah satu parameter pokok, karena cita rasa konsumen pada suatu produk makanan ditentukan oleh aroma (Lestari dan Pepi, 2015). Penilaian aroma membutuhkan sensitifitas dalam mencium (Wulandari dkk, 2016). Menurut

Malichati dan Annis (2018) penilaian aspek aroma pada uji organoleptik dinilai menggunakan indera penciuman hidung dengan perantara reseptor olfaktori. Reseptor olfaktori bertugas menangkap zat di udara yang melewati rongga hidung. Berdasarkan hasil uji lanjut Mann-Whitney pada parameter aroma (Tabel 4.4), nilai rata-rata tertinggi diperoleh K⁺ yaitu 4,50 sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh K⁻ yaitu 2,40. Produk roti dengan khamir C1 berbeda nyata dengan K⁺ (kontrol positif) dan K⁻ (kontrol negatif). Sedangkan C2 tidak berbeda nyata dengan K⁺, artinya C2 dengan K⁺ mempunyai aroma yang mirip.

Produk roti dengan agen pengembang berupa khamir *Candida tropicalis*-2 memiliki nilai rata-rata yang hampir sama dengan K⁺, yaitu *Candida tropicalis*-2 dengan nilai 4,20 dan K⁺ memiliki nilai rata-rata 4,50. Hal ini menunjukkan bahwa aroma roti dengan agen pengembang khamir *Candida tropicalis*-2 menyerupai aroma roti dengan agen pengembang Fermipan (K⁺). Khamir berperan dalam pembentukan aroma pada roti, karena khamir dapat mengkonversi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam adonan roti. Sehingga terbentuk aroma yang khas pada roti yang disebabkan adanya pembentukan asam, aldehid dan ester (Sitepu, 2019). Haryani dkk (2017) berpendapat bahwa aroma khas pada roti, dihasilkan oleh reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Jenis aroma yang dihasilkan berdasarkan kandungan asam amino, gula, lemak dan suhu. Menurut Astuti (2015) aroma produk roti yang baik memiliki aroma yang enak, berbau khas roti dan berbau gandum atau biji-bijian.

Tekstur merupakan penilaian organoleptik yang melibatkan beberapa panca indera, seperti indera penglihatan dan indera peraba (Malichati dan Annis, 2018). Menurut Putri dan Yureya (2018) tekstur suatu produk makanan dapat berpengaruh terhadap rasa dari produk makanan tersebut, karena tekstur yang baik akan mendukung cita rasa dari suatu produk makanan. Berdasarkan hasil uji lanjut Mann-Whitney pada parameter tekstur (Tabel 4.4), nilai rata-rata tertinggi diperoleh K⁺ yaitu 4,30 sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh K⁻ yaitu 2,17. Produk roti dengan khamir C1 dan C2 berbeda nyata dengan K⁺ (kontrol positif) dan K⁻ (kontrol negatif). Sedangkan C1 tidak berbeda nyata dengan C2, artinya C1 dengan C2 mempunyai kemiripan tekstur.

Roti yang menggunakan agen pengembang berupa khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 mempunyai nilai rata-rata hampir sama, yaitu 3,47 dan 3,83. Hal ini menunjukkan bahwa tekstur roti dengan agen pengembang khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 yang cukup baik dibandingkan dengan K⁻ yang tidak menggunakan agen pengembang roti. Jika dibandingkan dengan K⁺, roti dengan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki pori-pori yang lebih padat, sehingga teksturnya sedikit lebih keras. Hal ini berkaitan dengan kemampuan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 dalam memfermentasi adonan yang membutuhkan waktu sedikit lebih lama. Menurut Sitepu (2019) tekstur roti berkaitan dengan daya kembang roti tersebut. Saat proses fermentasi, khamir menghasilkan gas karbondioksida yang kemudian terperangkap

pada jaringan gluten. Adonan yang mempunyai daya kembang yang baik akan menghasilkan produk roti dengan tekstur yang empuk. Pusuma dkk (2018) juga berpendapat bahwa tekstur pada roti dapat dipengaruhi oleh bahan dasar pembuatan roti berupa kandungan protein, kadar air dan lemak. Pori-pori pada roti terbentuk karena adanya udara yang masuk ke dalam adonan roti yang kemudian terdispersi menjadi gelembung ketika air dan tepung dicampur atau diulen. Tepung terigu mengandung protein yang dapat membentuk gluten saat diberi perlakuan mekanis dan ditambahkan air.

Rasa merupakan faktor yang sangat penting dalam penerimaan suatu produk makanan (Putri dan Yureya, 2018). Penilaian rasa pada uji organoleptik dinilai menggunakan indera perasa (lidah) untuk menilai kombinasi dari beberapa rasa, yaitu manis, asin, asam dan pahit (Malichati dan Annis, 2018). Berdasarkan hasil uji lanjut Mann-Whitney pada parameter rasa (Tabel 4.4), nilai rata-rata tertinggi diperoleh K+ yaitu 4,20 sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh K- yaitu 2,50. Produk roti dengan khamir C1, C2 dan K+ berbeda nyata dengan K- (kontrol negatif). Sedangkan K+ dengan C2 dan C1 dengan C2 tidak berbeda nyata, artinya diantara keduanya mempunyai rasa yang menyerupai. Namun, K+ (Fermipan) berbeda nyata dengan khamir *Candida tropicalis*-1.

Roti yang menggunakan agen pengembang berupa kontrol positif (Fermipan) memiliki rata-rata hampir sama dengan khamir *Candida tropicalis*-2 yaitu 4,20 dan 3,93. Begitu juga pada khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2

mempunyai nilai rata-rata hampir sama, yaitu 3,63 dan 3,93. Hal ini menunjukkan bahwa rasa pada roti dengan agen pengembang khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 yang cukup baik dibandingkan dengan K- yang tidak menggunakan agen pengembang roti. Menurut Pusuma dkk (2018) rasa pada roti dipengaruhi oleh bahan-bahan penunjang (penambah rasa) seperti gula, garam dan mentega. Saat proses fermentasi pada adonan berlangsung, khamir mengubah karbohidrat menjadi karbondioksida dan alkohol. Selain itu, khamir juga berperan dalam pembentukan rasa pada roti. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Mudjajanto (2004) bahwa khamir dalam pembuatan roti berfungsi untuk mengembangkan adonan, menambah aroma dan rasa dengan memecah gula menjadi karbondioksida dan alkohol. Karbondioksida berperan sebagai pelunak gluten, sedangkan alkohol berperan sebagai penambah *flavor* saat proses fermentasi. Astuti (2015) berpendapat bahwa kualitas roti yang baik yaitu mempunyai rasa khas (*fresh*), enak dan manis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

1. Khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 memiliki kemampuan hidup dalam suhu 45 °C dan konsentrasi alkohol 15%. Kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 lebih tinggi daripada khamir *Candida tropicalis*-1 pada pengujian toleransi suhu 45 °C. Begitu juga pada pengujian toleransi alkohol 15%, kepadatan sel khamir *Candida tropicalis*-2 lebih tinggi daripada khamir *Candida tropicalis*-1.
2. Volume adonan roti menggunakan khamir *Candida tropicalis*-1 dan *Candida tropicalis*-2 dapat menyamai adonan roti menggunakan ragi kering Fermipan, namun membutuhkan waktu sedikit lebih lama. Berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan pada aspek warna, aroma, tekstur dan rasa, panelis paling suka terhadap K⁺ dan paling tidak suka terhadap K⁻. Diantara C1 dan C2, panelis lebih suka terhadap C2 karena dari segi warna, aroma, dan rasa menyerupai K⁺.

5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini, yaitu dilakukan pengujian syarat khamir sebagai pengembang roti berkaitan dengan produksi karbondioksida yang dihasilkan khamir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Yusya., Murna Muzaifa., Heru P Widayat., Martunis., dan Agustina Maulina. (2019). Karakteristik Starter Kering dari Isolat Bakteri Indegenous Kakao Aceh. *Gontor Agrotech Sciences Journal*. 5 (2).
- Ali, Akbar., Aamir Shehzad., Moazzam Rafiq Khan., Muhammad Asim Shabbir., & Muhammad Rizwan Amjid. (2012). Yeast, Its Types and Role in Fermentation Durung Bread Making Process-A. *Pakasitan Journal of Food Sciences*. 22 (3): 171-179
- Amema, D. Ch., T. Tuju., dan H. Rawung. (2017). Fermentasi Alkohol dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr.) dengan Menggunakan Metode *Fed Batch*. *E-Jurnal Unsrat*.
- Anggraini, Dian Puspita. (2018). Pengaruh Varietas Nanas dan Variasi Inokulum *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentasi Alkohol. *Prosiding Seminar Nasional IV*.
- Anjani, Nila. (2020). *Isolasi dan Identifikasi Khamir Endofit dari Jagung Manis (Zea mays var. saccharata Strut) dan Buah Pepaya (Carica papaya L.) serta Uji Potensinya sebagai Pengembang Roti*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Arif, Dede Zainal., Wisnu Cahyadi., dan Adinda Sarah Firdhausa. (2018). Kajian Perbandingan Tepung Terigu (*Triticum aestivum*) dengan Tepung Jewawut (*Setaria italica*) terhadap Karakteristik Roti Manis. *Pasundan Food Technology Journal*. 5 (3).
- Arwini, N.P.D. (2021). Roti, Pemilihan Bahan dan Proses Pembuatan. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*. 4 (1): 33-40.
- Aslankoohi, Elham., Beatriz-Malver., Mohammad Naser Rezaei., Jan Steensels., Christophe M. Courtin., & Kevin J. Verstrepen. (2016). Non-Conventional Yeast Strains Increase the Aroma Complexity of Bread. *Plos One Journal*. 11 (10).
- Astuti, Romiyatun Mijiling. (2015). Pengaruh Penggunaan Suhu Pengovenan terhadap Kualitas Roti Manis Dilihat dari Aspek Warna Kulit, Rasa, Aroma dan Tekstur. *TEKNOBUGA*. 2 (2)
- Asyikeen, Noroul Z., Ma'aruf, A.G., Sahilah, A.M., Mohd, Khan. A., & Wan Aida, W.M. (2013). A New Source of *Saccharomyces cerevisiae* as a Leavening Agent in Bread Making. *Internastional Food Research Journal*. 20 (2): 967-973.
- Atlas, R. M. 2005. *Media For Environmental Microbiology Second Edition*. Boca Ranton: CRC Press.

- Atmodjo, Patricius Kianto. (2017). Optimalisasi Gula Cair dan PH Medium untuk Fermentasi Alkohol dari Jus *Curcuma xanthorhiza*. *Biota*. 2 (3): 97-104.
- Azizah, N., A. N Al-Baarri., dan S. Mulyani. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol, PH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1 (2).
- Balarabe, M.M., Mohammed, S.S.D., & Orukotan, A.A. (2017). Physico-Chemical Analysis and Sensory Evaluation of Bread Produced Using Different Indigenous Yeast Isolates. *Science World Journal*. 12 (1).
- Batook, Nouf Ahmed., Muzon Faihan Almutairi., Raghdah Ali Halawani., Eradh Hassan Abusbaa., Shahad Namer Najem., & Amal Bakr Shori. (2019). Effects of Conventional and Non-Conventional Strains and their Compounds on the Properties and Quality of Bread. *Asian Journal Biological Sciences*. 12 (3).
- Bitrus, James., Onyetugo C. Amadi., Tochukwu N. Nwagu., Chukwudi I. Nnamchi., & Anene N. Moneke. (2020). Application of Wild Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Isolates from Palm Wine and Honey in Baking of Cassava/Wheat Composite Bread. *Food and Nutrition Sciences*. 11 695-711.
- 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.
- Chendawati. 2013. *Roti Modern*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Cho, In Hee & Peterson, Devin G. (2010). Chemistry of Bread Aroma: A Review. *Food Science Biotechnology*. 19 (3): 575-582.
- Damat, D., Anas Ta'in., Elfi Anis Saati., Rahmad Pulung Sudibyo., Rahmad Wijaya dan Desiana Nuriza Putri. 2018. *Teknik Pembuatan Roti Manis Fungsional*. UMM Press.
- Dean, John. 2007. *Soft Bread*. Gramedia Pustaka Utama.
- Dewi, Devillya Puspita. (2018). Substitusi Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Cookies terhadap Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, Kadar Proksimat dan Kadar Fe. *Ilmu Gizi Indonesia*. 1 (2): 104-122.
- Ebhabi, Abosede Margaret., Adedotun Adeyinka Adekunle., Wahab Oluwanisola Okunowo., & Akinniyi Adediran Osuntoki. (2013). Isolation and Characterization of Yeast Strains from Local Food Crops. *Journal of Yeast and Fungal Research*. 4 (4): 38-43.
- El-Helow, Ehab Ragheb., Yasser Albahloul., Abaa Ebrahim El-Sharouny., Sara Ramadan Ali., & Atef Abdel-Mageed Ali. (2015). Economic Production of

- Baker's Yeast Using a New *Saccharomyces cerevisiae* Isolate. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 29 (4): 705-713.
- Gandjar, Indrawati., Wellyzar Sjamsuridza., dan Ariyanti Oetari. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Hamka. 1992. *Tafsir Al-Azhar, Juz 5*. Jakarta: Pustaka Panjimas.
- Hapsari, Amalia. 2014. *Isolasi dan Identifikasi Fungi pada Ikan Maskoki (Carassius auratus) di Bursa Ikan Hias Gunung Sari Surabaya, Jawa Timur*. ADLN Perputakaan Universitas Airlangga.
- Haryani, Kristinah., Hargono., Noer Abyor Handayani., Putri Ramadani., dan Dikie Rezekia. (2017). Substitusi Terigi dengan Pati Sorgum Terfermentasi pada Pembuatan Roti Tawar: Studi Suhu Pemanggangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6 (2)
- Hasanah, Hafidatul., Akyunul Jannah., dan A. Ghanaim Fasya. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). *Alchemy*. 2 (1): 68-79.
- Harley, J. P. and L. M. Prescott. 2002. *Laboratory Exercise in Microbiology*. 5th edition. New York: McGraw-Hill Education.
- Ibrahim, Agus Malik., Agrin Febrian Pradana., Gagas Priyosakti., Miftahul Arifin., Tuti Alawiyah., dan 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.
- Irawan, Anom. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*. 1 (2).
- Ismanilda dan Renita Afriza. (2019). Analisis Perbedaan Kadar Gula Pereduksi dengan Metode *Lane Aynon* dan *Luff Schoorl* pada Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*. 2 (2)
- Jannah, Asyeni Miftahul. (2010). Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi untuk Menghasilkan Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia*. 1 (17).
- Jumiyati., Siti Harnina Bintari., dan Ibnul Mubarak. (2012). Isolasi dan Identifikasi Khamir secara Morfologi di Tanah Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. *Biosaintifika*. 4 (1).
- Karki, Tika B., Parash Mani Timilsina., Archana Yadav., Gyanu Raj Pandey., Yogesh Joshi., Sahansila Bhujel., Rijina Adhikari., & Katyayanee Neupane. (2017).

Selection and Characterization of Potential Baker's Yeast from Indigenous Resources of Nepal. *Hindawi Biotechnological Research International*.

Kementrian Agama RI., 2013. *Makanan dan Minuman Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta: Lajnah Pentahafsihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang & Diklat Kementrian Agama RI dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Kevin, K. 2005. Fungi: *Biology and Applications*. England: John Wiley and Sons.

Komatsuzaki, Noriko., Rina Okumura., Mika Sakurai., Yukihide Ueki., & Jun Shima. (2016). Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* Isolated from Fruits and Humus: Their Suitability for Bread Making. *Progress in Biological Sciences*. 6 (1): 55-63.

Koswara, S. (2016). Teknologi Pengolahan Pangan. *Nachrichten Aus Der Chemie*. 64.

Kusuma, Titis Sari., Adelya Desi Kurniawati., Yosfi Rahmi., Ilzamha Hadijah Rusdan., dan Rahma Micho Widyanto. 2017. *Pengawasan Mutu Makanan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.

Lai, Janice. 1999. *Automated Cell Counting and Characterization*. Stanford, CA. Department Mechanical Engineering, Stanford University.

Lasmini, Titi. (2016). Isolasi dan Identifikasi Khamir Penghasil Asam Indol Asetat dari Rhizosfer Anggrek Tanah *Pecteilis Susannae* (L.) Rafin. *Jurnal IPTEKS Terapan*. 9 (4).

Lestari, Sri., dan Pepi Nur Susilawati. (2015). Uji Organoleptik Mie Basah Berbahan Dasar Tepung Talas Beneng (*Xanthosoma undipes*) untuk Meningkatkan Nilai Tambah Bahan Pangan Lokal Banten. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1 (4).

Li, Zhijian., Kedan Song., Halfeng Li., Rongcan Ma., & Mingyu Cul. (2019). Effect of Mixed *Saccharomyces cerevisiae* Y10 and *Torulaspora delbueckii* Y22 on Dough Fermentation for Steamed Bread Making. *International Journal of Food Microbiology*. 303: 58-64.

Mahreni, M., dan Sri Suhenry S. (2011). Kinetika Pertumbuhan Sel *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media Tepung Kulit Pisang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Malichati, Annisa Rizky., dan Annis Catur Adi. (2018). Kaldu Ayam Instan dengan Substitusi Tepung Hati Ayam sebagai Alternatif Bumbu untuk Mencegah Anemia. *Amerta Nutrition Research Study*. 74-82.

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.
- Matovic, Darko. 2011. *Biomass Detection, Production, and Usage*. Croatia: inTech.
- 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.
- Maya, Faifta Nandika dan Nur Hidayatul Alami. (2019). Uji Potensi Isolat Khamir dari Rhizosfer Mangrove Wonorejo dan Gunung Anyar sebagai Agen Penghasil IAA (*Indole Acetic Acid*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 8 (1).
- Mitsuiki, Shinji., Tokiharu Oonishi., Ayumu Fukinbara., Shunichi Nakayama., Takahiro Oba., & Hiroshi Sato. (2015). Isolation Yeast of “*Hakata-bay*” and Its Application in Making Bread. *Journal Brew Soc Japan*. 110 (11)
- Mudjajanto, S.E. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Musatti, Alida., Carola Cappa., Chiara Mapelli., Cristina Alamprese., & Manuela Rollini. (2020). *Zymomonas mobilis* in Bread Dough: Characterization of Dough Leavening Performance in Presence of Sucrose. *Foods*. 9: 89.
- Nahvi, Iraj., Giti Emtiazi., & Lila Alkabi. (2002). Isolation of a Flocculating *Saccharomyces cerevisiae* and Investigation of Its Performance in the Fermentation of Beet Molasses to Etanol. *Biomass and Bioenergy*. 23. 481-486.
- Nasir A., Rahman S., Hossain., & Choudhury. (2017). Isoation of *Saccharomyces cerevisiae* from Pineapple and Orange and Study of Metal's Effectiveness of Ethanol Production. *Europen Journal of Microbiology and Immunology*. 7 (1).
- Ngatirah. 2017. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta : Instiper Yogyakarta.
- Nurcholis, Mochamad., Dedy Fernando., Elok Zubaidah., dan Jaya Mahar Maligan. (2020). Isolasi dan Identifikasi Khamir Thermotolerant dan Ethanol tolerant pada Buah Lokal Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 8 (3).
- Obasi, B.C., C.M.Z. Whong., S.A Ado., & I.O. Abdullah. (2017). Leavening Ability of Some Wild Yeasts and The Mutant Species Isolated from Fermented Orange Juice in Bakery Product (Bread). *Science and Technology Journal*. 2 (1): 596-608.
- Osvaldo, S. Z., Panca Putra S., dan M. Faizal. (2012). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (18).
- Ouoba, L.I.I., C. Kando., C. Parkouda., H. Sawogo-Lingani., B. Diawara., & J.P Sutherland. 2012. The Microbiology of Bandji, Palm Wine of *Borassus akeassii*

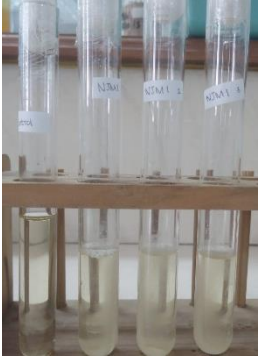
- from Burkina, Faso: Identification and Genotypic Diversity of Yeast, Lactic Acid and Acetic Acid Bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. 113: 1428-1441.
- Pajan, Shinta Anatasya., Olivia Waworuntu., dan Michael A. Leman. (2016). Potensi Antibakteri Air Perasan Bawang Putih (*Allium sativum* L) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5 (4).
- Periadnadi., Diah Kharisma Sari., dan 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).
- Plessas, S., L. Pherson., A. Bekatorou., P. Nigam., & A. A Koutinas. (2005). Bread Making Using Kefir Grains as Baker's Yeast. *Food Chemistry*. 93: 585-589.
- Priya., Sundarajana., Sangeeta Sheety., & Shigvan Aniket. (2016). Screening and Characterization of Bioethanol Producing Yeasts Various Sources. *International Journal Life Sciences*. 4 (3).
- Purwadi, Ronny., Nicko., dan Patricia Stephanie. (2009). Optimasi Temperatur Udara Pengering dan Laju Alir Umpan pada Proses Pengeringan Ragi Roti. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 8 (1).
- Pusuma, Deni Antra., Yhulia Praptiningsih., dan Miftahul Choiron. (2018). Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat yang Disubstitusi Menggunakan Tepung Ampas Kelapa. *Jurnal Agroteknologi*. 12 (01).
- Putri, S.A. (2016). Hubungan antara Gula Reduksi, Jumlah Sel Mikroba dan Etanol dalam Poduksi Bioetanol dan Fermentasi Air Kelapa dengan Penambahan Urea. *Doctoral Dissertation*. Riau University.
- Putri, Veni Dayu., Yureya Nita. (2018). Uji Kualitas Kimia dan Organoleptik pada Nugget Ayam Hasil Substitusi Ampas Tahu. *Jurnal Katalisator*. 3 (2): 135-144.
- Putriningtyas, Natalia Desy., dan Siti Wahyuningsih. (2017). Potensi Yogurt Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L) Ditinjau dari Fungsi Organoleptik, Kandungan Protein, Lemak dan Flavonoid. *Jurnal Gizi Indonesia*. 6 (1).
- Rahayu, Winiati P., dan Nurwitri C.C. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Rahmawati, Dwi., Tommy Yudistira., dan Saiful Mukhlis. (2014). Uji *Inbreeding Depression* terhadap Karakter Fenotipe Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* var, *Saccharata* Strurt) Hasil *Selfing* dan *Open Pollinated*. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. 14 (2), 145-155.
- Ramirez-Castrillon, M., Usman, L.M., Silva-Bedoya, L.M., & Osorio-Cadavid, E. (2019). Dominant Yeast Associated to Mango (*Mangifera indica*) and Rose Apple (*Syzygium malaccense*) Fruit Pulps Investigated by Culture-Based Methods. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 91 (4).

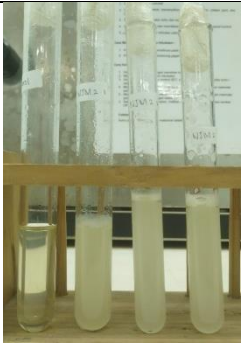
- Reale, A., T. Di Renzo., M. Succi., P. Tremonte.m R. Coppola., & E. Sorrentino. (2013). Microbiological and Fermentative Properties of Baker's Yeast Starter Used in Breadmaking. *Journal of Food Sciences*. 78 (8).
- Rinaldi, MD Maurizio. (2014). Anti-*Saccharomyces cerevisiae* Autoantobodies and Autoimmune Diseases: The Sweet and Sour of Baking Yeast. *IMAJ*. 16: 616-618.
- Rokhmah, I. 2018. Teori Belajar dalam Al-Qur'an Surat Al-Zalzalah ayat 7-8 (Kajian Tafsir At-Tahrir wa At-Tanwir). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Santi, Sintha Soraya. (2008). Pembuatan Alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete oleh Khamir *Saccharomycess cerevisiae*. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 8 (2).
- Sari, Dewi Kartika., Sri Anna Marliyati., Lilik Kustiyah., Ali Khomsan., dan Tommy Marcelino Gontohe. (2014). Uji Organoleptik Formulasi Biskuit Fungsional Berbasis Tepung Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*). *AGRITECH*. 34 (2).
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sitepu, Kerina Muli. (2019). Penentuan Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Roti (Dtermaining of Yeast Concentration on Bread Making). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*. 2 (1): 71-77.
- 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.
- 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.
- Suryatna, B.S., & Teknik, F. (2015). Peningkatan Kelembutan Tekstur Roti melalui Fortifikasi Rumpot Laut *Euchema cottoni*. 2 (2), 18-25.
- Surtinah. (2015). Pengujian Tiga Varietas Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Di Rumbai Kota Pekanbaru. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 12 (2).
- Surtinah, Surtinah. (2020). Exploring Three Varieties of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt) in Pekanbaru: Exciting Agronomic Crops. International Conference on Environment and Technology: IOP Publishing.
- Syah, Dahrul. 2018. *Pengantar Teknologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Syukur, M dan Azis Rifianto. 2013. *Jagung Manis*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Thapa, Sandeep., Rajani Shrestha., Anjali Tibrewal., Arjun Sharma., & Yuvraj K.C. (2015). Isolation of Yeast from Soil and Different Food Samples and Its Characterization Based on Fermentation. *Nepal Journal of Biotechnology*. 3 (1): 29-34.
- Turker, Mustafa. (2014). Yeast Biotechnology: Diversity and Applications. *Yeast Conference Istanbul*.
- Wijaya, Raden Candra., Evrita Lusiana Utari., dan Yudianingsih. (2015). Perancangan Alat Hitung Bakteri. *Jurnal Teknologi Informasi*. 10.
- Wulandari, Eka., Lilis Setyaningsih., Andry Pratama., Denna Surahman Putra., dan Nonong Runtini. (2016). Karakteristik Fisik, Kimia dan Nilai Kesukaan *Nugget* Ayam dengan Penambahan Pasta Tomat. *Jurnal Ilmu Ternak*. 16 (02).
- Xu, Linlin., Lei Liu., Sijia Li., Wenjing Zheng., Yuanyuan Cui., Rong Liu., & Weidong Sun. (2018). Xylitol Production by *Candida tropicalis* 31949 from Sugarcane Bagasse Hydrolysate. *Sugar Tech*. Springer.
- Yanti, Fitri., dan Rosmania. (2020). Perhitungan Jumlah Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan Pengembangan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*. 22 (2).
- Yousif, M.R.G., Safaa., & M. Faïd. (2014). Effect of Using Different Types of Yeasts on the Quality of Egyptian Balady Bread. *Journal of American Science*. 10 (2).
- Zhao, X.Q & F.W. Bai. (2009). Yeast Flocculation: New Story in Fuel Ethanol Production. *Biotechnology Advances*. 27. 849-856.
- Zhou, Nerve., Anna Judith Schifferdecker., Amparo Gamero., Concetta Compagno., Teun Boekhout.m Jure Piskur., & Wolfgang Knecht. (2017). *Kazachstania gamospora* and *Wickerhamomyces subpelliculosus*: Two Alternative Baker's Yeast in the Modern Bakery. *International Journal of food Microbiology*. 250. 45-58.

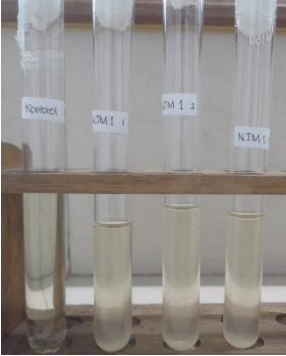
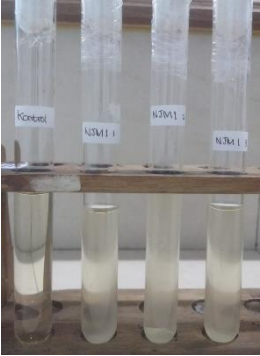
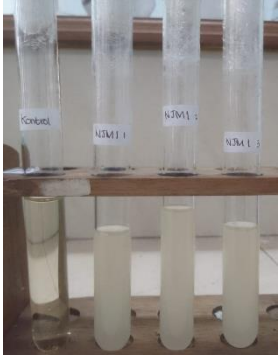
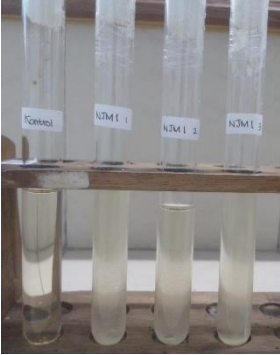
LAMPIRAN

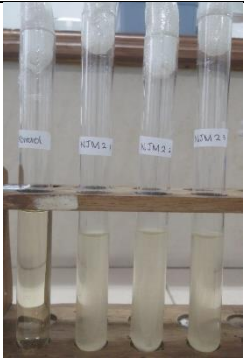
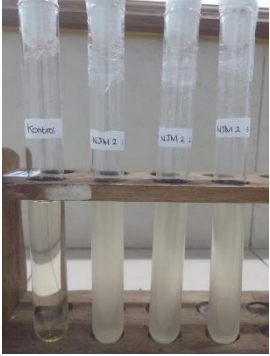
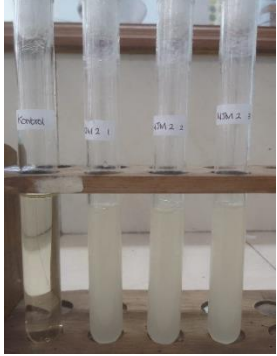
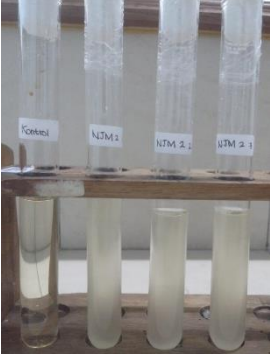
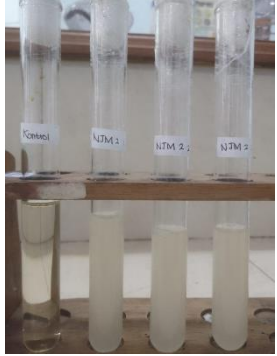
Lampiran 1. Hasil Uji Toleransi Suhu

Jenis Khamir	Suhu	Waktu	
		24 jam	72 jam
C1	30 °C		
	37 °C		
	45 °C		

C2	30 °C		
	37 °C		
	45 °C		

Lampiran 2. Hasil Uji Toleransi Alkohol

Jenis Khamir	Suhu	Waktu	
		24 jam	72 jam
C1	10%		
	13%		
	15%		

C2	10%		
	13%		
	15%		

Lampiran 3. Perolehan Biomassa Khamir

Contoh perhitungan biomassa (gr) khamir C1 pada tabung no.1

$$B2 - B1 = B$$

$$6,42 - 6,22 = 0,20$$

Khamir C1				Khamir C2			
No	B1	B2	B	No	B1	B2	B
1	6,22	6,42	0,20	1	6,32	6,51	0,19
2	6,34	6,52	0,18	2	6,32	6,52	0,20
3	6,34	6,56	0,22	3	6,34	6,54	0,20
4	6,43	6,65	0,22	4	6,27	6,45	0,18
5	6,32	6,51	0,19	5	6,41	6,57	0,16
6	6,35	6,53	0,18	6	6,48	6,64	0,16
7	6,32	6,52	0,20	7	6,42	6,59	0,17
8	6,31	6,51	0,20	8	6,38	6,54	0,16
9	6,36	6,56	0,20	9	6,33	6,51	0,18
10	6,31	6,50	0,19	10	6,33	6,52	0,19
11	6,38	6,63	0,25	11	6,17	6,35	0,18
12	6,32	6,53	0,21	12	6,38	6,56	0,18
13	6,43	6,61	0,18	13	6,29	6,45	0,16
14	6,29	6,46	0,17	14	6,36	6,55	0,19
15	6,34	6,56	0,22	15	6,14	6,34	0,20
16	6,29	6,49	0,20	16	6,40	6,56	0,16
17	6,32	6,53	0,21	17	6,40	6,57	0,17
18	6,29	6,57	0,28	18	6,35	6,54	0,19
19	6,31	6,53	0,22	19	6,34	6,55	0,21
20	6,43	6,70	0,27	20	6,30	6,45	0,15
21	6,43	6,60	0,17	21	6,73	6,89	0,16
22	6,41	6,63	0,22	22	6,69	6,86	0,17
23	6,33	6,57	0,24	23	6,42	6,59	0,17
24	6,35	6,54	0,19	24	6,36	6,51	0,15
25	6,35	6,56	0,21	25	6,33	6,48	0,15
26	6,42	6,61	0,19	26	6,35	6,50	0,15
27	6,41	6,56	0,21	27	6,34	6,49	0,15
28	6,30	6,51	0,21	28	6,30	6,56	0,26

29	6,43	6,64	0,21	29	6,32	6,50	0,18
30	6,25	6,41	0,16	30	6,39	6,59	0,20

Lampiran 4. Perhitungan Jumlah Sel Khamir

Contoh perhitungan jumlah sel C1

- Rata-rata jumlah sel/kotak
$$\text{Rata-rata jumlah sel/kotak} = \frac{\text{Jumlah sel hidup}}{5 \text{ kotak}}$$

$$\text{Rata-rata jumlah sel/kotak} = \frac{95}{5}$$

$$\text{Rata-rata jumlah sel/kotak} = 19$$

- Faktor pengencer
$$\text{Faktor pengencer} = \frac{\text{Volume akhir suspensi}}{\text{Volume inokulum}}$$

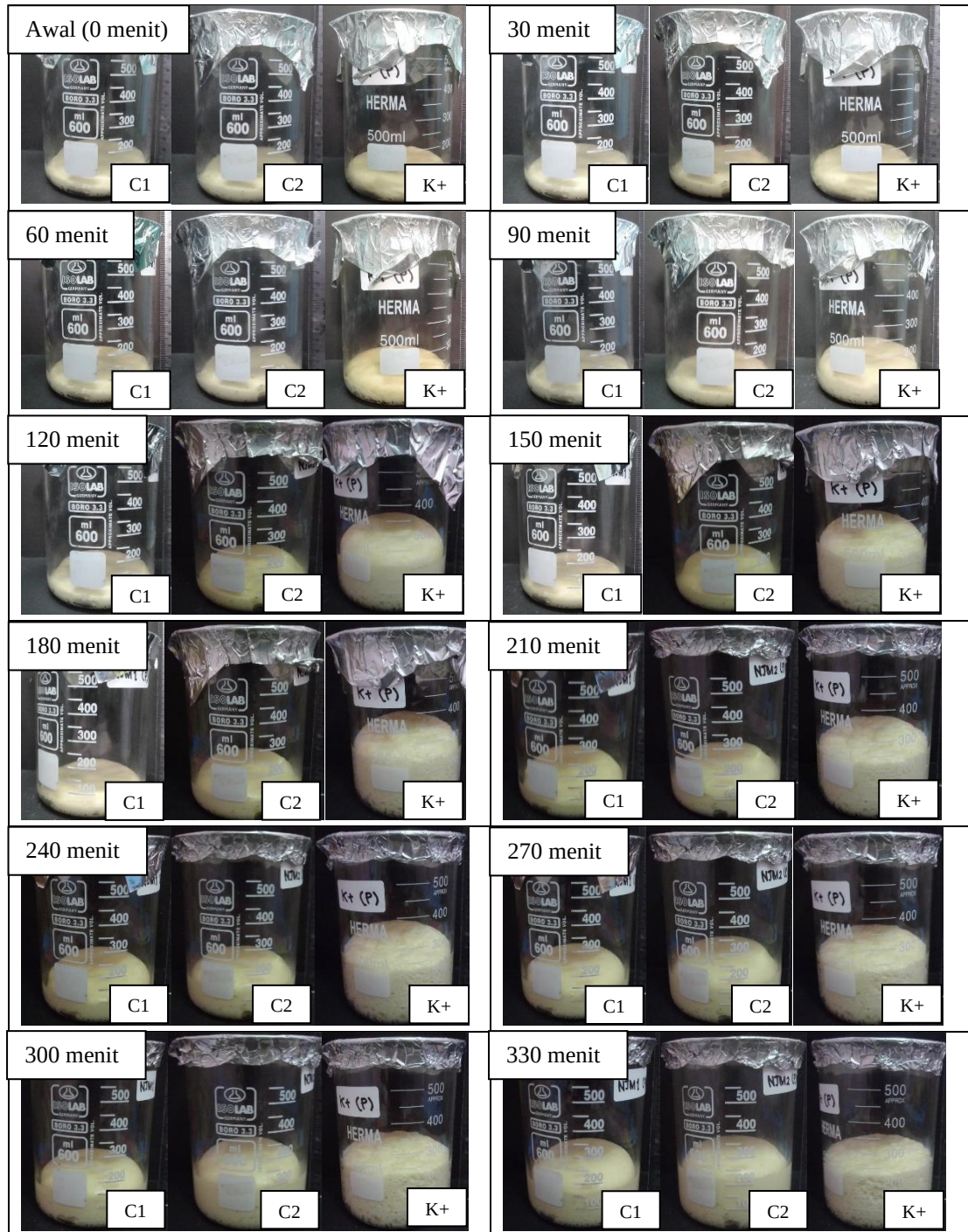
$$\text{Faktor pengencer} = \frac{1\text{ml}}{0,1\text{ml}}$$

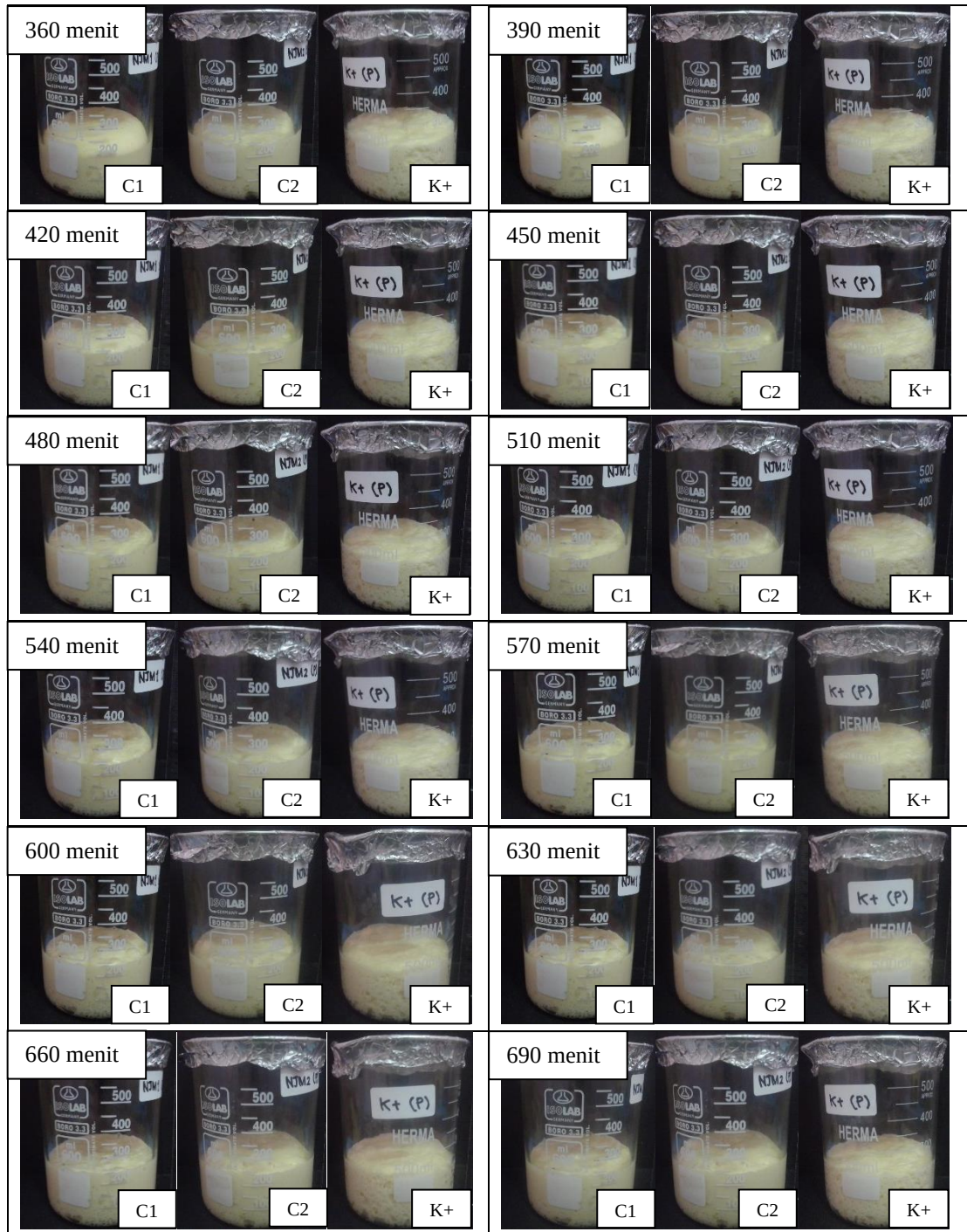
$$\text{Faktor pengencer} = 10\text{ml}$$

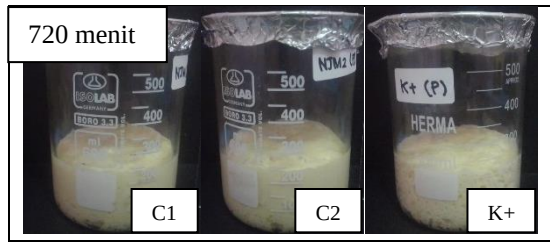
- Jumlah sel/ml
$$\text{Jumlah sel (sel/ml)} = \text{rata-rata jumlah sel/kotak} \times \text{faktor pengencer} \times 10^4$$
$$\text{Jumlah sel (sel/ml)} = 19 \times 10 \times 10^4$$
$$\text{Jumlah sel (sel/ml)} = 1.900.000$$

Jenis khamir	Kotak	Jumlah sel hidup	Rata-rata sel/kotak	Jumlah sel/ml
C1	A	23	19	1.900.000
	B	21		
	C	15		
	D	17		
	E	19		
Jumlah		95		
C2	A	16	14,6	1.460.000
	B	23		
	C	11		
	D	10		
	E	13		
Jumlah		73		
K+ (Fermipan)	A	111	102,4	10.240.000
	B	93		
	C	91		
	D	114		
	E	103		
Jumlah		512		

Lampiran. 5 Pengembangan adonan roti masing-masing jenis khamir







Lampiran 6. Perhitungan volume adonan roti

Waktu (menit ke-)	Volume (cm ³)			
	C1	C2	K+	K-
0	22,078125	22,078125	22,078125	22,078125
30	22,078125	22,078125	35,325	22,078125
60	22,078125	22,078125	57,403125	22,078125
90	30,909375	35,325	75,065625	22,078125
120	35,325	44,15625	119,22188	22,078125
180	44,15625	66,234375	158,9625	22,078125
240	52,9875	75,065625	185,45625	22,078125
270	66,234375	101,559375	181,04063	22,078125
300	75,065625	105,975	181,04063	22,078125
330	101,559375	119,221875	176,625	22,078125
360	110,390625	145,715625	176,625	22,078125
390	123,6375	154,546875	176,625	22,078125
420	154,546875	185,45625	176,625	22,078125
450	185,45625	181,040625	176,625	22,078125
480	181,040625	176,625	176,625	22,078125
510	176,625	167,79375	176,625	22,078125
540	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
570	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
600	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
630	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
660	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
690	172,209375	167,79375	176,625	22,078125
720	172,209375	167,79375	176,625	22,078125

Lampiran 7. Perhitungan presentase volume adonan roti

Contoh perhitungan presentase pengembangan C1 pada menit ke-90

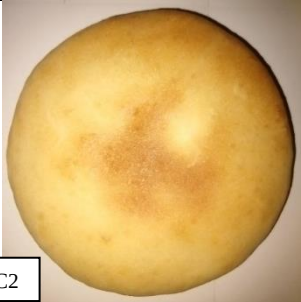
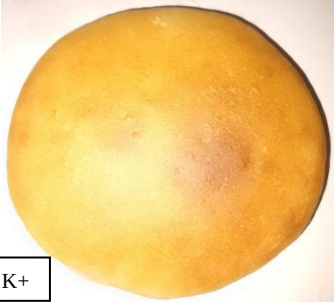
$$\% \text{ Pengembangan} = \frac{\text{volume akhir} - \text{volume awal}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Pengembangan} = \frac{30,909375 - 22,078125}{22,078125} \times 100\%$$

$$\% \text{ Pengembangan} = 40$$

Waktu (menit ke-)	Presentase pengembangan (%)			
	C1	C2	K+	K-
0	0	0	0	0
30	0	0	60	0
60	0	0	62,5	0
90	40	60	30,76923	0
120	14,28571	25	58,82353	0
180	25	50	33,33333	0
240	20	13,33333	16,66667	0
270	25	35,29412	0	0
300	13,33333	4,347826	0	0
330	35,29412	12,5	0	0
360	8,695652	22,22222	0	0
390	12	6,060606	0	0
420	25	20	0	0
450	20	0	0	0
480	0	0	0	0
510	0	0	0	0
540	0	0	0	0
570	0	0	0	0
600	0	0	0	0
630	0	0	0	0
660	0	0	0	0
690	0	0	0	0
720	0	0	0	0

Lampiran 8. Warna dan tekstur adonan roti setelah dipanggang (inkubasi 2jam)

Warna	 C1	 C2
	 K+	 K-
Tekstur	 C1	 C2
	 K+	 K-

Lampiran 9. Formulir Uji Organoleptik

FORMULIR Uji Kesukaan (Uji Hedonik)

Nama Panelis :

Umur :

Jenis Kelamin :

Tanggal :

Instruksi :

- Cicipilah sampel satu persatu.
- Pada kolom kode sampel berikan penilaian dengan cara memasukkan nomor (lihat keterangan yang ada dibawah tabel) berdasarkan tingkat kesukaan.
- Netralkan indera pengecap anda dengan air putih setelah mencicipi satu sampel.

Indikator	Kode Sampel			
	K+	K-	C1	C2
Warna				
Aroma				
Tekstur				
Rasa				

Keterangan:

- Sangat suka: 5,
- Suka: 4,
- Netral: 3,
- Tidak suka: 2, dan
- Sangat tidak suka: 1.

Lampiran 10. Hasil Uji Organoleptik (Kuisisioner)

No Panelis	Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
1	K+	5	5	5	5
2	K+	5	4	3	4
3	K+	5	4	4	4
4	K+	4	4	4	4
5	K+	4	4	3	3
6	K+	4	4	5	5
7	K+	5	4	5	5
8	K+	5	4	5	4
9	K+	5	5	4	4
10	K+	5	5	4	5
11	K+	5	4	5	3
12	K+	5	4	5	5
13	K+	5	4	5	5
14	K+	5	4	5	4
15	K+	4	4	3	5
16	K+	4	4	4	4
17	K+	5	5	5	4
18	K+	5	4	5	4
19	K+	4	4	4	4
20	K+	5	4	5	4
21	K+	5	5	4	5
22	K+	5	5	5	5
23	K+	5	3	5	4
24	K+	3	2	2	3
25	K+	5	4	4	4
26	K+	4	4	4	4
27	K+	2	3	3	4
28	K+	5	3	5	4
29	K+	2	2	5	4
30	K+	5	4	4	4
1	K-	3	3	3	3
2	K-	2	3	2	3
3	K-	2	2	2	2

4	K-	3	3	2	3
5	K-	2	2	2	3
6	K-	2	3	2	3
7	K-	2	3	1	2
8	K-	3	4	3	4
9	K-	4	4	3	4
10	K-	3	4	3	2
11	K-	3	4	3	2
12	K-	4	4	3	3
13	K-	3	3	3	4
14	K-	2	3	2	3
15	K-	3	3	2	2
16	K-	5	5	5	5
17	K-	1	1	1	1
18	K-	2	1	2	1
19	K-	1	2	1	2
20	K-	3	2	2	3
21	K-	4	3	3	2
22	K-	3	3	2	2
23	K-	2	2	2	2
24	K-	2	2	2	2
25	K-	1	1	1	2
26	K-	1	3	2	4
27	K-	1	1	1	1
28	K-	1	2	1	2
29	K-	1	1	1	1
30	K-	3	2	3	2
1	C1	4	4	4	5
2	C1	4	4	4	3
3	C1	2	3	3	3
4	C1	4	3	3	3
5	C1	3	4	3	3
6	C1	4	3	2	3
7	C1	5	3	4	3
8	C1	4	3	4	3
9	C1	4	4	4	3

10	C1	5	4	4	5
11	C1	5	3	4	2
12	C1	3	3	3	3
13	C1	3	3	4	5
14	C1	3	3	4	4
15	C1	4	4	3	4
16	C1	3	3	3	4
17	C1	5	1	5	4
18	C1	3	2	3	2
19	C1	4	4	3	4
20	C1	4	3	4	5
21	C1	4	4	3	3
22	C1	4	4	4	4
23	C1	3	3	3	3
24	C1	4	5	3	4
25	C1	4	4	4	5
26	C1	3	2	2	3
27	C1	3	3	4	4
28	C1	3	3	4	4
29	C1	2	2	2	3
30	C1	4	3	4	4
1	C2	4	4	4	5
2	C2	5	5	4	4
3	C2	4	3	3	4
4	C2	4	4	3	4
5	C2	4	4	4	4
6	C2	5	3	3	4
7	C2	5	4	4	5
8	C2	4	4	4	4
9	C2	4	3	4	4
10	C2	5	4	4	5
11	C2	5	3	5	3
12	C2	3	3	2	3
13	C2	4	5	4	4
14	C2	5	4	5	4
15	C2	4	5	3	5

16	C2	5	5	5	5
17	C2	4	4	5	3
18	C2	4	3	3	2
19	C2	4	4	4	5
20	C2	5	5	5	5
21	C2	4	4	5	4
22	C2	5	4	5	4
23	C2	4	3	4	3
24	C2	4	4	3	4
25	C2	4	3	4	3
26	C2	4	3	2	4
27	C2	3	4	4	5
28	C2	4	3	3	3
29	C2	3	2	3	2
30	C2	4	4	4	4

Lampiran 11. Hasil Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
Chi-Square	54.919	31.931	54.745	41.166
df	3	3	3	3
Asymp.Sig.	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable : perlakuan

Lampiran 12. Hasil Uji Lanjut Mann-Whitney

Test Statistics^a

	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
Mann-Whitney U	299.000	299.000	343.000	357.000
Wilcoxon W	764.000	764.000	808.000	822.000
Z	-2.404	-2.404	-1.702	-1.457
Asymp.Sig (2-tailed)	.016	.016	.089	.145

a. Grouping Variable : perlakuan

Warna

K+≠K-	K-≠C1	C1≠C2
K+≠C1	K-≠C2	
K+=C2		

Aroma

K+≠K-	K-≠C1	C1≠C2
K+≠C1	K-≠C2	
K+=C2		

Tekstur

K+≠K-	K-≠C1	C1=C2
K+≠C1	K-≠C2	
K+≠C2		

Rasa

K+≠K-	K-≠C1	C1=C2
K+≠C1	K-≠C2	
K+=C2		

Keterangan : Tanda (=) menunjukkan tidak berbeda nyata

Tanda (≠) menunjukkan berbeda nyata



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Hanifah Nur Fauziah
NIM : 17620070
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si
Judul Skripsi : Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) sebagai Pengembang Roti

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	15-02-2021	Topik Penelitian	<i>[Signature]</i>
2.	04-03-2021	Penentuan Topik Penelitian	<i>[Signature]</i>
3.	31-03-2021	Judul, Bab I, II dan III	<i>[Signature]</i>
4.	03-04-2021	Metode Penelitian	<i>[Signature]</i>
5.	12-04-2021	Penambahan Parameter Penelitian	<i>[Signature]</i>
6.	14-04-2021	Revisi Parameter Penelitian	<i>[Signature]</i>
7.	26-04-2021	ACC Proposal Penelitian	<i>[Signature]</i>
8.	11-10-2021	Hasil Penelitian	<i>[Signature]</i>
9.	25-10-2021	Bab IV dan V	<i>[Signature]</i>
10.	29-10-2021	Revisi Bab IV dan V	<i>[Signature]</i>
11.	29-10-2021	ACC Skripsi	<i>[Signature]</i>

Pembimbing Skripsi,

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



Malang, 04 November 2021
Ketua Program Studi,

[Signature]
Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Hanifah Nur Fauziah
NIM : 17620070
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
Judul Skripsi : Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis (*Zea mays* var. saccharata Sturt) sebagai Pengembang Roti

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	12-04-2021	Proposal Penelitian (Bab I dan II)	
2.	21-04-2021	Revisi Bab I dan II	
3.	21-04-2021	ACC Bab I dan II	
4.	03-11-2021	Integrasi Bab IV	
5.	03-11-2021	ACC Bab IV	

Pembimbing Skripsi,

Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 197312121998031008

Malang, 04 November 2021
Ketua Program Studi,



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



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

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

Form Checklist Plagiasi

Nama : Hanifah Nur Fauziah
NIM : 17620070
Judul : Potensi Khamir *Candida tropicalis* Isolat Lokal Jagung Manis
(*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) sebagai Pengembang Roti

No	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc	22%	
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

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