

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN KOMBUCHA DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

SKRIPSI

Oleh:
HUSNATUL KHOLIVIA PAWESTRINGTYAS
NIM. 200603110111



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN KOMBUCHA DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

SKRIPSI

Oleh:
HUSNATUL KHOLIVIA PAWESTRINGTYAS
NIM. 200603110111

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 KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN KOMBUCHA DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

SKRIPSI

Oleh:
HUSNATUL KHOLIVIA PAWESTRINGTYAS
NIM. 200603110111

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal : 10 Desember 2024

Pembimbing I




Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P
NIP. 19760105 202321 2 012

Pembimbing II



Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc
NIP. 19710311 200312 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KOMBUCHA DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

SKRIPSI

Oleh:
HUSNATUL KHOLIVIA PAWESTRINGTYAS
NIM. 200603110111

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 10 Desember 2024

Ketua Penguji : Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

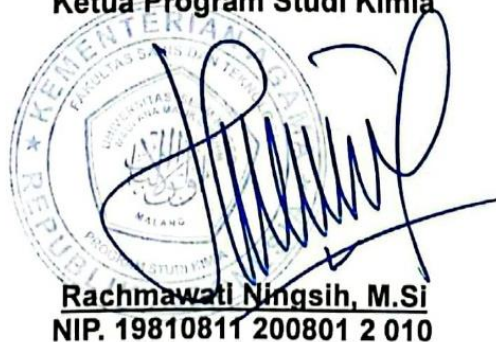
Anggota Penguji I : Rif'atul Mahmudah, M.Si
NIP. 19830125 202321 2 020

Anggota Penguji II : Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P
NIP. 19760105 202321 2 012

Anggota Penguji III : Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc
NIP. 19710311 200312 1 002



Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Husnatul Kholivia Pawestriningtyas
NIM : 200603110111
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

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

Malang, 10 Desember 2024
Yang membuat pernyataan,



Husnatul Kholivia Pawestriningtyas
NIM. 200603110111

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas segala nikmat dan rahmat dari Allah SWT sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini, karena hanya atas izin dan karuniaNya skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Shalawat serta salam selalu terucapkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke jalan yang terang.

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Alm. Bapak Sugeng yang telah bekerja keras hingga akhir hayatnya memperjuangkan pendidikan yang baik untuk anak-anaknya. Terimakasih atas segala nasihat, pembelajaran dan pengorbanan yang telah ayah berikan. Semoga dengan adanya naskah ini dapat membuat beliau bangga dengan putri sulung nya ini. Terimakasih kepada Bunda Kristinawati atas kekuatan kasih sayang, pengorbanan, dukungan serta doa ridhonya dalam setiap langkah saya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih kepada adik laki-laki saya Laiq Aqiel Adzra El-Khair yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan studi saya.

Ucapan terimakasih untuk bapak ibu dosen kimia UIN Malang atas ilmu dan bimbingannya. Kepada Ibu Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P yang telah membimbing, memberi nasihat, dan mengajarkan banyak pengetahuan selama penelitian. Kepada Bapak Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc yang telah memberi banyak nasihat, masukan dan membagikan cerita inspiratif kepada saya. Kepada penguji Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P dan Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si yang menjadi salah satu wadah diskusi serta memberi banyak saran dan masukan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.

Untuk teman-temanku, Saktia, Arshita, Alia yang telah menemani dalam senang atau gundah gulana. Untuk teman-teman Kombucha (Evida dan Afnan) yang telah banyak membantu, menemani serta menjadi teman diskusi saya saat penelitian. Untuk teman-teman bimbingan Bu Anik dan teman-teman di Laboratorium Biokimia (Fina, Syadiid, Maulida, Fouzy, Elya, Yuyun, Yeni, Nabila, Feby, Puapita, Rifda) yang telah banyak membantu dan menemani saya selama penelitian, terimakasih atas segala suka duka dan canda tawanya selama penelitian di Laboratorium Biokimia. Untuk semua orang baik di luar sana yang telah banyak membantu dan mendoakan saya selama penelitian hingga skripsi ini dapat tertulis.

Kepada diri sendiri yang telah bertahan selama ini dan berhasil melewati segala lika-liku jatuh bangun hingga berada di tahap ini. Terimakasih untuk Husnatul Kholivia Pawestriningtyas yang telah berhasil mewujudkan salah satu impiannya sebagai salah satu pijakan untuk mewujudkan impian-impian saya kedepannya. Saya yakin suatu saat semua jerih payah yang telah dilalui akan terbayarkan dengan hasil yang tak akan mengkhianati.

MOTTO

"Cobaan hidupmu bukanlah untuk menguji kekuatan dirimu. Tapi menakar seberapa besar kesungguhan dalam memohon pertolongan kepada Allah."

- Ibnu Qoyyim

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius Roxb.*)" ini dengan baik. Dibuatnya Skripsi ini dalam rangka memenuhi tugas akhir. Penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Ibu Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Dr. Anik Maunatin, S.T.,M.P dan Bapak Tri Kustono Adi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. Ibu Susi Nurul Khalifah, M.Si selaku dosen wali yang memberikan motivasi kepada penulis untuk selalu berusaha dan berdoa dalam menyelesaikan pendidikan ini
6. Orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan perhatian, nasihat, do'a dan dukungan baik moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan proposal ini.

Skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya, maka dari itu adanya kritik dan saran yang bersifat membangun selalu penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, *Amin Ya Rabbal Alamin*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
MOTTO.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
مستخلص البحث.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Daun Pandan.....	5
2.2 Teh Kombucha	7
2.3 Fermentasi Kombucha.....	10
2.4 Nilai pH Kombucha Daun Pandan.....	13
2.5 Total Asam Kombucha Daun Pandan	14
2.6 Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan.....	14
2.7 Organoleptik Kombucha	16
2.7.1 Rasa.....	16
2.7.2 Tekstur	17
2.7.3 Aroma.....	17
2.7.4 Warna.....	17
2.8 Standar Mutu Internasional Kombucha	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat.....	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan.....	21
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Tahapan Penelitian	21
3.5 Prosedur Penelitian.....	22
3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.5.2 Pembuatan Kombucha Daun Pandan	22
3.5.3 Pengukuran Nilai pH	22
3.5.4 Pengukuran Total Asam.....	23
3.5.5 Uji Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan.....	23
3.6 Uji Organoleptik Kombucha	24
3.7 Analisis data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Preparasi Sampel	27
4.2 Pembuatan Kombucha Daun Pandan.....	28
4.3 Nilai pH Kombucha Daun Pandan.....	31
4.4 Total Asam Kombucha Daun Pandan	33

4.5	Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan.....	35
4.6	Organoleptik Kombucha Daun Pandan	38
4.6.1	Rasa.....	38
4.6.2	Tekstur	39
4.6.3	Aroma.....	39
4.6.4	Warna.....	39
4.7	Tadabur Ilmiah : Refleksi Teologis atas Hasil Penelitian	40
BAB V	PENUTUP.....	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
	DAFTAR PUSTAKA.....	45
	LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun Pandan	5
Gambar 2.2 <i>Acetobacter xylinum</i>	8
Gambar 2.3 Fase pembiakan bakteri	9
Gambar 2.4 Jalur Fermentasi Kombucha.....	11
Gambar 2.5 Reksi Reduksi DPPH dengan senyawa antioksidan	15
Gambar 2.6 Spektra Ultraviolet-Visible (UV-Vis) DPPH.....	16
Gambar 4.1 Serbuk Daun Pandan	28
Gambar 4.2 Pertumbuhan SCOBY Kombucha daun pandan selama waktu fermentasi	30
Gambar 4.3 Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Uji Fitokimia Daun Pandan Wangi (<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.)	6
Tabel 2.2 Jenis Bakteri dan Kamir dalam Kultur Kombucha.....	8
Tabel 2.3 Standar Mutu Minuman Fermentasi Menurut SNI.....	18
Tabel 2.4 Persyaratan Kualitas Kombucha	18
Tabel 3.1 Data Penelitian.....	25
Tabel 4.1 Uji BNJ Terhadap Ph Kombucha Daun Pandan	32
Tabel 4.2 Uji BNJ terhadap total Asam kombucha daun pandan	34
Tabel 4.3 Uji BNJ terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan	36
Tabel 4.4 Data Organoleptik	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	49
Lampiran 2. Diagram Alir	50
Lampiran 3. Perhitungan.....	53
Lampiran 4. Hasil Analisis SPSS	63
Lampiran 5. Hasil Uji Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS.....	69
Lampiran 6. Dokumentasi	74

ABSTRAK

Pawestriningtyas, Husnatul Kholivia, 2024. **Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Anik Maunatin, S.T.,M.P . Pembimbing II: Tri Kustono Adi, M.Sc

Kata kunci: *kombucha, fermentasi, daun pandan, karakteristik kimia, antioksidan*

Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi menggunakan bakteri asam asetat dan spesies ragi yang dikenal dengan SCOBY (*Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts*). Daun pandan (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb.) mengandung polifenol yang mempunyai aktivitas antioksidan dan juga memiliki rasa dan aroma khas. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha daun pandan. Tahapan dalam penelitian ini meliputi preparasi alat dan bahan, pembuatan kombucha daun pandan, uji pH, uji total asam, uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dan uji organoleptik. Lama fermentasi dilakukan selama 3, 6, 9, 12 dan 15 hari. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu lama fermentasi dan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lama fermentasi kombucha daun pandan berpengaruh signifikan terhadap perubahan karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan. Diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi pH kombucha semakin menurun, total asam semakin meningkat, dan aktivitas antioksidan cenderung menurun. Hasil terbaik kombucha daun pandan terdapat pada lama waktu fermentasi 3 hari yaitu dengan pH 3,26, nilai total asam sebesar 0,24%, dan aktivitas antioksidan sebesar 84.93%. Hasil terbaik untuk uji organoleptik terhadap rasa, aroma, tekstur, dan warna yaitu pada lama fermentasi 3 hari.

ABSTRACT

Pawestriningtyas, Husnatul Kholivia. 2024. **Effect of Fermentation Time on Chemical Characteristics and Antioxidant Activity of Pandan Leaf Kombucha (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**. Thesis. Chemistry Study Program. Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim Islamic State University, Malang. Supervisor I: Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P. Supervisor II: Tri Kustono Adi, M.Sc

Keywords: *kombucha, fermentation, pandan leaf, chemical characteristics, antioxidant*

Kombucha is a fermented drink using acetic acid bacteria and yeast species known as SCOBY (Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts). Pandanus leaves (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb.) contain polyphenols that have antioxidant activity and also have a distinctive taste and aroma. The purpose of this study was to determine the effect of fermentation time on the chemical characteristics and antioxidant activity of pandan leaf kombucha. The stages in this study include preparation of tools and materials, making pandan leaf kombucha, pH test, total acid test, antioxidant activity test using the DPPH method and organoleptic test. The fermentation time was carried out for 3, 6, 9, 12 and 15 days. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 1 factor, namely fermentation time and with 3 repetitions. The results of this study indicate that the fermentation time of pandan leaf kombucha has a significant effect on changes in chemical characteristics and antioxidant activity. It is known that the longer the fermentation time, the pH of the kombucha decreases, the total acid increases, and antioxidant activity tends to decrease. The best results of pandan leaf kombucha were found in a fermentation time of 3 days, namely with a pH of 3.26, a total acid value of 0.24%, and antioxidant activity of 84.93%. The best results for organoleptic tests on taste, aroma, texture, and color were in a fermentation time of 3 days.

مُستَخْلَصُ البَحْثِ

فاويسترينينجيتاس، حسنة الخليفة، 2024. تأثيرُ مُدَّةِ التَّخْمِيرِ عَلَى الحِصَائِصِ الكِيمِيائِيَّةِ والنَّشَاطِ المُضَادِّ لِالأَكْسَدَةِ لِأوراقِ البَانْدَانِ كُومبُوتْشا (بَانْدَانُوسِ أَمَارِيلِيْفُولِيُوسِ رُوكْسِن). بَحْثٌ جَامِعِيٌّ. قِسْمُ الكِيمِيَاءِ. كُليَّةُ العُلُومِ وَالتِّكْنُولُوجِيَا، جَامِعَةُ مَوْلَانَا مَالِكِ إِبْرَاهِيمِ الإِسْلَامِيَّةِ الحُكُومِيَّةِ مَالَانَج. المُشْرِفَةُ الأُولَى: الدُّكْتُورَةُ أُنَيْكُ مُونَاتِين، المَاجِسْتِيرُ؛ المُشْرِفُ الثَّانِي: تري كوستونو عدي، الدُّكْتُورَةُ

الكَلِمَةُ الرَّئِيسِيَّاتُ: الكَمبُوتْشا، التَّخْمِيرُ، أَوْرَاقُ البَانْدَانِ، الحِصَائِصِ الكِيمِيائِيَّةِ، مُضَادَّاتُ الأَكْسَدَةِ

الكَمبُوتْشا هُوَ مَشْرُوبٌ مُحَمَّرٌ بِاسْتِخْدَامِ بَکْکِيرِيَا حَمَضِ الأَسِيْتِيكِ وَأَنْوَاعِ الحَمِيرَةِ المَعْرُوفَةِ بِاسْمِ سُكُوِي (الثَّقَافَاتِ التَّكَاْفَلِيَّةِ لِلبَکْکِيرِيَا وَالْحَمَائِرِ). تَحْتَوِي أَوْرَاقُ البَانْدَانِ (بَانْدَانُوسِ أَمَارِيلِيْفُولِيُوسِ رُوكْسِن) عَلَى مَادَّةِ البُولِيْفِينُولِ الَّتِي لَهَا نَشَاطٌ مُضَادٌّ لِالأَكْسَدَةِ وَلَهَا أَيْضًا طَعْمٌ وَرَائِحَةٌ مُمَيَّزَةٌ. العَرَضُ مِنْ هَذِهِ الدِّرَاسَةِ هُوَ تَحْدِيدُ تَأْثِيرِ وَقْتِ التَّخْمِيرِ عَلَى الحِصَائِصِ الكِيمِيائِيَّةِ والنَّشَاطِ المُضَادِّ لِالأَكْسَدَةِ لِأَوْرَاقِ البَانْدَانِ. تَشْمَلُ مَرَاكِلُ هَذِهِ الدِّرَاسَةِ تَحْضِيرَ الأَدْوَاتِ وَالْمَوَادِّ، وَصُنْعَ الكَمبُوتْشا بِأَوْرَاقِ البَانْدَانِ، وَاحْتِبَارَ الأَسِّ الهَيْدُرُوجِيِيِّ، وَاحْتِبَارَ الحَمَضِ الكَلْبِيِّ، وَاحْتِبَارَ نَشَاطِ مُضَادَّاتِ الأَكْسَدَةِ بِاسْتِخْدَامِ طَرِيقَةِ DPPH وَالاختِبَارِ الحِيسِيِّ. يَتِمُّ التَّعَرُّفُ عَلَى وَقْتِ التَّخْمِيرِ عَلَى أَنَّهُ 3 وَ 6 وَ 9 وَ 12 وَ 15 يَوْمًا. اسْتِخْدَمَتْ هَذِهِ الدِّرَاسَةُ تَصْمِيمًا عَشَوَائِيًّا كَامِلًا (RAL) بِعَامِلٍ وَاحِدٍ، وَهُوَ وَقْتُ التَّخْمِيرِ وَبِ 3 تَكَرَّرَاتٍ. تُظْهِرُ نَتَائِجُ هَذِهِ الدِّرَاسَةِ أَنَّ وَقْتِ تَخْمِيرِ أَوْرَاقِ البَانْدَانِ كُومبُوتْشا لَهُ تَأْثِيرٌ كَبِيرٌ عَلَى التَّغْيِرَاتِ فِي الحِصَائِصِ الكِيمِيائِيَّةِ والنَّشَاطِ المُضَادِّ لِالأَكْسَدَةِ. مِنْ المَعْرُوفِ أَنَّهُ كَلَّمَا طَالَتْ مُدَّةُ الرِّقْمِ الهَيْدُرُوجِيِيِّ لِلکُومبُوكَا، يَزْدَادُ الحَمَضُ الكَلْبِيُّ، وَيَمِيلُ النَّشَاطُ المُضَادُّ لِالأَكْسَدَةِ إِلَى الإِنْخِفَاضِ. كَانَتْ أَفْضَلُ نَتَائِجِ اخْتِبَارِ الأَسِّ الهَيْدُرُوجِيِيِّ فِي وَقْتِ التَّخْمِيرِ 3 أَيَّامٍ مَعَ دَرَجَةِ حَمُوضَةٍ 3.26 ، وَأَفْضَلُ اخْتِبَارِ حَمَضِ إِبْرَاهِيمِ فِي وَقْتِ التَّخْمِيرِ لِمدَّةِ 3 أَيَّامٍ كَانَ 0.24 %. تَمَّ الحُصُولُ عَلَى أَعْلَى مَحْصُولٍ مُضَادِّ لِالأَكْسَدَةِ فِي كُومبُوتْشا أَوْرَاقِ البَانْدَانِ مَعَ وَقْتِ تَخْمِيرِ 3 أَيَّامٍ ، وَالَّذِي كَانَ 84.93 %. أَفْضَلُ نَتَائِجِ الإخْتِبَارَاتِ الحِيسِيَّةِ عَلَى المَذَاقِ والرَّايحَةِ وَالْمَلْمَسِ واللُّونِ هِيَ فِي فَتْرَةِ تَخْمِيرٍ مُدَّتُهَا ثَلَاثَةُ أَيَّامٍ.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Allah SWT telah berfirman, bahwa kita sebagai seorang muslim yang berakal untuk selalu mengingat Allah seperti yang telah dijelaskan dalam Q.S Ali Imran ayat yang ke 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

Artinya:“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Maha Suci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka.”

Menurut interpretasi Ibnu Katsir terhadap Qs. Ali Imran ayat 191 sebagaimana ayat ini memiliki maksud bahwa *ulul albab* yaitu orang-orang yang mengingat Allah dalam keadaan apapun tidak berhenti untuk berdzikir dalam semua keadaan baik di dalam hati maupun secara lisan. Mereka juga memahami dan memilirkan keagungan dan kuasa Allah SWT bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT tidak ada yang sia-sia. (Sofia, 2021). Konsep *ulul albab* yang memahami keagungan Allah dan tidak menyia-nyaikan segala ciptaan-Nya dapat dihubungkan dengan proses fermentasi kombucha. Sama seperti *ulul albab* yang mampu melihat potensi dalam segala sesuatu, proses fermentasi kombucha juga mengubah bahan sederhana seperti teh dan gula menjadi minuman yang kaya nutrisi dan bermanfaat. Kedua hal ini menunjukkan betapa pentingnya transformasi dan pemanfaatan sumber daya yang ada secara optimal.

Kombucha adalah salah satu produk fermentasi yang populer saat ini. Kombucha merupakan minuman fermentasi yang berasal dari kombinasi bakteri dan jamur yang bersimbiosis, serta memiliki sifat fungsional. Minuman ini dibuat dengan memfermentasikan larutan teh dan gula menggunakan kultur starter kombucha yang disebut SCOBY (*Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts*). Proses fermentasi kombucha melibatkan beragam mikroorganisme, termasuk kelompok bakteri asam asetat seperti *Acetobacter xylinum* dan *Acetobacter aceti*, bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Lactococcus*, serta beberapa jenis khamir seperti *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces*, dan lainnya. Proses fermentasi kombucha menghasilkan asam asetat, sejumlah kecil etanol, dan CO₂ (Villarreal et al., 2018).

Fermentasi merupakan proses mengubah karbohidrat menjadi alkohol. Waktu fermentasi kombucha adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk

fermentasi dengan starter kombucha. Waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 4 hingga 14 hari (Hidayat *dkk.*, 2016). Lama fermentasi dalam pembuatan kombucha diduga berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha. Proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan sifat kimia yang meliputi nilai pH, total asam dan aktivitas antioksidan (Simanjuntak *dkk.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan Zubaidah (2019) mengenai karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan teh hitam dengan lama fermentasi 0 dan 14 hari menyatakan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha teh hitam. Nilai kadar pH kombucha teh hitam berkisar antara 3,08 hingga 4,77. Nilai kadar pH tertinggi terletak pada lama fermentasi hari ke 14 yaitu sebesar 3,08. Rata-rata kadar total asam kombucha teh hitam berkisar antara 0,09% hingga 0,42%. Nilai kadar total asam tertinggi terletak pada hari ke 14 yaitu sebesar 0,42%. Aktivitas antioksidan tertinggi terletak pada hari ke 14 yaitu sebesar 86,33%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Zubaidah (2019) dengan melakukan fermentasi pada 0 dan 14 hari, peneliti tertarik untuk mengkaji mengenai lama waktu fermentasi terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha daun pandan dalam rentang 0 hingga 14 hari sehingga peneliti melakukan penelitian dengan variasi lama fermentasi 3, 6, 9, 12, dan 15 hari. Peningkatan aktivitas antioksidan pada kombucha diakibatkan oleh metabolisme mikroorganisme selama proses fermentasi. Semakin lama fermentasi maka akan meningkatkan senyawa asam, suasana asam pada kombucha mengakibatkan aktivitas antioksidan menurun (Wang *et al.*, 2022).

Daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) merupakan tanaman yang banyak disukai karena memiliki aroma dan citarasa yang khas sehingga daun pandan banyak digunakan untuk menambah aroma dan citarasa pada makanan atau minuman. Daun pandan memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Daun pandan sebagai bahan kombucha perlu dilakukan pengeringan untuk menjaga kestabilan senyawa pada simplisia, terutama senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan. Pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian yang dilakukan Purwanti (2018) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan daun pandan tertinggi terdapat pada metode pengeringan oven pada suhu 40°C dengan lama pengeringan 15 hari dengan persen aktivitas antioksidan sebesar 64,54%. Sedangkan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada sampel basah tanpa pengeringan dengan persen aktivitas antioksidan sebesar 55,13% (Purwanti., 2018)

Daun pandan yang diolah menjadi minuman teh kombucha akan memberikan ciri khas pada teh yang dihasilkannya sehingga tidak hanya senyawa antioksidan saja yang terkandung didalam teh daun pandan. Terdapat senyawa-senyawa bermanfaat lainnya yang terbentuk akibat dari fermentasi yang dilakukan oleh bakteri dan ragi. Sesuai dengan perlakuan yang diberikan yaitu lama waktu fermentasi akan mengakibatkan adanya perubahan karakteristik

kimia yang meliputi nilai pH, total asam, dan aktivitas antioksidan yang terkandung dalam teh kombucha. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul "**Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**". Inilah yang mendorong inovasi untuk membuat minuman kombucha daun pandan yang memiliki aktivitas antioksidan dengan mengetahui karakteristik kimianya sehingga dapat memberikan manfaat kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia kombucha daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)?
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia kombucha daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)
2. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Daun pandan wangi didapatkan di kota Batu, Kelurahan Junrejo, Kecamatan Junrejo, Jawa Timur.
2. Lama fermentasi terdiri dari hari ke 3, 6, 9, 12 dan 15 hari
3. Kultur kombucha didapatkan dari mambucha.com
4. Penentuan karakteristik kimia meliputi nilai pH dan total asam
5. Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode penghambat DPPH.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti lain

Memberikan informasi dalam upaya mentadaburi Qs. Ali Imran ayat 191 serta dapat menjadi sumber referensi sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam

pengembangan variasi bahan pembuatan kombucha serta membantu peneliti lain dalam merancang eksperimen serupa berdasarkan lama fermentasi yang berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan

2. Bagi masyarakat

Memberikan informasi dalam upaya mentadaburi Qs. Ali Imran ayat 191 serta memberikan informasi bahwa daun pandan dapat digunakan sebagai inovasi olahan minuman fermentasi kombucha yang memiliki kandungan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh serta memberikan informasi bahwa lama waktu fermentasi mempengaruhi kandungan nutrisi dan senyawa senyawa bioaktif dalam fermentasi kombucha daun pandan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Pandan



Gambar 2.1 Daun Pandan Wangi

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) adalah jenis tumbuhan monokotil dari famili Pandanaceae. digunakan sebagai pewarna makanan, penyegar ruangan, pewangi makanan, obat-obatan dan juga sebagai bahan baku kerajinan tangan. Di bawah ini adalah sistematika taksonomi daun pandan (Margaretta dkk., 2011):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Pandanales</i>
Familia	: <i>Pandaneceae</i>
Genus	: <i>Pandanus</i>
Species	: <i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb

Salah satu tanaman yang termasuk dalam keanekaragaman hayati dan terdapat di Indonesia yaitu daun pandan wangi. Selain itu merupakan rempah rempah yang dapat menjadi obat dari beberapa penyakit salah satunya dapat dijadikan antibakter. Pada fase pertumbuhan, tumbuhan umumnya memproduksi metabolit primer, sedangkan metabolit sekunder belum atau hanya sedikit diproduksi. Metabolit sekunder terjadi pada saat fase stasioner/ fase akhir (Khotimah, 2016).

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder daun pandan. Pada penelitian yang dilakukan Muzani dan Handayani (2021) menunjukkan bahwa hasil uji fitokimia ekstrak air daun pandan positif alkaloid, steroid, saponin, flavonoid, fenol dan tanin sedangkan pada uji terpenoid memberikan hasil yang negatif. Hasil uji fitokimia

ekstrak air daun pandan wangi ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Uji Fitokimia Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

Kandungan Metabolit	Reagen	Hasil Uji	Hasil Pengamatan
Alkaloid	Mayer	+	Terbentuk Endapan Putih
	Wanger	+	Terbentuk Endapan Coklat
	Dragendorff	-	Tidak Terbentuk Endapan Merah
Steroid	Liebermann-Burchard	+	Terbentuk Warna Hijau
Terpenoid	Liebermann-Burchard	-	Tidak Terbentuk Warna Merah
Saponin	Aquadest	+	Berbusa
Flavonoid	HCl dan Logam Mg	+	Terbentuk Warna Merah
Fenol	FeCl ₃	+	Terbentuk Warna Hijau
Tanin	FeCl ₃	+	Terbentuk Warna Hijau

Sumber : (Muzani, 2021)

Ditemukan sebagai senyawa yang paling melimpah dalam daun teh, bahkan komposisinya mencapai 30-40%, Polifenol merupakan senyawa aktif biologis yang berasal dari tumbuhan, dan diklasifikasikan sebagai non-nutrisi. Beberapa senyawa polifenol pada teh adalah katekin yang merupakan turunan flavan-3-ols atau flavanol yang paling melimpah pada teh. Flavan-3-ols merupakan turunan flavan yang memiliki kerangka 2-phenyl-3,4-dihydro-2H-chromen-3-ol skeleton. Flavan-3-ols termasuk kedalam golongan flavonoid yang mengandung gugus keton dan memiliki dua pusat kiral (C2 dan C3) yang menghasilkan 4 isomer untuk setiap tingkat hidroksilasi cincin B. Katekin dicirikan oleh substitusi gugus di- atau trihidroksil dari cincin B dan meta-5,7-dihidoksisubstitusi cincin A. Katekin dibedakan berdasarkan derajat oksidasi cincin heterosiklik tertinggi dan kelarutan yang baik dalam air (Kosińska & Andlauer, 2014).

Golongan katekin yang paling melimpah pada teh hijau diantaranya adalah epigallocatechin-3-gallate (EGCG), catechin (C), epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin-3-gallate (ECG), dan galocatechin gallate (GCG) (Kosińska & Andlauer, 2014). Pada suhu tinggi, katekin pada teh dapat mengalami reversibel epimerisasi. Apabila diurutkan, aktivitas antioksidan dari senyawa katekin yang telah disebutkan adalah epigallocatechin, epigallocatechingallate, epicatechin gallate, epicatechin, katekin. Aktivitas antioksidan ini sangat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil, dimana semakin tinggi jumlah gugus hidroksil maka semakin tinggi aktivitas antioksidan (Kosińska dan Andlauer, 2014). Kandungan katekin pada teh hijau mencapai 26,7% dari 40% senyawa polifenol yang terkandung dalam 11 ekstraknya. Persentasenya adalah EGCG (11,16%), ECG (2,25%), EGC (10,32%), epicatechin (2,45%), dan catechin (0,53%) (Sajilata et al., 2008).

Senyawa katekin sebagai senyawa polifenol yang mendominasi pada teh ditemukan mengalami degradasi selama proses fermentasi. Katekin umumnya akan terdegradasi pada

awal fermentasi sebelum akhirnya mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh pelepasan isomer katekin dari sel mikroba yang sensitif terhadap asam. Degradasi EGCG dicatat sangat rendah pada kombucha teh hijau, dibandingkan pada teh hitam dan teh putih. Begitu pula pada ECG, dimana perubahan terendah dicatat pada teh hijau. Sedangkan EC dan EGC diketahui mengalami peningkatan jumlah akibat fermentasi. Peningkatan ini diduga disebabkan adanya biotransformasi katekin EGCG dan ECG menjadi katekin EGC dan EC. Biotransformasi ini diduga didorong oleh enzim yang disekresikan oleh mikroorganisme dalam kultur kombucha (Jayabalan et al., 2007).

Peningkatan senyawa bioaktif ini disebabkan proses sintesis senyawa bioaktif yang meningkat apabila tanaman terkena cahaya langsung. Kandungan antioksidan terutama flavonoid paling tinggi pada daun yang sudah tua (Ilkafah, 2018). Ekstraksi daun pandan dapat dilakukan dengan berbagai metode dan cara. Pada pembuatan kombucha ini menggunakan pelarut air. Pada suhu kamar, air merupakan pelarut yang baik untuk melarutkan macam zat seperti garam-garam alkaloida, glikosida dan garam-garam mineralnya. Kekurangan dari air sebagai pelarut yaitu diantaranya adalah air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan jamur dan bakteri, sehingga zat yang diekstrak dengan air tidak dapat bertahan lama. Oleh karena itu penggunaan sampel kering merupakan pilihan yang tepat untuk pembuatan kombucha dengan pelarut air karena sampel kering memiliki kelebihan yaitu dapat mengurangi kadar air yang terdapat di dalam sampel, sehingga dapat mencegah kemungkinan rusaknya senyawa akibat aktivitas antimikroba (Marjoni, 2016)

2.2 Teh Kombucha

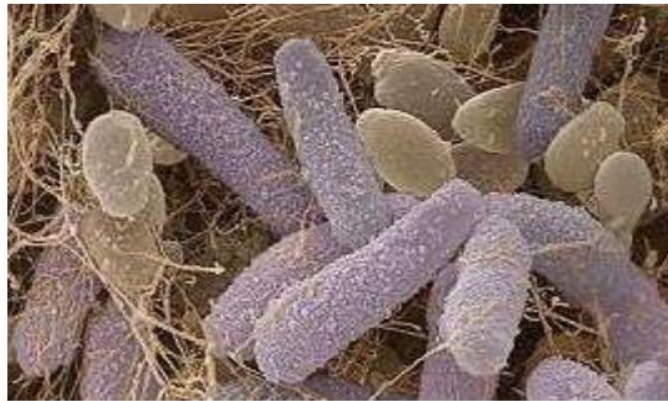
Teh kombucha sudah sejak lama dikenal manusia dalam kurun waktu yang sangat panjang. Banyak masyarakat menduga bahwa teh kombucha pertama kali berasal dari China. Masyarakat disana sudah mengenal jenis teh fermentasi ini sejak sekitar 2000 tahun yang lalu (Amarasinghe *et al.*, 2018). Teh kombucha juga digunakan sebagai obat tradisional yang efektif di negara Rusia pada tahun 1800-an. Kombucha mulai menyebar ke negara saat Perang Dunia I yaitu negara Jerman dan Rusia, setelah itu kombucha semakin berkembang hingga ke negara-negara lain di Eropa, Afrika dan Asia (Kim and Adhikari, 2020)

Teh kombucha adalah fermentasi tradisional teh manis yang dilakukan dengan menggunakan SCOBY (*Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts*) yang mengandung berbagai macam simbiosis bakteri asam asetat seperti yang disebutkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis Bakteri dan Kamir dalam Kultur Kombucha

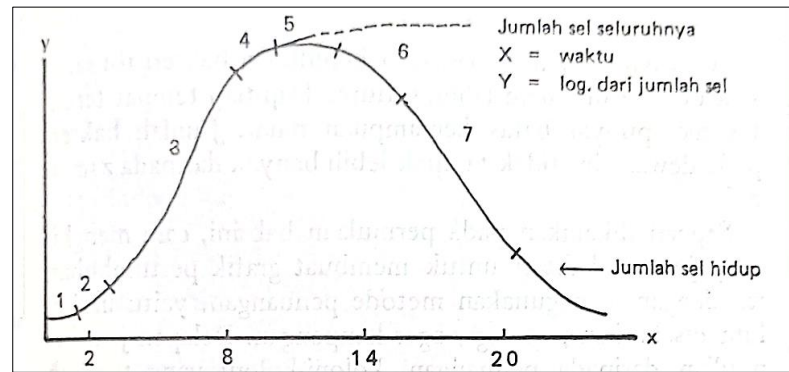
Bakteri	Kamir
<i>Acetobacter xylinum</i>	<i>Pichia</i>
<i>Acetobacter aceti</i>	<i>Zygosaccharomyces bailii</i>
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	<i>Zygosaccharomyces rouxi</i>
<i>Acetobacter sp</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Gluconobacter</i>	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>
	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>
	<i>Brettanomyces intermedius</i>
	<i>Candida stellata</i>
	<i>Candida formata</i>
	<i>Mycoderma</i>
	<i>Mycotorula</i>
	<i>Torula</i>
	<i>Trulaspora delbruecki</i>

Sumber : (Rinihapsari, 2023)



Gambar 2.2 *Acetobacter xylinum* (Munawar, 2009)

Acetobacter xylinum yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 merupakan bakteri berbentuk batang pendek, yang mempunyai panjang 2 mikron dan lebar 0,6 mikron, dengan permukaan dinding yang berlendir. Bakteri ini bisa membentuk rantai pendek dengan satuan 6 – 8 sel. Suhu ideal bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* adalah pada suhu 28 – 31 °C (Anonim, 2004). *Acetobacter xylinum* membentuk asam dari glukosa, etil alkohol, dan propil alkohol, tidak membentuk indol dan mempunyai kemampuan mengoksidasi asam asetat menjadi CO₂ dan H₂O. Sifat utama pada bakteri ini yaitu kemampuan mempolimerisasi glukosa menjadi selulosa dan kemudian membentuk matrik yang dikenal sebagai nata. Faktor–faktor dominan yang mempengaruhi sifat fisiologi dalam pembentukan nata adalah ketersediaan nutrisi, derajat keasaman, temperatur, dan ketersediaan oksigen (Suwijah, 2011).



Gambar 2.3 Fase pembiakan bakteri (Dwidjoseputro, 2010)

Fase pembiakan bakteri yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa fase pertama merupakan fase adaptasi pada 0-2 hari dimana jumlah bakteri mulai bertambah sedikit demi sedikit. Fase kedua merupakan fase permulaan pembiakan pada rentan 2-3 hari. Fase ketiga merupakan fase pembiakan cepat pada 4-8 hari dimana pada fase ini pembiakan bakteri berlangsung paling cepat. Fase keempat merupakan fase pembiakan diperlambat pada 8-10 hari, dimana pada fase ini terjadi penyusutan jumlah sel yang segar dan kecepatan berbiak menjadi sangat berkurang, hal ini dapat diakibatkan karena adanya perubahan pH. Fase kelima merupakan fase konstan pada 11-13 hari, dimana jumlah bakteri yang berbiak sama dengan bakteri yang mati sehingga kurva menunjukkan garis yang hampir horizontal. Fase keenam merupakan fase kematian pada 14-15 hari, dimana jumlah bakteri yang mati lebih banyak dibanding bakteri yang berbiak sehingga grafik mulai menurun. Fase ketujuh merupakan fase kematian dipercepat diatas 16 hari, jumlah bakteri yang mati semakin banyak dan hal ini terjadi selama beberapa minggu bergantung pada keadaan spesies dan medium serta faktor lingkungan. Jika hal ini dibiarkan terus menerus makan besar kemungkinan bakteri tidak bisa dihidupkan kembali dalam medium baru (Dwidjoseputro, 2010).

Pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh komponen penyusun media. Unsur-unsur penyusun sel mikrobial harus tersedia dalam medium, yaitu C, H, O, N, S, P, Mg, dan K. Aktivitas mikroorganisme membutuhkan sumber C, sumber N, sumber P, mineral, dan air yang harus tersedia dalam media. Sumber karbon didapatkan dari kandungan glukosa dalam gula. Disamping itu, beberapa jenis mikrobial memerlukan senyawa seperti vitamin, faktor tumbuh, prekursor produk fermentasi, oksigen (untuk mikroorganisme aerob) dalam media. Sumber karbon dan sumber nitrogen merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan produk mikroorganisme (Majidah, 2022).

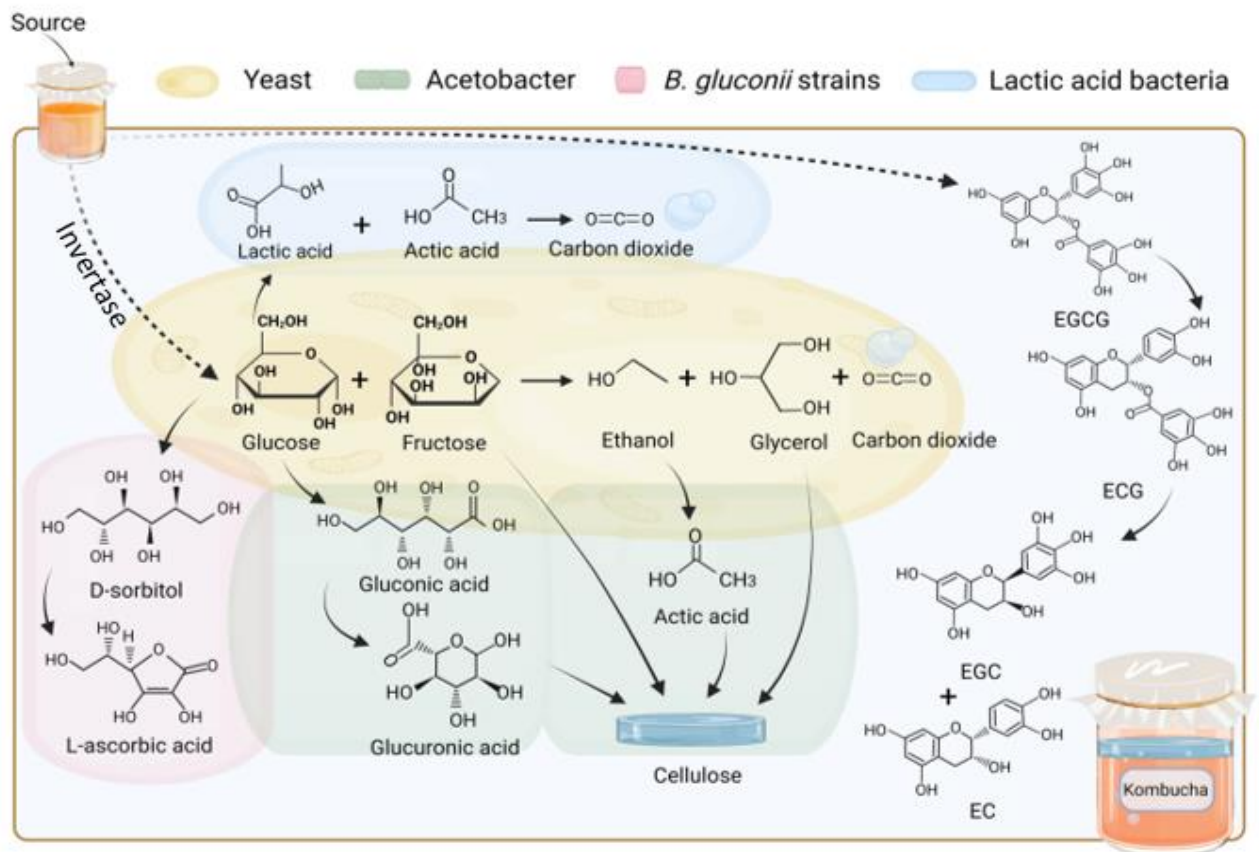
Proses fermentasi dari teh kombucha ini menghasilkan bermacam-macam senyawa penting seperti Polifenol, asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, asam laktat, vitamin B kompleks, vitamin C, enzim dan antibiotik (Naland, 2008). Kandungan-kandungan tersebut dipercaya dapat memiliki efek terhadap kesehatan seperti mengatasi masalah darah

tinggi atau rendah, rematik, kegemukan, arthritis, migraine, diabetes, dan lainnya. Selain itu, kandungan yang terdapat didalam kombucha sangat bermanfaat bagi tubuh manusia sehingga menjadi benteng dari serangan bakteri patogen. Kombucha juga merupakan senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri, yaitu seperti bakteri *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella typhimurium* (Restuati, 2011).

Teh kombucha memiliki kandungan senyawa-senyawa kimia diantaranya sudah teridentifikasi termasuk asam organik (terutama asetat, glukonat, asam glukuronat, sitrat, L-laktat, malik, tartarik, malonik, oksalat, suksinat dan piruvat), gula (sukrosa, glukosa, dan fruktosa), vitamin yang larut dalam air, asam amino, amina biogenik, purin, pigmen, lipid, protein, enzim hidrolitik, etanol, karbon dioksida, polifenol, mineral (mangan, besi, nikel, tembaga, seng), anion (fluorida, klorida, bromida, iodida, nitrat, fosfat, dan sulfat) (Ivanišová et al., 2020). Selain itu, terdapat juga kandungan senyawa kimia lainnya seperti vitamin B (B1/tiamin, B2/riboflavin, B3/niasin, B6/piridoksin, B12/ sianokobalanin, dan vitamin C (Isdadiyanto dkk., 2019). Kombucha dikatakan dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap kanker, mencegah penyakit kardiovaskular, meningkatkan pencernaan, merangsang kekebalan dan mengurangi peradangan. Selain itu, mengandung detoksifikasi hati, antioksidan, polifenol, probiotik dan bentuk bebas asam amino (Lobo et al., 2017).

2.3 Fermentasi Kombucha

Fermentasi adalah proses metabolisme yang terjadi pada organisme seperti bakteri, ragi, dan jamur, di mana mereka menguraikan senyawa organik untuk menghasilkan energi. Fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap mikroorganisme, terutama dalam hal pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan produksi metabolit. Pengaruh fermentasi terhadap mikroorganisme sebagai pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dimana fermentasi memberikan kondisi yang ideal bagi mikroorganisme tertentu seperti bakteri asam asetat dalam pertumbuhan secara aerob yang mengubah etanol menjadi asam asetat dan ragi dalam pertumbuhan secara anaerob menguraikan gula menjadi etanol dan karbon dioksida melalui fermentasi anaerobik. Fermentasi mendorong mikroorganisme menghasilkan metabolit tertentu sebagai produk samping seperti asam asetat, etanol dan karbon dioksida. Selama fermentasi, beberapa mikroorganisme mengubah pH lingkungan mereka. Misalnya, bakteri asam asetat menghasilkan asam asetat, yang menurunkan pH dan menciptakan lingkungan asam yang tidak disukai oleh mikroorganisme patogen. Hal ini membantu mengawetkan makanan serta menurunkan risiko kontaminasi. Jalur Fermentasi Kombucha dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Jalur Fermentasi Kombucha (Jingqian, 2023)

Fermentasi kombucha menggunakan teh dan gula putih sebagai substrat utama. Dalam lingkungan fermentasi bakteriofag seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4, ragi adalah produsen etanol utama, karena mereka menghasilkan enzim hidrolitik (dari kelas fruktosidase) atau yang disebut juga enzim invertase yang merupakan salah satu jenis enzim hidrolase yang dapat menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. kemudian mengalami proses metabolisme yang mengarah pada produksi etanol, gliserol, dan karbon dioksida. Genus ragi *Saccharomyces spp* dapat memanfaatkan glukosa dan menghasilkan etanol melalui jalur glikolitik, sedangkan ragi bersendi *Zygosaccharomyces spp* dapat secara efisien memfermentasi fruktosa untuk menghasilkan etanol. Selain itu, strain ragi tertentu, seperti ragi fisi anggur jagung (*Schizosaccharomyces pombe*), memiliki kemampuan untuk menghasilkan etanol dari asam malat atau *Brettanomyces bruxellensis* dengan adanya peningkatan kadar asam asetat dalam lingkungan aerobik (Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

Selama fermentasi, mikroorganisme berinteraksi satu sama lain, dan etanol yang dihasilkan oleh fermentasi ragi dapat digunakan oleh *Acetobacter* sebagai substrat metabolisme untuk oksidasi menjadi asam asetat. Selain asam asetat, *Acetobacter* selanjutnya dapat memetabolisme glukosa dalam fermentasi untuk menghasilkan asam glukuronat, yang kemudian dimetabolisme menjadi asam glukonat dan diubah menjadi asam glukuronat (Villarreal-Soto *et al.*, 2019). Selain itu, strain *B. gluconii* memiliki kemampuan

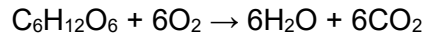
untuk menghasilkan asam L-askorbat, yang biasa dikenal sebagai vitamin C, secara enzimatik dengan memanfaatkan D-sorbitol sebagai senyawa prekursor yang berasal dari glukosa (Mamlouk dan Gullo, 2013). Tergantung pada strain spesifiknya, bakteri asam laktat tertentu mempunyai kemampuan untuk memanfaatkan glukosa baik dalam jalur glikolitik, sehingga menghasilkan produksi asam laktat sebagai metabolit primer, atau jalur pentosa fosfat, yang mengarah pada sintesis asam laktat, etanol, dan etanol. dan karbon dioksida. Namun, jika terdapat fruktosa, produksi asam asetat akan terjadi, bukan etanol (Laureys et al., 2020).

Film selulosa bakteri adalah produk sampingan khas dari fermentasi kombucha, yang dihasilkan oleh bakteri asetat melalui metabolisme alkohol dan dapat dibuang sebagai limbah. *Komagataeibacter spp.* menggunakan glukosa untuk mensintesis selulosa bakteri, dan proses anabolik ini melibatkan sukrosa, etanol, dan gliserol (Chawla et al., 2009; Villarreal- Soto et al., 2019). Fermentasi dan proses metabolisme kombucha dicapai melalui fasilitasi atau pembatasan bersama dalam setiap flora. Efek sinergis dari flora memungkinkan terjadinya sintesis metabolit antimikroba tertentu, akumulasi asam organik yang menyebabkan pH rendah, dan produksi penghalang fisik (membran selulosa), dan faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap hambatan pertumbuhan bakteri di antara pesaing (Villarreal -Soto et al., 2019).

Tahapan fermentasi terbagi dalam dua tahap, diantaranya fermentasi aerob dan anaerob. Tahapan fermentasi pada kombucha terjadi secara aerob dimulai ketika gula akan diubah menjadi H₂O, CO₂, dan energi. Tahapan fermentasi aerob sering dikatakan sebagai masa pertumbuhan yeast. Apabila masa pertumbuhan yeast berakhir yang ditandai dengan habisnya oksigen, maka proses fermentasi anaerob dimulai. Fermentasi aerob terjadi selama proses kombucha berlangsung. Parameter yang tepat untuk proses fermentasi kombucha menentukan kualitas minuman yang diperoleh, termasuk kandungan bahan yang baik (Neffeskińska et al., 2017). Di dalam kondisi aerob dapat dilakukan dengan simbiosis kombucha untuk mengubah gula dan teh dalam waktu 7 hingga 10 hari dalam waktu yang singkat, sehingga menghasilkan minuman berkarbonasi, sedikit asam, dan menyegarkan yang tersusun dari beberapa asam, asam amino, vitamin, dan beberapa enzim hidrolitik (Soto et al., 2018).

Faktor yang mempengaruhi fermentasi, yaitu pH, suhu, waktu fermentasi, substrat dan jumlah oksigen (Soto et al., 2018). Nilai pH yang terlalu tinggi justru dapat mengganggu aktivitas biologis fermentasi mikroba karena asidogen umumnya berfungsi dari pH 4 hingga 8,5. Derajat Keasaman (pH) kombucha yang aman dikonsumsi yaitu tidak boleh <3 (Maspolim et al., 2015). Suhu menjadi faktor yang mempengaruhi fermentasi karena dengan menjaga suhu optimal selama fermentasi menghasilkan pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim yang lebih baik. Oleh karena itu, manfaat fermentasi dapat meningkat. Secara umum, nilai suhu

optimum fermentasi kombucha berkisar antara 22°C hingga 30°C. Suhu naik diatas suhu optimun atau suhu dibawah rata-rata akan mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme akan berhenti dan sel-sel akan mati (Vitas et al., 2013). Jumlah Oksigen dapat mempengaruhi fermentasi, karena fermentasi bersifat aerobik dan membutuhkan sejumlah oksigen. Stoikiometri respirasi merupakan jumlah, maka oksidasi glukosa dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut:



Fermentasi teh Kombucha biasanya berkisar antara 7 hingga 10 hari dan aktivitas biologis dapat meningkat selama proses tersebut. Meskipun sebagian besar aktivitas antioksidan yang diperoleh telah meningkat seiring dengan waktu inkubasi. Pemilihan durasi periode fermentasi juga bergantung pada karakteristik berupa rasa dan warna. Fermentasi kombucha yang baik dikonsumsi tidak lebih dari 10 hari. Fermentasi yang berkepanjangan tidak disarankan karena penumpukan asam organik, yang dapat mencapai tingkat kerusakan sehingga kurang baik untuk konsumsi.

2.4 Nilai pH Kombucha Daun Pandan

Derajat Keasaman (pH) kombucha yang aman dikonsumsi yaitu tidak boleh <3. Apabila nilai pH<3 maka minuman kombucha perlu diencerkan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. pH mengalami penurunan selama fermentasi. Penurunan pH akibat adanya substrat gula yang berubah menjadi produk berupa alkohol dan asam organik. Adanya asam-sama organik hasil metabolit bakteri dan khamir yang dibunakan sebagai kultur, semakin tinggi sehingga menghasilkan pH rendah. Menurut Greenwalt *et al.*, (1998) menyatakan bahwa adanya aktivitas bakteri dapat membentuk asam-asam yang menyebabkan pH turun.

Penurunan pH kombucha yang terjadi diduga disebabkan oleh peningkatan konsentrasi asam asetat selama proses fermentasi. Asam asetat yang terlarut akan melepaskan proton yang menyebabkan penurunan pH. Selain asam asetat, proses fermentasi kombucha juga menghasilkan asam-asam organik lain yang juga dapat menyebabkan penurunan pH. Penurunan nilai pH dalam fermentasi akan mendukung kehidupan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam kultur kombucha untuk melangsungkan aktivitas metabolismenya. Asam asetat yang terlarut akan terdisosiasi untuk melepaskan proton-proton bebas yang menurunkan pH larutan. Semakin lama fermentasi menunjukkan terjadinya penurunan pH kombucha mengindikasikan adanya aktivitas metabolisme dari bakteri dan khamir. Selama fermentasi terjadi perombakan sukrosa menjadi alkohol dan juga terbentuknya asam organik lainnya oleh bakteri. Asam akan melepas proton sehingga nilai pH menjadi rendah (Al-Yousef, 2017)

2.5 Total Asam Kombucha Daun Pandan

Pada sampel dengan perlakuan lama fermentasi dalam pembuatan kombucha menunjukkan semakin lama waktu fermentasi maka pH semakin menurun dan meningkatkan kadar total asam. Total asam pada kombucha semakin meningkat dengan waktu fermentasi 4-14 hari. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi, khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukoronat oleh karena itu terjadi peningkatan kadar asam-asam organik. Sehingga semakin tinggi asam organik yang terdapat dalam kombucha maka semakin tinggi pula total asamnya. Semakin lama waktu fermentasi, maka akan semakin banyak asam asetat yang terbentuk sebagai hasil metabolisme *Acetobacter Xylinum*. Semakin lama fermentasi, maka hasil fermentasi akan semakin asam (Simanjuntak, 2016).

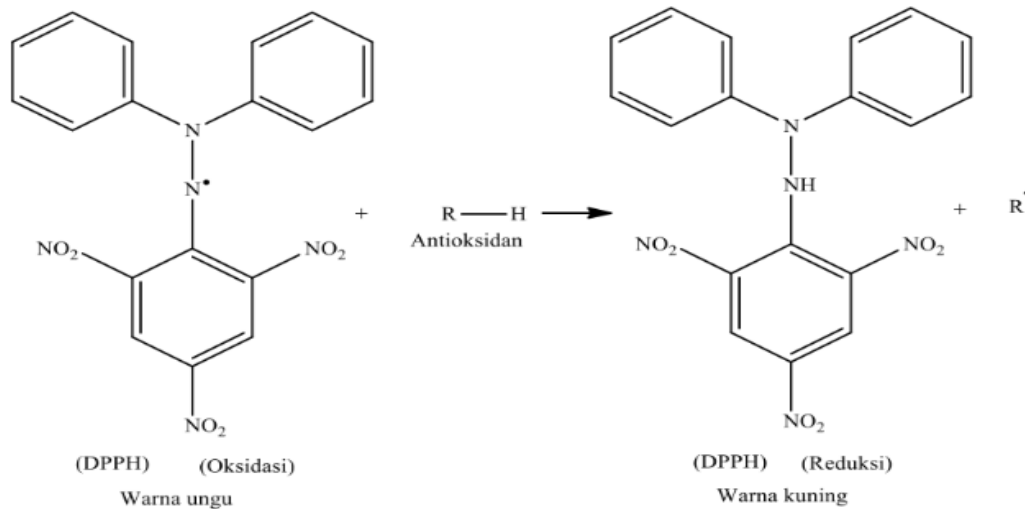
Analisa total asam tertitrisasi merupakan analisis jumlah asam yang terkandung dalam suatu larutan, Dimana pada uji ini mengacu pada total presentase asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asam asetat selama proses fermentasi. Asam asetat merupakan metabolit primer yang dihasilkan dalam proses fermentasi. Pengukuran total asam tertitrisasi didasarkan pada komponen asam yang terdapat di dalam larutan, baik yang terdisosiasi maupun yang tidak terdisosiasi. Pada pengukuran titik akhir titrasi (TAT) nilai yang terukur adalah asam-asam yang terdisosiasi dan asam-asam yang tidak terdisosiasi. Titik akhir titrasi menentukan konsentrasi ion hydrogen yang didapatkan dalam larutan garam asam dan basa pada konsentrasi khusus yang dibentuk dalam larutan (Wahyudi, 2019)

2.6 Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan

Daun pandan wangi mengandung zat kimia yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan polifenol yang berperan sebagai antioksidan alami (Margaretta *et al.*, 2011). Antioksidan yang terkandung dalam Pandan berfungsi sebagai faktor pelindung kesegaran tubuh. Semakin tinggi senyawa fenolik yang terkandung, maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Proses fermentasi oleh bakteri dan khamir akan meningkatkan jumlah fenol di dalam teh sehingga meningkatkan aktivitas antioksidannya (Khaerah, 2023)

Menurut Jaya, dkk. (2009) Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Metode DPPH ini dipilih karena sederhana, sensitif terhadap sampel dengan konsentrasi yang kecil, mudah, cepat dan membutuhkan sampel yang sedikit. Hasil uji antioksidan akan dinyatakan dalam bentuk nilai IC50 yang dihitung berdasarkan persamaan regresi (Kumaradewi *et al.*, 2021). Prinsip kerja metode DPPH adalah adanya atom hidrogen dari senyawa antioksidan yang berikatan dengan elektron bebas pada senyawa radikal sehingga menyebabkan perubahan dari radikal bebas (*diphenylpicrylhydrazyl*) menjadi senyawa non-radikal (*diphenylpicrylhydrazine*). Hal ini

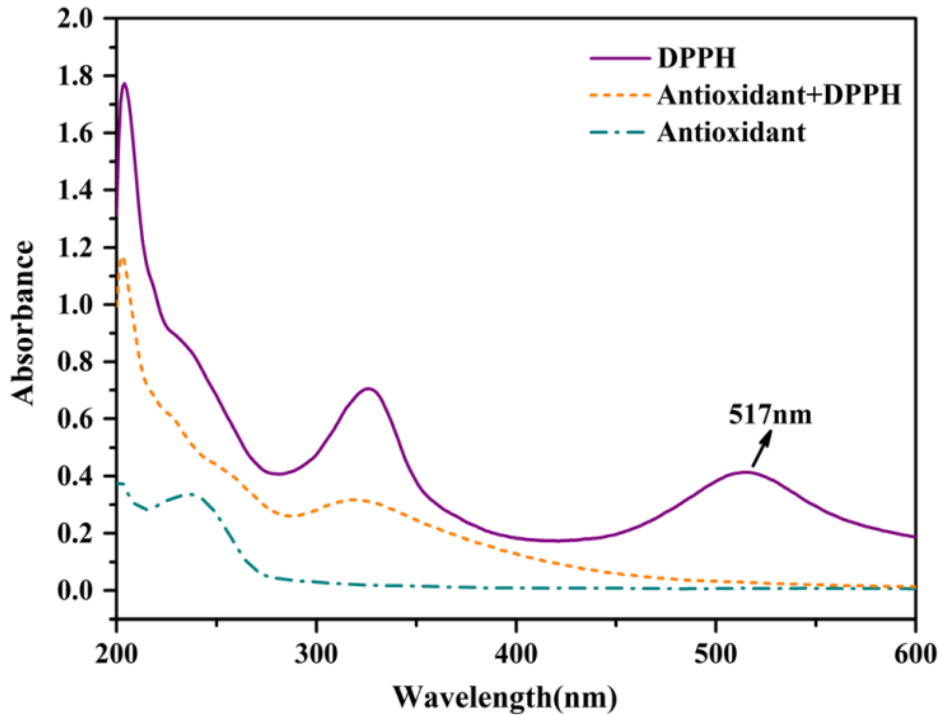
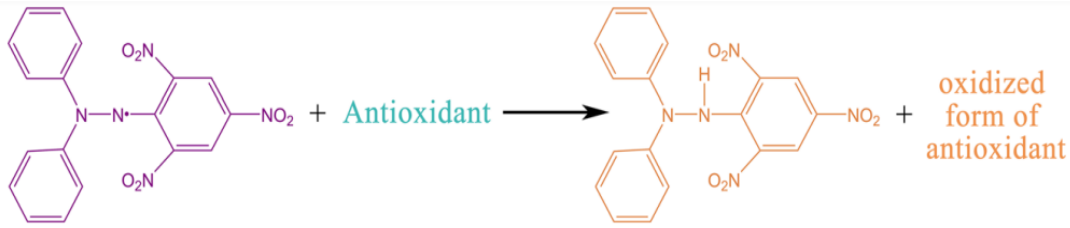
ditandai dengan perubahan warna dari ungu menjadi kuning (senyawa radikal bebas tereduksi oleh adanya antioksidan) (Setiawan *et al.*, 2018). Reaksi reduksi DPPH dengan senyawa antioksidan dapat di lihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Reaksi Reduksi DPPH dengan senyawa antioksidan (Tristatini, *et.al.*, 2017)

Metode DPPH memberikan informasi reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil karena terjadi delokalisasi elektron cadangan di atas molekul secara keseluruhan sehingga molekul tidak terdimerisasi, seperti kebanyakan radikal bebas lainnya. Delokalisasi tersebut membentuk serapan kuat pada panjang gelombang 520 nm dengan warna ungu gelap (Kedare, 2011) Ketika DPPH dicampur dengan senyawa yang dapat mendonorkan elektron, terjadi peningkatan bentuk tereduksi dari DPPH, yaitu *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* yang mengakibatkan hilangnya warna ungu dan berubah menjadi terbentuk warna kuning pucat. Hilangnya warna tersebut diakibatkan karena elektron telah berpasangan, dimana hilangnya warna sebanding dengan jumlah elektron yang diambil (Sunarni dkk., 2007).

Aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yang diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Spektra hasil UV-Vis. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) berdasar pada serapan cahaya, dimana atom dan molekul berinteraksi dengan cahaya (Iqbal dkk., 2016). Gabungan antara prinsip spektrofotometri Ultraviolet dan visible disebut spektrofotometer Ultraviolet-visible (UV-Vis). Sumber UV dan visible adalah dua sumber sinar yang berbeda yang digunakan pada instrumen ini. Spektrofotometri UV-Vis berdasar pada hukum Lambert-Beer. Jika sinar monokromatik melewati suatu senyawa maka sebagian sinar akan diabsorpsi, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi akan dipancarkan. Panjang gelombang pada daerah ultraviolet adalah 180 nm–380 nm, sedangkan pada daerah visible adalah 380 nm–780 nm (Warono dkk., 2013). Spektrum UV-vis DPPH menunjukkan penurunan serapan pada 530 nm seiring dengan peningkatan konsentrasi antioksidan ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Spektra Ultraviolet-Visible UV-Vis DPPH (Fang, 2017)

2.7 Organoleptik Kombucha

Uji organoleptik merupakan pengujian yang dilakukan berdasarkan dengan alat indra seperti mata, lidah, hidung dan sentuhan tangan (Jamilah, 2019). Pada uji ini dilakukan penilaian berdasarkan parameter suatu produk seperti tekstur, warna, bentuk, aroma dan rasa. (Jamilah, 2019). Pengujian organoleptik berperan dalam pengembangan produk, karena dapat menjadi bahan evaluasi produk (Ayustaningwarno & Fitriyono, 2014). Untuk melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panel yang bertindak sebagai alat untuk menilai suatu produk. Anggota panel disebut panelis yang terdiri dari orang atau kelompok. Metode pengujian organoleptik yaitu uji hedonik yang meliputi warna, aroma dan rasa. Di mana panelis diminta untuk menyatakan pendapat tentang tingkat kesukaan atau ketidak sukaan terhadap produk pangan yang diujikan, serta panelis diberi kesempatan untuk menilai atau mengukur bentuk perlakuan mana yang lebih disukai, yang biasa ditemukan dalam skala hedonik.

2.7.1 Warna

Warna merupakan sensori yang dapat dilihat langsung oleh panelis. Penentuan mutu dapat

bergantung pada warna yang dimilikinya, karena dapat memberi kesan tersendiri oleh panelis. Warna merupakan komponen penting yang dapat menarik perhatian panelis. Warna kombucha disebabkan oleh polifenol yang diekstrak dari teh. Semakin lama fermentasi maka kombucha akan semakin keruh dan warna semakin pudar (Bishop *et al.*, 2022).

2.7.1 Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Aroma merupakan salah satu sensori yang dapat menentukan mutu karena memiliki kolerasi terhadap rasa suatu produk. Seperti minuman fermentasi lainnya, bahan baku (teh) dan mikroba (ragi dan bakteri) akan mempengaruhi aroma pada minuman fermentasi yang dihasilkan. Minuman kombucha sering dinilai memiliki aroma yang asam (Bishop *et al.*, 2022).

2.7.2 Rasa

Rasa makanan dapat dikenali dan dibedakan oleh papilia yaitu noda merah jingga pada lidah (Ilahi, 2019). Untuk mengetahui rasa suatu produk harus dicicipi terlebih dahulu agar dapat mengetahui rasa pada suatu produk. Rasa terdiri dari asin, masam, pahit dan manis. Fermentasi kombucha menghasilkan asam organik. Pada kombucha asam organik sering digambarkan sebagai rasa asam atau masam ketika ditemukan dalam minuman. Asam organik menghasilkan sedikit rasa pahit dan sepat. Namun, asam organik bukanlah penyumbang utama rasa pahit yang dirasakan konsumen saat mengonsumsi kombucha (Bishop *et al.*, 2022).

2.7.3 Tekstur

Teh kombucha yang telah difermentasi akan menghasilkan cairan yang keruh dan terdapat partikel partikel yang disebabkan oleh padatan tersuspensi (koloid). Partikel yang tersuspensi dapat terdiri dari mikroorganisme atau molekul besar yang ukurannya berkisar antara 1 hingga 1000 nm (Petrucci, 2011). Koloid pada kombucha ini merupakan campuran dari protein agregat, polivenol dan serat selulosa yang diproduksi oleh bakteri asam asetat selama proses fermentasi (Zhang, 2018).

2.8 Standar Mutu Internasional Kombucha

Meskipun pengujian pangan tidak dapat menjamin mutu dan keamanan pangan, pengujian dapat meningkatkan keyakinan akan keamanan, pangan terutama apabila GMP (Good Manufacturing Practice) dan HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) telah diaplikasi. Akan tetapi, mikroba umumnya tidak terdistribusi secara homogen dalam pangan, sehingga pengambilan sampel yang tidak acak atau terlalu kecil dapat mengakibatkan kesalahan positif maupun negatif. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan rencana sampling dan prosedur analisis yang tepat untuk memperoleh kinerja yang baik.

Baku mutu minuman fermentasi kombucha disesuaikan dengan minuman probiotik yogurt karena belum ada SNI khusus yang mengatur standar minuman kombucha. Standar mutu minuman fermentasi harus memiliki persyaratan kualitas khusus yang telah ditentukan dalam Tabel 2.3 berikut

Tabel 2.3 Standar Mutu Minuman Fermentasi menurut SNI

Parameter	SNI
Protein (%)	Minimal 3,5
Lemak (%)	Maksimal 3,8
Kadar Abu	Maksimal 1,0
pH	3-3,5
Total Bakteri Asam Asetat (CFU/mL)	$0,1 \times 10^8$
Total Asam (%)	0,5-2,0

(Standar Nasional Indonesia 2981, 2009)

Menurut draft uganda standart (2018), kombucha harus memiliki persyaratan kualitas khusus yang telah ditentukan dalam Tabel 2.4 berikut

Tabel 2.4 Persyaratan kualitas kombucha

Karakteristik	Persyaratan		Metode pengujian
	Kombucha tidak beralkohol	Kombucha beralkohol	
Kandungan alkohol, (% v/v), max	0,5	0,5-15	US EAS 104
Keasaman sebagai asam asetat	Maksimal 2 (g/L)		US ISO 1842
Keasaman sebagai asam laktat	Maksimal 15 (g/L)		US ISO 150
Total gula sebagai gula invert	Maksimal 50(g/L)		US EAS 104

Sumber : (Uganda National Bureau of Standards, 2018)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aktivitas biologi kombucha yaitu antioksidan, antimikroba, antidiabetes, antikanker, hepaprotektif dan antiinflamasi. Namun pengujian tersebut baru pada hewan uji atau in vitro secara laboratorium. Penelitian tentang hasil aktivitas biologi langsung secara klinis pada manusia sangat susah ditemukan. U.S. Food and Drug Administration and Kappa Laboratories, Miami, Florida, U.S.A melakukan pengujian secara biologi dan kimia serta melaporkan bahwa teh kombucha aman di konsumsi oleh manusia. Pengujian efek toksik teh kombucha pada tikus selama 90 hari menunjukkan tidak ada efek toksik pada tikus. Walaupun teh kombucha aman dikonsumsi, jika proses pembuatan kombucha tidak melalui proses yang standar serta menggunakan alat dan bahan yang tidak sesuai akan berdampak negatif bagi orang yang mengkonsumsinya.

Bahan baku utama dalam membuat teh kombucha, antara lain air, gula pasir, daun pandan dan starter. Air yang digunakan dalam proses pembuatan kombucha adalah air minum dalam kemasan yang bernomor SNI 01-3553-2006. Pemerintah telah mengeluarkan peraturan menteri terkait pemberlakuan penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) Gula secara wajib diantaranya SNI 3140.3:2010/Amd1:2011 Gula Kristal Putih (GKP) sesuai Peraturan Menteri Pertanian No. 68/Permentan/Ot.140/6/2013. SNI 3140.1:2001 Gula Kristal Mentah (GKM)

sesuai Keputusan Menteri Pertanian Nomor 03/Kpts/ KB.410/1/2003. SNI 3140.2:2006 Gula Kristal Rafinasi (GKR) sesuai Peraturan Menteri Perindustrian No. 83/M-Ind/Per/11/2008. Kadar air daun Pandan kering harus memenuhi SNI 01-3836-2013 (< 8 untuk standar mutu daun kering). Total gula minuman serbuk kombucha memenuhi standar SNI 01-4320- 1996 yaitu jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa) maksimal 85%. Total gula minuman serbuk kombucha memenuhi standar SNI 01-4320- 1996 yaitu jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa) maksimal 85%. Data total mikroba harus memenuhi standar SNI tahun 2005 yaitu jumlah maksimum koloni dalam produk pangan sebesar $5,0 \times 10^5$.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2024, berlokasi di Laboratorium Biokimia, Prog Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Jawa Timur

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan teh kombucha daun pandan yaitu timbangan digital, cawan petri, beaker glass 500 mL, gelas beker 100 mL, erlenmeyer 250 mL, toples kaca 500 mL, spatula, termometer, loyang, kain penutup, karet gelang, kompor, pisau, talenan, oven, saringan, pipet volume, gelas ukur 25 mL, labu ukur 100 mL, mikro pipet, buret, statif, pH meter, aluiniumfoil, plastik *warp*, oven, *autoklaf*, dan spektrofotometer uv-vis

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan teh kombucha daun pandan, air mineral 250 mL, simplisia daun pandan 5 g, gula pasir 25 g (10% b/v), SCOBY 7,5 g, starter kombucha 25 mL, DPPH, larutan NaOH 0,1 M, aquades, dan phenolphthalein.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu lama fermentasi (3, 6, 9, 12 dan 15 hari) dan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu karakteristik kimia meliputi nilai pH dan total asam. Serta dilakukan analisis antioksidan pada kombucha daun pandan.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pembuatan kombucha daun pandan
3. Pengukuran nilai pH
4. Pengukuran total asam
5. Uji aktivitas antioksidan
6. Uji Organoleptik
7. Analisis data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan

Langkah pertama yaitu dilakukan sterilisasi alat dengan mencuci bersih peralatan yang akan digunakan kemudian dibungkus dengan plastik tahan panas dan sterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit (Herwin,2013) Selanjutnya dilakukan sortasi daun pandan. Daun pandan yang digunakan dalam prosedur ini diambil dari daerah pemukiman kota Batu, Kelurahan Junrejo, Kecamatan Junrejo, Jawa Timur. Tanaman di daerah ini bukan merupakan tanaman yang dibudidayakan, melainkan hanya dibiarkan tumbuh sebagai pohon di pekarangan, sehingga tidak ada perawatan khusus yang diterima oleh tanaman ini.

Pada penelitian yang akan dilakukan, digunakan daun pandan wangi yang sudah tua. Selanjutnya dilakukan proses sortasi dengan hanya memilih daun yang segar tanpa adanya kerusakan fisik. Daun pandan yang sudah disortasi dibersihkan menggunakan air bersih yang mengalir. Kemudian daun pandan yang telah bersih dioven pada suhu 50°C selama 2 hari (Purwanti *dkk.*, 2018).

3.5.2 Pembuatan Kombucha Daun Pandan

Menurut (Zubaidah,2019) tahapan pembuatan kombucha dilakukan dengan mengekstraksi 5 g simplisia daun pandan dalam 250 mL air mendidih selama 10 menit. Kemudian campuran hasil teh daun pandan disaring. Setelah itu, ditambahkan masing-masing gula 10% (b/v). Kemudian diaduk hingga suhu turun sekitar 25-29°C. Setelah itu larutan teh manis daun pandan dimasukkan ke dalam toples kaca dan starter kombucha ditambahkan sebanyak 10% (b/v). Selepas itu, toples ditutup menggunakan kain yang diikat dengan karet di bagian leher toples kaca, tujuannya untuk mencegah kontaminasi debu namun tetap memungkinkan masuknya udara. Lalu toples disimpan di dalam ruangan yang terhindar dari sinar matahari dan terhindar dari guncangan. Kemudian disimpan sesuai perlakuan yaitu 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari fermentasi.

3.5.3 Pengukuran Nilai pH (Afifah, 2010)

Alat pH meter dinyalakan, dimasukkan elektroda kedalam larutan buffer 4,01 dan dibiarkan sampai stabil. Elektroda dibilas dengan menggunakan aquades kemudian dikeringkan. Dimasukkan elektroda ke dalam larutan buffer 6,86 dan dibiarkan sampai stabil. Elektroda dibilas dengan menggunakan aquades kemudian dikeringkan. Dimasukkan elektroda kedalam larutan sampel dan dibiarkan sampai stabil (2-3 menit), Dicatat nilai pH yang tertera pada layar

3.5.4 Pengukuran Total Asam (Puspaningrum, 2022)

Sebanyak 10 g sampel dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu dihomogenkan dan disaring. Filtrat diambil 10 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan indikator phenolphthalein 2 tetes. Dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda dan warna tersebut tidak berubah selama 30 detik. Jumlah larutan NaOH 0,1 N yang dibutuhkan untuk mentitrasi sampel dicatat. Perhitungan total asam dilakukan dengan menggunakan rumus yaitu :

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{V \text{ NaOH (mL)} \times N \times BE}{\text{massa sampel(g)} \times 1000} \times Fp \times 100\%$$

Keterangan:

V NaOH = Volume NaOH yang habis digunakan untuk titrasi (mL)

N = Normalitas NaOH 0,1 N

BE = Berat Ekuivalen CH₃COOH (60,05 g/mol)

Fp = Faktor Pengenceran

3.5.5 Uji Aktivitas Antioksidan Kombucha

3.5.6.1 Pembuatan Stok Larutan *Diphenyl Picrylhydrazyl* (DPPH)

Pembuatan larutan DPPH dilakukan berdasarkan metode DPPH Mohsin *et al.*, (2022) yang dimodifikasi. Serbuk DPPH ditimbang sebanyak 2,5 mg kemudian dilarutkan menggunakan metanol p.a dalam labu ukur 50 mL dan dihomogenkan. Selanjutnya larutan dipindahkan dalam botol gelap yang telah ditutupi menggunakan aluminium foil.

3.5.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Penentuan panjang gelombang serapan maksimum DPPH dilakukan dengan dipipet metanol p.a sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan DPPH sebanyak 3 mL ditutup tabung reaksi dengan aluminium foil, kemudian dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, lalu dituang ke dalam kuvet dan diukur pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Zhang *et al.*, 2024).

3.5.6.3 Pembuatan Larutan Blanko

Pembuatan larutan blanko dilakukan dengan dipipet metanol p.a sebanyak 4 mL dalam tabung reaksi lalu ditutup dengan aluminium foil. Kemudian dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Selanjutnya dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis pada λ maks yang telah diperoleh (Zhang *et al.*, 2024).

3.5.6.4 Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Sampel

Penentuan daya antioksidan ini menggunakan metode DPPH dengan cara kombucha daun pandan hasil fermentasi sebanyak 10 mL dimasukkan kedalam tube dan disentrifuge pada suhu 4°C selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm, kemudian diambil 1 mL filtrat sampel ditambah dengan 3 mL DPPH (200µM), kemudian divorteks dan diinkubasi dalam tempat gelap pada suhu 37°C selama 30 menit. diukur absorbansi dengan panjang gelombang $\lambda=514$ nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data hasil pengukuran absorbansi dianalisa persentase aktivitas antioksidannya menggunakan persamaan berikut (Zhang et al., 2024).

$$\%inhibisi = \frac{absorbansi\ kontrol - absorbansi\ sampel}{absorbansi\ kontrol} \times 100$$

3.6 Uji Organoleptik Kombucha

Sampel dilakukan uji kesukaan untuk menunjukkan hasil pengukuran objektif panelis terhadap atribut sensori suatu produk. Atribut sensori yang dianalisa pada uji organoleptik menggunakan sistem indera manusia meliputi rasa (pengecap), warna (penglihatan), aroma (penciuman) dan tekstur (peraba). Pengujian ini dilakukan menggunakan uji organoleptik dengan metode uji hedonik terhadap teh kombucha daun Pandan. Pengujian hedonik dapat dilakukan bersamaan di hari terakhir perlakuan. Pengujian dilakukan dengan 20 orang panelis tidak terlatih. Kemudian panelis menilai pada form yang telah disediakan dan memberikan tanggapan tentang produk yang telah dibuat. Skala hedonik ditransformasi kedalam skala numerik menurut tingkat kesukaan panelis mulai dari angka terkecil hingga angka terbesar (Retnowati dan Joni, 2014). Penelitian ini menggunakan 5 skala hedonik mulai dari sangat tidak suka (skor = 1), tidak suka (skor = 2), suka (skor = 3), agak suka (skor = 4), dan sangat suka (skor = 5). Pengolahan data dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh aspek yang sama dalam masing masing variasi lama fermentasi. Variasi lama fermentasi yang memiliki nilai terbesar merupakan lama fermentasi yang paling disukai panelis.

3.7 Analisis data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis kuantitatif atau data yang menggunakan angka. Analisis kuantitatif yang digunakan jenis statistik induktif yang artinya sudah ada upaya untuk mengadakan penarikan kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Analisis yang digunakan yaitu ANOVA faktorial (Muhson, 2006). ANOVA faktorial merupakan uji yang dilakukan lebih dari satu faktor yang dipertimbangkan.

Data yang diperoleh dari penelitian ini meliputi Nilai pH, Total asam, dan aktivitas antioksidan dengan fermentasi yaitu 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 hari. Kemudian dibuat Tabel data seperti pada Tabel 3.1. Data tersebut kemudian dilakukan pengolahan data dengan oneway Anova yang dianalisis menggunakan SPSS 24. Dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.

Tabel 3.1 Data penelitian

Lama Fermentasi (Hari)	Parameter			
	pH	Total Asam(%)	Aktivitas Antioksidan(%)	Organoleptik
3	P ₁ F ₁	P ₂ F ₁	P ₃ F ₁	P ₄ F ₁
6	P ₁ F ₂	P ₂ F ₂	P ₃ F ₂	P ₄ F ₂
9	P ₁ F ₃	P ₂ F ₃	P ₃ F ₃	P ₄ F ₃
12	P ₁ F ₄	P ₂ F ₄	P ₃ F ₄	P ₄ F ₄
15	P ₁ F ₅	P ₂ F ₅	P ₃ F ₅	P ₄ F ₅

Keterangan :P₁ = Perlakuan uji total asamP₂ = Perlakuan uji pHP₃ = Perlakuan uji aktivitas antioksidanP₄ = Perlakuan uji organoleptikF₁ = Perlakuan pertama fermentasi hari ke 3F₂ = Perlakuan kedua fermentasi hari ke 6F₃ = Perlakuan ketiga fermentasi hari ke 9F₄ = Perlakuan keempat fermentasi hari ke 12F₅ = Perlakuan kelima fermentasi hari ke 15

Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali ulangan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

Preparasi sampel bertujuan untuk mempersiapkan bahan yang akan digunakan dalam analisis. Pembuatan kombucha pada penelitian ini menggunakan bahan utama daun pandan yang diambil dari daerah pemukiman Kota Batu, Kelurahan Junrejo, Kecamatan Junrejo, Jawa Timur. Daun pandan diambil pada daerah ini karena terdapat ketersediaan yang melimpah di Desa Junrejo, Kota Batu. Daun pandan digunakan karena memiliki kandungan metabolit sekunder yang bermanfaat untuk tubuh. Pada penelitian ini digunakan daun pandan wangi yang sudah tua, hal ini dikarenakan semakin tua umur tanaman maka semakin terakumulasi senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya.

Proses sortasi pada tanaman pandan bertujuan untuk menyeleksi tanaman dengan kualitas terbaik yang akan digunakan. Daun pandan dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan debu dan pengotor yang dapat menghambat proses fermentasi dan analisis yang akan dilakukan. Daun pandan yang sudah di cuci lalu ditiriskan agar air sisa pencucian tidak menghambat proses pengeringan selanjutnya. Didapatkan berat daun pandan segar yang sudah dibersihkan sebesar 1,63 kg. Daun pandan yang sudah ditiriskan kemudian dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dengan tujuan agar mempermudah dalam proses pengeringan dengan oven.

Proses selanjutnya dilakukan pengeringan, penyerbukan dan uji kadar air daun pandan yang dilakukan di UPT Laboratorium Materia Medica Batu. Daun pandan yang telah bersih dioven pada suhu 50 °C selama 2 hari. Pengeringan sampel bertujuan untuk dapat mengurangi kadar air yang terdapat di dalam sampel, sehingga dapat mencegah kemungkinan rusaknya senyawa akibat aktivitas antimikroba sehingga sampel dapat disimpan dalam kurun waktu yang cukup lama. Pada proses pengeringan dengan oven digunakan suhu 50 °C karena pada suhu tersebut merupakan suhu optimum untuk pemanasan daun pandan dengan menggunakan oven, sehingga senyawa aktif dalam daun pandan tidak hilang karena proses pemanasan Purwanti (2018). Pada penelitian yang dilakukan Dewi (2022) pengeringan teh herbal bubuk daun pohpohan dengan perlakuan suhu 40, 50 dan 60 °C didapatkan hasil pada pengeringan 50 °C merupakan perlakuan terbaik. Setelah daun pandan kering, kemudin simplisia dihaluskan dalam bentuk serbuk seperti pada Gambar 4.1. Dihaluskan dalam bentuk serbuk dengan tujuan agar mempermudah saat proses ekstraksi. Diperoleh hasil penyerbukan simplisia daun pandan sebesar 340 g. Kemudian diuji kadar air nya dan didapatkan kadar air pada serbuk daun pandan sebesar 4,13%. Fungsi dari uji kadar air adalah untuk menentukan kualitas dan ketahanan pangan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Berdasarkan SNI teh kering dalam kemasan 3836-2013 kadar air pada produk teh herbal bubuk memiliki nilai maksimal adalah 8% (Standar Nasional Indonesia 3836, 2013). Dengan demikian kadar air

yang dimiliki teh herbal bubuk daun pandan perlakuan suhu 50°C dengan waktu pengeringan 2 hari memiliki kadar air yang masih termasuk dalam katagori kadar air teh herbal bubuk yang ditetapkan oleh SNI.



Gambar 4.1 Serbuk Daun Pandan

Alat gelas yang digunakan dicuci menggunakan sabun hingga bersih untuk menghilangkan pengotor kemudian dikeringkan. Alat gelas yang sudah kering kemudian disterilkan menggunakan *autoclave*. Tujuan sterilisasi adalah untuk membunuh mikroorganisme yang berada pada alat karena dapat menyebabkan kontaminasi dan mempengaruhi hasil akhir penelitian. Sterilisasi merupakan suatu proses untuk membunuh semua jasad renik yang ada, sehingga jika ditumbuhkan di dalam suatu medium tidak ada lagi jasad renik yang dapat berkembang biak. Sterilisasi harus dapat membunuh jasad renik yang paling tahan panas yaitu spora bakteri. Sterilisasi menggunakan *autoclave* berdasarkan pada prinsip penguapan air bertekanan tinggi untuk mensterilkan alat. Pada sterilisasi menggunakan *autoclave* ini digunakan suhu 121°C yang menghasilkan tekanan sebesar 15-17,5 psi yang mana pada kondisi tersebut mikroorganisme dapat mati. Alasan digunakan suhu 121°C karena air mendidih pada suhu tersebut. Kondisi tersebut merupakan kondisi yang baik untuk sterilisasi karena dapat membunuh sebagian besar bakteri, jamur, dan menonaktifkan virus (Istini, 2020).

4.2 Pembuatan Kombucha Daun Pandan

Pembuatan kombucha daun pandan bertujuan untuk memproduksi minuman teh fermentasi yang menghasilkan asam asetat, antioksidan dan beberapa metabolit lainnya oleh bakteri dan yeast dalam fase eksponensial yang nantinya digunakan sebagai sampel yang siap digunakan untuk proses analisis. Teh Kombucha dibuat dengan prinsip fermentasi teh manis oleh koloni bakteri dan ragi. Dalam pembuatan kombucha, media merupakan sumber nutrisi yang dibutuhkan bakteri selama proses fermentasi. Teh manis merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri asam asetat dan khamir serta dapat memberikan hasil yang baik dalam proses fermentasi kombucha. Dalam pembuatan media ini digunakan teh daun pandan dan gula. Penambahan gula berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi mikroba yang

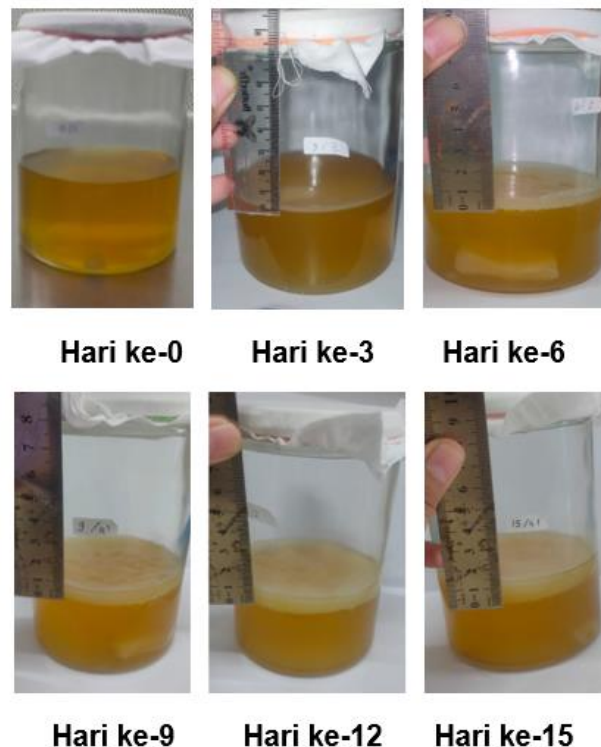
digunakan dalam fermentasi kombucha dimana ragi mengubah gula menjadi etanol dan karbondioksida melalui proses fermentasi. Digunakan daun pandan karena kandungan polifenol pada daun pandan merupakan agen antioksidan yang menjadikan nilai tambah nutrisi pada minuman kombucha. Prinsip kerja pada fermentasi kombucha adalah memfermentasi larutan teh manis dengan menggunakan starter mikrobial kombucha *Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir yang merupakan organisme tingkat rendah dengan cara memecah bahan yang tidak mudah dicerna seperti selulosa menjadi gula sederhana yang mudah dicerna dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan berbagai jenis asam, vitamin, dan alkohol yang berkhasiat bagi tubuh (Ardheniati, 2009).

Pada penelitian ini, dalam 1 kali produksi menghasilkan minuman kombucha 7 toples sekaligus. Pembuatan kombucha diawali dengan ekstraksi teh daun pandan. Ekstraksi pada penelitian ini menggunakan metode infusa. Infusa adalah metode ekstraksi sediaan cair yang dibuat dengan menyari simplisia nabati menggunakan pelarut air dengan suhu 96 – 98 °C selama 15 – 20 menit dihitung setelah suhu 96 °C tercapai (Aprilyanie, 2023). Proses ekstraksi pada penelitian ini dilakukan dengan cara menimbang 40 g simplisia daun pandan kemudian dimasukkan dalam 2000 mL air lalu dipanaskan hingga mendidih. Digunakan air 2000 mL karena pada proses ekstraksi terjadi penguapan air yang mengakibatkan volume air berkurang, sehingga air diletakkan agar dapat menghasilkan 7 toples kombucha. Serbuk daun pandan diekstrak hingga mendidih agar kandungan senyawa aktif dalam simplisia daun pandan dapat terekstrak dengan baik, sehingga didapatkan senyawa zat aktif yang mudah larut pada suhu tinggi, seperti alkaloid, tanin, flavonoid, dan berbagai senyawa fitokimia lainnya.

Setelah proses ekstraksi kemudian campuran hasil ekstraksi infusa teh daun pandan disaring menggunakan kain bersih untuk menghilangkan pengotor dan untuk memisahkan ampas atau residu simplisia dari cairan ekstrak yang mengandung zat aktif, sehingga menghasilkan ekstrak yang lebih murni dan siap digunakan untuk analisis lebih lanjut. Kemudian diambil larutan ekstrak pandan sebanyak 1750 mL dan ditambahkan gula sebanyak 175 g (10% b/v), dalam proses fermentasi kombucha harus ditambahkan gula sebagai sumber karbonnya yang berperan sebagai sumber makanan bakteri probiotik dan ragi yang terdapat di dalam SCOBY (*Symbiotic Coloni of Bacteria and Yeast*) Gula yang biasa digunakan adalah gula pasir sebanyak 10 %- 20 % (Yusmita, 2023). Kemudian diaduk hingga suhu turun sekitar 25-29°C, hal ini karena khamir dan bakteri dalam starter kombucha dapat tumbuh pada suhu tersebut. Setelah itu larutan teh manis daun pandan dimasukkan ke dalam 7 toples kaca yang masing masing berisi 250 mL teh kombucha dan diberi label Kontrol teh, 3, 6, 9, 12, dan 15 Hari penggunaan toples kaca dipilih karena tidak reaktif, dapat menahan tekanan karbonasi, dan tidak mengeluarkan bahan kimia ke dalam minuman. Kemudian starter kombucha ditambahkan sebanyak 25 mL (10% b/v) pada masing masing toples, penambahan starter kombucha berfungsi sebagai sediaan bakteri dan ragi hidup yang dibutuhkan selama proses

fermentasi. Selepas itu, toples ditutup menggunakan kain yang diikat dengan karet di bagian leher toples kaca, tujuannya untuk mencegah kontaminasi debu namun tetap memungkinkan masuknya udara. Lalu toples disimpan di dalam ruangan yang terhindar dari sinar matahari dan terhindar dari guncangan. Kemudian disimpan sesuai perlakuan yaitu 3, 6, 9, 12, dan 15 hari fermentasi.

Kombucha daun pandan yang didapatkan setelah prose fermentasi hari ke 0 hingga hari ke 15 terdapat penebalan SCOBY seiring lama waktu fermentasi dapat diamati pada Gambar 4.2. Pada fermentasi hari ke 0 SCOBY belum terbentuk. Pada fermentasi hari ke 3 SCOBY sudah mulai terbentuk dengan ketebalan 0,2 cm. Fermentasi hari ke 6 menunjukkan ketebalan SCOBY mencapai 0,7 cm. Pada fermentasi hari ke 9 ketebalan SCOBY mencapai 0,8 cm. Fermentasi hari ke 12 menunjukkan ketebalan SCOBY mencapai 1 cm dan pada hari ke 15 ketebalan SCOBY mencapai 1,3 cm. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa khamir kombucha memiliki lapisan tipis berwarna putih seperti nata dengan ketebalan 0,3-1,2 cm (Hendra, 2017).



Gambar 4.2 Pertumbuhan SCOBY Kombucha Daun Pandan
Selama Waktu Fermentasi

SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) pada kombucha menebal seiring waktu karena proses fermentasi yang berlangsung secara terus-menerus. Bakteri yang ada dalam SCOBY, terutama bakteri asam asetat, menghasilkan selulosa sebagai produk sampingan. Selulosa ini berfungsi sebagai struktur dasar SCOBY dan membuatnya tampak seperti lapisan gel atau film yang kian menebal di permukaan cairan. Selama fermentasi, SCOBY cenderung membentuk lapisan baru di permukaan cairan. Ini terjadi karena bakteri

dan ragi naik ke permukaan untuk mendapatkan akses optimal ke oksigen yang ada di udara. Lapisan-lapisan baru ini saling menumpuk di atas lapisan SCOBY lama, sehingga secara bertahap menambah ketebalannya. Semakin lama fermentasi juga menunjukkan adanya perubahan tingkat kekeruhan kombucha. Semakin lama fermentasi maka kombucha akan semakin keruh dan warna semakin pudar. Kombucha yang keruh menandakan fermentasi aktif. Kekeruhan tersebut disebabkan oleh partikel kecil ragi dan bakteri yang tersuspensi dalam teh selama proses fermentasi.

4.3 Nilai pH Kombucha Daun Pandan

Uji pH dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman minuman kombucha. Pentingnya dilakukan pengujian pH yaitu untuk mengetahui derajat asam yang dihasilkan kombucha selama proses fermentasi, karena jika minuman terlalu asam maka tidak baik untuk pencernaan terutama pada kesehatan lambung. Pada pengujian pH digunakan alat pH meter. pH meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Prinsip utama kerja pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa elektroda kaca dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan (Mujadin, 2017). Dalam penggunaannya, sensor pH perlu dikalibrasi berkala agar keakuratannya dapat terjaga.

Pengujian PH diawali dengan mengkalibrasi pH meter. SNI ISO/IEC 17025:2017 menyebutkan bahwa setiap peralatan pengukuran yang digunakan harus dikalibrasi apabila ketelitian pengukuran atau ketidakpastian pengukuran mempengaruhi keabsahan hasil yang dilaporkan (SNSU, 2022). Kalibrasi pH meter yang dilakukan sebelum pengukuran pH sampel akan menambah keakuratan hasil pengukur. Kalibrasi pH sampel dilakukan dengan cara elektroda pH dibilas dengan aquadest dan lap dengan tisu sebelum digunakan bertujuan untuk membersihkan elektroda dari pengotor sehingga dapat terhindar dari kontaminan dan hasil uji lebih akurat. Tombol power dinyalakan dan tunggu angka konstan 0,0 pada layar pH meter berfungsi untuk mengaktifkan alat pH meter. Celupkan elektroda ke buffer pH 4,01 berfungsi sebagai titik kalibrasi pada sisi asam, penggunaan pH 4,01 membantu pH meter untuk mengenali dan mengukur lebih akurat pada sampel yang asam. Klik tombol Cal dan sesuaikan titik poin kalibrasi bertujuan untuk memulai proses kalibrasi hingga stabil dan matikan pH meter. Bilas Kembali elektroda pH meter dengan akuades dan lap dengan tisu bertujuan untuk menghilangkan residu atau kontaminan dari pengukuran sebelumnya. Nyalakan Kembali PH meter dan tunggu angka konstan 0,0 pada layar pH meter berfungsi untuk mengaktifkan alat pH meter. Celupkan elektroda ke buffer pH 6,86 berfungsi sebagai titik kalibrasi netral, karena pH 6.86 dianggap sebagai nilai pH netral pada skala pH. Penggunaan buffer pH 6,86 sangat penting karena pH meter akan diatur untuk mengidentifikasi nilai netral dengan akurat. Matikan pH meter kemudian bilas Kembali elektroda pH meter dengan akuades dan lap dengan tisu. Nyalakan pH meter dan tunggu hingga konstan kemudian celupkan pada larutan sampel yang

akan di uji. Catat hasil yang tertera pada layar. Rata-rata nilai pH yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Uji BNJ terhadap pH Kombucha Daun Pandan

Lama Fermentasi (Hari)	pH
3	3,26 ^e
6	3,07 ^d
9	2,99 ^c
12	2,87 ^b
15	2,84 ^a

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai pH fermentasi berkisar antara 2,84-3,26. Nilai pH hasil analisa kontrol teh tanpa fermentasi sebesar 3,79 dan nilai pH bahan baku teh daun pandan tanpa starter sebesar 6,45. Hasil rata-rata nilai pH pada hari ke 3 sampai hari ke 6 sesuai dengan standar mutu kombucha dimana derajat Keasaman (pH) kombucha yang aman dikonsumsi yaitu tidak boleh kurang dari 3, sedangkan pada fermentasi hari ke 9 sampai 15 tidak sesuai dengan standar mutu kombucha karena menunjukkan angka pH kurang dari 3. Sedangkan berdasarkan SNI minuman probiotik tidak ada yang sesuai karena semua pH dibawah 4. pH kombucha daun pandan akan semakin menurun seiring lama fermentasi. pH kombucha daun pandan tertinggi pada penelitian yang telah dilakukan fermentasi adalah pada lama fermentasi 3 hari dengan pH 3,26. pH kombucha daun pandan terendah pada penelitian ini adalah pada lama fermentasi 15 hari dengan pH 2,84.

Pada kontrol teh didapatkan pH yang tinggi, hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak diberikan starter sehingga tidak terjadi fermentasi pada perlakuan kontrol teh dan tidak terjadi penurunan pH pula. Pada lama fermentasi 15 hari didapatkan pH yang rendah karena penurunan pH merupakan salah satu akibat dari proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam asetat sebagai produk utama dari metabolisme senyawa gula oleh SCOBY. Penurunan pH terjadi akibat adanya perubahan substrat gula menjadi produk yang berupa alkohol dan asam organik. Penurunan pH juga terjadi karena semakin tingginya asam-asam organik sebagai hasil metabolit dari bakteri dan khamir yang digunakan sebagai starter dalam pembuatan kombucha cascara. Menurut Greenwalt *et al.*, (1998) adanya aktivitas bakteri dan membentuk asam-asam yang dapat menyebabkan penurunan pH.

Penelitian ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Puspaningrum (2022) membuat minuman kombucha dari Cascara Kopi Arabika (*Coffea arabika* L.) dengan variasi lama waktu fermentasi 4, 8, 10, 12, dan 14 hari. Nilai pH semakin menurun seiring dengan lama waktu fermentasi, hasil nilai pH yang dihasilkan berkisar antara 1,46 - 2,87 sedangkan pH kontrol teh sebesar 6,30. Penelitian yang telah dilakukan simanjuntak (2016) membuat kombucha dari bahan daun apu apu dengan variasi lama waktu fermentasi 1, 4, 8, dan 12 hari menunjukkan nilai pH semakin menurun seiring dengan lama waktu fermentasi, hasil dari pH yang dihasilkan berkisar antara 3,05 - 3,88 seangkan pH kontrol sebesar 6,93.

Berdasarkan uji *one way* ANOVA dengan faktor lama fermentasi menunjukkan terdapat perbedaan signifikan lama fermentasi terhadap pH kombucha daun pandan. Didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa variasi lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap pH kombucha daun pandan ($\text{Sig } 0,000 < 0,05$) dengan nilai F hitung sebesar 575,750 lebih besar dari F table 3,47805 artinya hipotesis (H1) dapat diterima. Karena adanya pengaruh nyata lama fermentasi terhadap pH, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Uji BNJ dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara individu perlakuan satu dengan lainnya. Dilanjutkan uji BNJ sebagaimana hasilnya pada Tabel 4.1

Analisa menggunakan Tukey HSD^a pada lama fermentasi 15 hari signifikan terhadap pH lama fermentasi lainnya. Lama fermentasi 12 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 6, 9, dan 12 hari. Lama fermentasi 12 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 6, 9, dan 15 hari. Lama fermentasi 9 hari signifikan terhadap pH lama fermentasi 3, 6, 12, dan 15 hari. Lama fermentasi 6 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 9, 12, dan 15 hari. Lama fermentasi 3 hari signifikan terhadap lama fermentasi 6, 9, 12, dan 15 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan pH merupakan salah satu akibat dari proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam asetat sebagai produk utama dari metabolisme senyawa gula oleh SCOBY. Dimana berdasarkan hasil tersebut maka lama fermentasi terdapat pengaruh terhadap nilai pH. Pengaruh lama fermentasi terhadap pH didapatkan hasil terbaik pada lama fermentasi 3 dan 6 hari yang menunjukkan pH kombucha diatas 3 dimana hal ini sesuai dengan standar kombucha layak minum.

4.4 Total Asam Kombucha Daun Pandan

Analisis total asam menunjukan jumlah asam asetat yang terkandung dalam minuman kombucha. Jalur metabolisme pembentukan asam asetat yang berawal dari sukrosa dipecah oleh ragi yang menghasilkan enzim invertase menjadi molekul yang sederhana yaitu glukosa dan fruktosa. Kemudian glukosa dan fruktosa oleh ragi *Zygosaccharomyces spp* diubah menjadi etanol dan CO₂. Etanol yang dihasilkan oleh ragi diubah oleh bakteri *Acetobacter* menjadi asam asetat (Soto *et al.*, 2018).

Uji total asam menggunakan metode titrasi asam basa. Pada prinsipnya metode titrasi asam basa ini asam asetat akan dinetralkan dengan basa NaOH yang bertindak sebagai peniternya. Untuk pengamatan secara kualitatif pencapaian titik ekuivalen diberikan indikator PP sehingga terjadi perubahan warna dari bening ke merah muda. Perubahan warna ini terjadi karena larutan yang semula asam berubah menjadi basa karena penambahan NaOH. (Pujasari,2019). Total asam sesuai SNI minuman probiotik berkisar antara 0,5 - 2,0%. Sedangkan menurut standar mutu kualitas kombucha maksimal 2%. Rata - rata hasil uji total asam dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Uji BNJ terhadap Total Asam Kombucha Daun Pandan

Lama Fermentasi (Hari)	Total asam
3	0,24 ^a
6	0,30 ^{ab}
9	0,40 ^b
12	0,58 ^c
15	0,75 ^d

Berdasarkan Tabel 4.2 nilai total asam menunjukkan fermentasi hari 3 hingga 9 hari tidak sesuai dengan SNI minuman probiotik karena tidak berada pada rentang 0,5 - 2,0%. Sedangkan fermentasi hari ke-12 dan hari ke-15 sesuai dengan SNI minuman probiotik karena berada pada rentang yang di tentukan yaitu 0,5-2,0%. Berdasarkan mutu kombucha standar Uganda semua total asam sudah sesuai dengan standar karena kurang dari 2%. Rata-rata total asam berkisar antara 0,24-0,75%. Nilai total asam hasil analisa kontrol teh tanpa fermentasi sebesar 0,18% dan nilai total asam bahan baku teh daun pandan tanpa starter sebesar 0,06%. Berdasarkan standar mutu kombucha Uganda kontrol teh dan lama fermentasi 3-15 hari sesuai dengan standar yang ditetapkan yaitu kurang dari 2%. Hasil rata-rata nilai total asam tertinggi terdapat pada lama fermentasi 15 hari sebesar 0,75% dan perlakuan total asam terendah terdapat pada terdapat pada lama fermentasi hari ke 3 yaitu 0,24%.

Daun Pandan memiliki kandungan senyawa aktif seperti senyawa fenolik, tanin dan lain sebagainya. Keberadaan senyawa-senyawa aktif ini dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, karena bersifat sebagai antimikroba (Simanjuntak, 2016). Peningkatan total asam selama fermentasi terjadi karena pada proses fermentasi sukrosa dimetabolisme oleh bakteri dan kapang yang akan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat dan asam glukoronat. Hal tersebut yang memicu terjadinya peningkatan kadar asam asam organik dan dapat disimpulkan bahwa tingginya asam organik dalam kombucha akan meningkatkan total asamnya. Semakin lama waktu fermentasi, maka akan semakin banyak asam asetat yang terbentuk sebagai hasil metabolisme *Acetobacter xylinum*. Semakin lama fermentasi, maka hasil fermentasi akan semakin asam. Konsentrasi asam asetat dalam kombucha hanya meningkat sampai batas tertentu lalu mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pemanfaatan asam asetat lebih lanjut oleh *Acetobacter xylinum* ketika gula dalam media telah habis. Penurunan kadar asam ini juga dikarenakan fermentasi etanol oleh khamir juga mengalami penurunan karena pH yang sangat rendah (Rinihapsari, 2023).

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan serupa dengan penelitian simanjuntak (2016). Penelitian yang dilakukan simanjuntak (2016) membuat kombucha dari bahan daun apu apu dengan variasi lama waktu fermentasi 1, 4, 8, dan 12 hari. Total asam yang dihasilkan berkisar antara 0,10 – 0,22% sedangkan total asam kontrol teh sebesar 0,05%. Pada penelitian tersebut menunjukkan nilai total asam semakin meningkat seiring dengan lama waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan simanjuntak (2016) selaras dengan penelitian ini yang menunjukkan total asam semakin meningkat seiring lama waktu

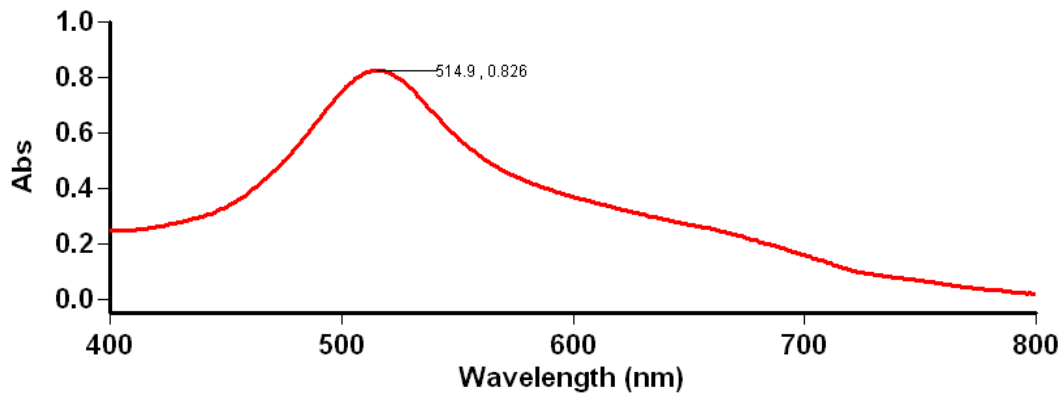
fermentasi.

Berdasarkan uji *one way* ANOVA dengan faktor lama fermentasi menunjukkan terdapat perbedaan signifikan lama fermentasi terhadap total asam kombucha daun pandan. Didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa variasi lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap total asam kombucha daun pandan ($\text{Sig } 0,000 < 0,05$) dengan nilai *F* hitung sebesar 78.741 lebih besar dari *F* table 3,47805 artinya hipotesis (*H*1) dapat diterima. Karena adanya pengaruh nyata lama fermentasi terhadap total asam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Uji BNJ dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara individu perlakuan satu dengan lainnya. Dilanjutkan uji BNJ sebagaimana hasilnya pada Tabel 4.2

Analisa menggunakan Tukey HSD^a pada. Total asam dengan lama fermentasi 3 hari signifikan terhadap lama fermentasi 9, 12, dan 15 hari namun tidak signifikan terhadap total asam dengan lama fermentasi 6 hari. Lama fermentasi 6 hari signifikan terhadap lama fermentasi 12 dan 15 hari namun tidak beda nyata terhadap lama fermentasi 3 dan 9 hari. Lama fermentasi 9 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 12, dan 15 hari. Lama fermentasi 12 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 6, 9, dan 15 hari. Lama fermentasi 15 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3, 6, 9, dan 12 hari. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu fermentasi maka bakteri akan memproduksi asam asetat lebih banyak sehingga total asam meningkat. Berdasarkan hasil tersebut maka lama fermentasi terdapat pengaruh terhadap total asam. Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam didapatkan hasil terbaik pada lama fermentasi 3, 6, 9, 12, dan 15 hari yang menunjukkan total asam kombucha dibawah 2% dimana hal ini sesuai dengan standar kombucha layak minum.

4.5 Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan

Kombucha merupakan salah satu jenis minuman fermentasi yang terkenal memiliki kandungan antioksidan. Antioksidan merupakan zat yang dalam jumlah kecil mampu mencegah oksidasi selular dengan menstabilkan, menonaktifkan atau meminimalkan efek merusak radikal bebas akibat stress oksidatif. Pada hasil penelitian ini aktivitas antioksidan pada kombucha daun pandan yang bervariasi selama fermentasi. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH memiliki absorbansi maksimum pada Panjang gelombang antara 400-800 nm. Hasil penentuan Panjang gelombang serapan maksimum DPPH pada penelitian ini adalah 514,9 nm yang memiliki warna ungu dengan hasil spektra UV – Vis ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Aktivitas antioksidan berhubungan dengan kemampuan suatu senyawa bioaktif untuk mendonorkan Hidrogen (H) sehingga membentuk DPPH yang tereduksi (DPPH-H). Senyawa-senyawa golongan fenol, polifenol dan flavonoid diketahui memiliki aktivitas antioksidan dengan mendonorkan Hidrogen (H) (Chia, 2015). Persen inhibisi antioksidan adalah nilai yang menggambarkan kemampuan senyawa antioksidan dalam sampel untuk menangkap radikal bebas pada konsentrasi larutan uji. Ini menunjukkan bahwa senyawa tersebut mampu menetralkan lebih banyak radikal bebas atau agen pengoksidasi, sehingga dapat memberikan perlindungan lebih baik terhadap kerusakan oksidatif pada molekul atau sel. Rata-rata hasil uji aktivitas antioksidan (%inhibisi) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji BNT terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan

Lama Fermentasi (Hari)	Aktivitas Antioksidan (%)
3	84,93 ^b
6	78,70 ^{ab}
9	71,93 ^a
12	69,43 ^a
15	76,10 ^{ab}

Aktivitas antioksidan kontrol teh tanpa fermentasi sebesar 88,06% dan aktivitas antioksidan bahan baku teh daun pandan tanpa starter sebesar 78,10%. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan aktivitas antioksidan kombucha daun pandan selama fermentasi dikarenakan adanya perubahan nilai pH, dimana semakin lama fermentasi akan menurunkan nilai pH kombucha. Hal tersebut dapat berdampak pada terjadinya kerusakan fenol yang berperan sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada lama fermentasi 3 hari yaitu sebesar 84,93%. Lama fermentasi 3 hingga 12 hari mengalami penurunan aktivitas antioksidan yang disebabkan oleh penurunan pH kombucha daun pandan sehingga berdampak pada kerusakan fenol pada pH yang rendah. Pada hari ke 12 hingga 15 hari mengalami kenaikan aktivitas antioksidan. Peningkatan aktivitas antioksidan

pada 12 hingga 15 hari diduga disebabkan oleh pembentukan senyawa berpotensi yang meningkatkan aktivitas antioksidan kombucha pada periode tersebut. Senyawa katekin sebagai senyawa polifenol yang mendominasi pada teh ditemukan mengalami degradasi selama proses fermentasi. Katekin umumnya akan terdegradasi pada awal fermentasi sebelum akhirnya mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh pelepasan isomer katekin dari sel mikroba yang sensitif terhadap asam. Peningkatan ini diduga disebabkan adanya biotransformasi katekin EGCG dan ECG menjadi katekin EGC dan EC. Biotransformasi ini diduga didorong oleh enzim yang disekresikan oleh mikroorganisme dalam kultur kombucha (Jayabalan et al., 2007).

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan serupa dengan penelitian yang dilakukan Wahyuningtyas (2023) membuat minuman teh kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan variasi lama fermentasi 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari. Terjadi kenaikan aktivitas antioksidan pada fermentasi 0-3 hari kemudian terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada fermentasi 3-6 hari dan terjadi lagi peningkatan aktivitas antioksidan pada 9-12 hari. Penurunan dan peningkatan ini diduga disebabkan oleh pembentukan senyawa berpotensi yang meningkatkan aktivitas antioksidan kombucha pada periode tersebut. Kenaikan aktivitas antioksidan ini terkait dengan kehadiran senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses fermentasi, seperti flavonoid, fenol, asam-asam organik, berbagai jenis vitamin, dan beberapa jenis asam amino esensial. Beberapa senyawa ini termasuk jenis antioksidan, seperti flavonoid, fenol, dan vitamin C, sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan.

Berdasarkan uji *one way* ANOVA dengan faktor lama fermentasi menunjukkan terdapat perbedaan signifikan lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha daun pandan. Didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa variasi lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan kombucha daun pandan ($\text{Sig } 0,000 < 0,05$) dengan nilai F hitung sebesar 7,413 lebih besar dari F table 3,47805 artinya hipotesis (H_1) dapat diterima. Karena adanya pengaruh nyata lama fermentasi terhadap total asam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Uji BNJ dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara individu perlakuan satu dengan lainnya. Dilanjutkan uji BNJ sebagaimana hasilnya pada Tabel 4.3

Analisa menggunakan Tukey HSD^a pada lama lama fermentasi 3 hari signifikan terhadap lama fermentasi 9 dan 12 hari namun tidak signifikan terhadap lama fermentasi 6 dan 15 hari. Lama fermentasi 9 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3 hari namun tidak signifikan terhadap lama fermentasi 6, 12 dan 15 hari. Lama fermentasi 12 hari signifikan terhadap lama fermentasi 3 hari namun tidak signifikan terhadap lama fermentasi 6, 9, dan 15 hari. Kenaikan dan penurunan aktivitas antioksidan disebabkan karena ketidaksetabilan antioksidan pada suasana asam. Berdasarkan hasil tersebut maka lama fermentasi terdapat pengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada lama waktu fermentasi 3 hari yaitu 84,93%.

4.6 Organoleptik Kombucha Daun Pandan

Uji organoleptik ini dilakukan kepada 20 panelis yang terdiri dari 5 panelis pria dan 15 panelis wanita. Pada uji organoleptik ini panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap kombucha dengan lama fermentasi 0, 3, 6 hari serta sampel kontrol teh. Kombucha dengan lama waktu fermentasi 9, 12, dan 15 hari tidak dilakukan uji organoleptik karena memiliki pH dibawah 3, kombucha yang memiliki pH dibawah 3 tidak memenuhi syarat sebagai kombucha yang layak minum. Kombucha yang memiliki pH dibawah 3 dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan jika dikonsumsi karena kandungan asam organik yang tinggi didalamnya.

Prosedur yang dilakukan dalam uji organoleptik pada penelitian ini pertama tama mempersilahkan panelis memasuki ruang uji dan mempersilahkan panelis duduk pada tempat yang telah disediakan, panelis diberi penjelasan tentang produk yang dibuat. Memberikan form penilaian dan menjelaskan tentang pengisian formular. Sampel diberikan masing-masing satu cup kecil formulasi teh kombucha daun Pandan berisi 20 ml kepada panelis dengan ditempatkan pada wadah. Panelis menilai warna, aroma, tekstur dan rasa teh kombucha daun Pandan. Panelis akan menetralkan rasa dengan meminum air mineral terlebih dahulu sebelum melakukan uji organoleptik untuk sampel berikutnya. Penelitian ini menggunakan 5 skala hedonik mulai dari sangat tidak suka (skor = 1), tidak suka (skor = 2), suka (skor = 3), agak suka (skor = 4), dan sangat suka (skor = 5). Data hasil organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Organoleptik

Lama Fermentasi (Hari)	Rasa	Tekstur	Aroma	Warna	Jumlah
3	63	60	49	69	241
6	58	60	46	66	230

4.6.1 Rasa

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai organoleptik rasa berkisar antara 58-73. Rasa yang paling disukai menurut panelis yaitu pada lama fermentasi hari ke 3 dengan nilai 63. Panelis cenderung tidak menyukai rasa asam sehingga pada lama fermentasi hari ke 6 yang memiliki rasa paling asam kurang disukai oleh kebanyakan panelis. Hal ini dikarenakan khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat dan asam glukonat (Anugrah, 2005). Banyaknya asam organik ini menyebabkan nilai pH menurun dan rasa kombucha semakin asam. Penelitian ini serupa dengan uji organoleptik yang dilakukan Widyasari (2016) yang melakukan uji organoleptik kombucha daun kelor dengan variasi lama fermentasi menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi mengakibatkan rasa kombucha yang semakin asam.

4.6.2 Tekstur

Nilai organoleptik tekstur berdasarkan Tabel 4.4 berkisar antara 60-83. Tekstur yang paling disukai adalah lama waktu fermentasi 3 hari karena tidak banyak koloid yang terbentuk. Teh kombucha yang telah difermentasi akan menghasilkan cairan yang keruh dan terdapat partikel partikel yang disebabkan oleh padatan tersuspensi (koloid). Partikel yang tersuspensi dapat terdiri dari mikroorganisme atau molekul besar yang ukurannya berkisar antara 1 hingga 1000 nm (Bishop *et al.*, 2022). Koloid pada kombucha ini merupakan campuran dari protein agregat, polivenol dan serat selulosa yang diproduksi oleh bakteri asam asetat selama proses fermentasi (Zhang, 2018). Semakin lama fermentasi maka akan banyak koloid yang terbentuk karena aktivitas mikroorganisme sehingga kombucha yang memiliki koloid terbanyak yaitu pada fermentasi hari ke 6 kurang disukai panelis

4.6.3 Aroma

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai organoleptik aroma berkisar antara 46-71. Aroma yang disukai panelis ada pada lama fermentasi 3 hari sebesar 49 poin. Aroma yang dihasilkan oleh kombucha disebabkan karena adanya asam-asam organik. Aroma asam pada kombucha disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri dan khamir dalam metabolisme gula, hasil metabolisme berupa asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat dan asam glukonat serta alkohol yang memberikan aroma yang khas. Semakin lamanya fermentasi maka akan menyebabkan aroma asam yang kuat pada kombucha pada fermentasi hari ke 6 aroma asam sangat pekat sehingga kurang disukai panelis.

4.6.4 Warna

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai organoleptik aroma berkisar antara 66-77. Warna yang disukai oleh panelis ada pada lama fermentasi 3 hari karena memiliki warna coklat yang tidak keruh. Warna yang dihasilkan kombucha daun pandan semakin pudar seiring dengan semakin lama fermentasi. Namun cairan semakin keruh seiring dengan lama waktu fermentasi. Pada penelitian ini fermentasi hari ke 0 memiliki warna kombucha coklat yang jernih, namun semakin lama waktu fermentasi warna kombucha menjadi kuning keruh. Hal ini dikarenakan selama fermentasi mikroba melakukan degradasi warna pada kombucha yang menyebabkan warna pada kombucha semakin memudar. Seiring bertambahnya waktu fermentasi warna kombucha dari gelap berubah menjadi terang, ini terjadi akibat adanya kemampuan konsorsium mikroba melakukan degradasi warna. Semakin lamanya fermentasi maka akan menyebabkan warna yang pudar dan semakin keruh pada kombucha fermentasi hari ke 6 berwarna kuning dan keruh sehingga kurang disukai panelis.

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningtyas (2023) yang meneliti tentang lama waktu fermentasi terhadap sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan teh kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi menunjukkan rasa yang semakin asam dan kurang disukai oleh panelis. Semakin lama waktu fermentasi menunjukkan aroma

yang asam khas kombucha dan semakin lama waktu fermentasi menunjukkan warna teh kombucha semakin cerah dan keruh. Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa kombucha daun pandan dengan lama waktu fermentasi 3 hari paling disukai oleh panelis.

4.7 Tadabur Ilmiah : Refleksi Teologis atas Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi terhadap nilai pH, total asam, dan aktivitas antioksidan kombucha daun pandan. Pada penelitian yang telah dilakukan dihasilkan fermentasi terbaik pada hari ke 3 dan 6 Hari. Tumbuh-tumbuhan merupakan ciptaan Allah SWT yang sudah banyak diteliti dan terbukti memiliki banyak manfaat. Salah satu satunya adalah daun pandan yang memiliki aktivitas antioksidan. Allah SWT seringkali menyeru kepada manusia untuk mempelajari alam dan menyaksikan tanda-tanda yang ada padanya. Segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT di muka bumi memiliki manfaat dan fungsinya. Semua yang ada di bumi diciptakan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Sehingga apa yang diciptakan di bumi pasti mempunyai manfaat. Beberapa manfaat dapat diambil secara langsung dan dapat diambil dengan melalui proses terlebih dulu. Sebagaimana pada firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat asy Syu'araa ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: *"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik" (QS Asy-Syu'ara':7).*

Berdasarkan surat QS. Asy-Syu'ara' ayat 7 menjelaskan bahwa semua yang diciptakan di bumi mempunyai tujuan. Tumbuhan diciptakan dalam berbagai jenis dan manfaat. Manfaat setiap tumbuhan dapat berbeda beda meskipun sama-sama ditanam ditanah dan disiram oleh air yang sama. Diantaranya tumbuhan pandan. Tumbuhan Pandan mempunyai berbagai macam jenis, salah satu jenisnya yaitu pandan wangi. Tumbuhan pandan juga mempunyai berbagai manfaat untuk kesehatan salah satunya antioksidan. Tumbuhan Pandan mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda beda. Ukuran yang berbeda beda memiliki manfaat yang berbeda pula. Sepeti yang dijelaskan dalam surat AL-Qamar ayat 49.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya : *"Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran."*

Surat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu berdasarkan ukurannya. Bakteri mempunyai ukuran yang sangat kecilpun mempunyai manfaat tersendiri. Bakteri mempunyai manfaat yang besar bagi tubuh. Salah satunya bakteri probiotik yang bagus untuk pencernaan. Manusia hendaknya merenung dan

berfikir atas segala sesuatu yang telah Allah SWT ciptakan di alam sehingga akan tercipta ilmu pengetahuan yang bermanfaat. Menurut Imam Al Ghazali jalan untuk mengenal Allah SWT adalah dengan mengagungkan-Nya, memikirkan segala hikmah, dan merenungkan keajaiban yang terkandung dalam setiap ciptaan-Nya. Allah SWT memberikan gelar *ulul albab* bagi orang yang berakal dan senantiasa menggunakan pikiran, mengambil faedah (manfaat), hidayah serta selalu mengingat Allah SWT (berdzikir) disetiap situasi dan kondisi. Allah SWT telah berfirman, bahwa kita sebagai seorang muslim yang berakal untuk selalu mengingat Allah seperti yang telah dijelaskan dalam Q.S Ali Imran ayat yang ke 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

Artinya:“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Maha Suci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka.”

Menurut interpretasi Ibnu Katsir terhadap Qs. Ali Imran ayat 191 sebagaimana ayat ini memiliki maksud bahwa *ulul albab* yaitu orang-orang yang mengingat Allah dalam keadaan apapun tidak berhenti untuk berdzikir dalam semua keadaan baik di dalam hati maupun secara lisan. Mereka juga memahami dan memikirkan keagungan kuasa Allah SWT bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT tidak ada yang sia-sia. Segala sesuatu yang diciptakan Allah memiliki manfaat dan balasannya sendiri kepada orang-orang yang beriman. Akal manusia hendaknya digunakan untuk memikirkan, menganalisa, dan menafsirkan segala ciptaan Allah. Hendaknya manusia mempercayai bahwa semua penciptaan Allah tidak ada yang sia-sia. Seperti halnya bakteri yang juga memberikan manfaat bagi manusia yang merawatnya dengan baik. Meskipun bakteri memiliki ukuran yang sangat kecil tetapi Allah menciptakan bakteri dengan manfaat yang besar. Atas penciptaan alam semesta ini, hendaknya kita menyadari tugas sebagai khalifah Allah, yang berkewajiban memakmurkan bumi serta menjadi rahmat bagi alam sekelilingnya, dengan menggali, meneliti dan memanfaatkan hukum-hukum Allah bagi alam ciptaan-Nya ini, sebagai bentuk dari profil manusia *ulul albab* (Sofia, 2021).

Pendekatan ilmiah dan teknologi menghasilkan penelitian yang telah dilakukan pada tumbuhan daun pandan yang dijadikan sebagai minuman kombucha sehingga diperoleh bahwa tumbuhan mengandung banyak senyawa kimia yang bermanfaat bagi tubuh manusia, salah satunya sebagai obat yang dapat dibuktikan melalui uji aktivitas antioksidan. Kandungan antioksidan dapat dijadikan sebagai pencegah oksidasi sel di dalam tubuh manusia yang disebabkan oleh radikal bebas, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit karsinogenik dan penuaan. Sebagaimana hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa nilai antioksidan yang

diperoleh sangat tinggi antara 69,43% sampai 88,08% sehingga dapat dikategorikan memiliki potensi aktivitas antioksidan.

Terdapat temuan menarik dalam penelitian mengenai kombucha daun pandan yang mengungkapkan manfaatnya sebagai minuman probiotik kaya antioksidan. Penemuan ini sejalan dengan ajaran al-Quran yang menegaskan bahwa setiap ciptaan Allah SWT di alam semesta ini memiliki tujuan dan manfaat, baik di laut maupun di darat. Semua yang diciptakan-Nya tidak sia-sia, dan jika dimanfaatkan dengan baik, dapat memberikan kemaslahatan bagi kehidupan manusia. Dalam konteks ini, penelitian ini juga mencerminkan kebaikan Allah SWT yang, dengan sifat Ar Rahman dan Ar Rahim-Nya, menciptakan tumbuh-tumbuhan yang sarat manfaat. Oleh karena itu, menjadi tugas manusia untuk menjaga dan meningkatkan keberadaan antioksidan di bumi melalui metode yang ramah lingkungan, seperti pelarut dan teknik ekstraksi yang aman untuk dikonsumsi serta tidak menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisis data diperoleh lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia. Semakin lama waktu fermentasi menunjukkan adanya penurunan pH dan kenaikan total asam. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia terbaik terdapat pada lama fermentasi hari ke 3 dengan nilai pH 3,26 dan total asam sebesar 0,24%.
2. Hasil analisis data diperoleh lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan. Semakin lama waktu fermentasi menunjukkan nilai aktivitas antioksidan yang semakin menurun. dan aktivitas antioksidan sebesar 84,93%. Hasil terbaik untuk uji organoleptik terhadap rasa, aroma, tekstur, dan warna yaitu pada lama fermentasi 3 hari.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar alkohol yang terkandung dalam kombucha sebagai acuan standar kombucha layak minum yang halal. Minuman kombucha disimpan di freezer untuk mempertahankan kandungan yang bermanfaat didalamnya. Serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek lainnya seperti variasi konsentrasi simplisia, variasi konsentrasi gula dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N. (2010). *Analisa Kondisi dan Potensi Lama Fermentasi Medium Kombucha (Teh, Kopi, Rosela) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen (Vibrio cholerae dan Bacillus cereus)*. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., & Waisundara, V. Y. (2018). *Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation*. January, 1–7. <https://doi.org/10.1002/fsn3.605>
- Aprilyanie, I., Handayani, V., & Syarif, R. A. (2023). Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC .) Dengan Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Makassar Natural Product Journal*, 1(1), 1–9.
- ARDHENIATI, M., ANDRIANI, M. A. M., & AMANTO, B. S. (2009). Fermentation kinetics in kombucha tea with tea kind variation based on its processing. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 7(1), 48–55. <https://doi.org/10.13057/biofar/f070106>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, 1(October 2021), 100025. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100025>
- Fang, Y., Li, Q., Cao, A., Li, Y., & Wei, Y. (2017). *Isolation and Purification of Phenolic Acids from Sugarcane (Saccharum officinarum L .) Rinds by pH-Zone-Refining Counter-Current Chromatography and Their Antioxidant Activity Evaluation*. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0824-3>
- Greenwalt, C. J., Ledford, R. A., & Steinkraus, K. H. (1998). Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented tea Kombucha. *Lwt*, 31(3), 291–296. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0354>
- Hanan M. Al-Yousef, A. S. and M. A. (2017). Pharmacognostic studies on *Taxus baccata* L.: A brilliant source of Anti-cancer agents. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29, 86–92.
- Herwin, Rashmad Kosman, F. (2013). Analisis Kadar Alkohol Produk Kombucha Daun Permot (*Passiflora foetida* L.) Asal Makassar Sulawesi Selatan Secara Kromatografi Gas. *As-Syifaa*, 05(02), 112–118.
- Hidayat, N., Putri, A. I., & Press, U. B. (2016). *Mikologi Industri*. Universitas Brawijaya Press. <https://books.google.co.id/books?id=BqZPDwAAQBAJ>
- Ilkafah, I. (2018). DAUN KERSEN (*Muntingia calabura* L.) SEBAGAI ALTERNATIF TERAPI PADA PENDERITA GOUT ARTRITIS. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(1). <https://doi.org/10.35799/pmj.1.1.2018.19649>
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2009). *Sni 2981:2009*.
- Iqbal, Rustam, N., & Kasman. (2016). Analysis of Absorbance Value on the Flavonoid Level of Red Betel (*Piper Crocatm*) and Green Betel (*Piper Betle* L) Leaves. *Journal Gravitasi*, 15(1), 1–8.
- Isdadiyanto, S., & Tana, S. (2019). Effect of time fermentation kombucha tea on lipid profile of rats (*Rattus norvegicus* L.). *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012158>

- Istini, I. (2020). Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57424>
- Ivanišová, E., Meňhartová, K., Terentjeva, M., Harangozo, L., Kántor, A., & Kačániová, M. (2020). The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 1840–1846. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3>
- Jaya, I. G. N. I. P., Leliqia, N. P. E., & Widjaja, I. N. K. (2009). Uji Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH Ekstrak Produk Teh Hitam dan Gambir (Jaya , Eka L ., Widjaja) Uji Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH Ekstrak Produk Teh Hitam dan Gambir (Jaya , Eka L ., Widjaja). 86–101.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1), 392–398. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.032>
- Kartika Dewi, B., Kencana Putra, I. N., & Ari Yusasrini, N. L. (2022). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensori Teh Herbal Bubuk Daun Pohpohan (*Pilea trinervia* W.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i01.p01>
- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>
- Khaerah, A., & Akbar, F. (2023). Kombucha, N. *Oxford English Dictionary*, 472–476. <https://doi.org/10.1093/oed/6500777887>
- Khotimah, K. (2016). *Skrining fitokimia dan identifikasi metabolit sekunder senyawa karpain pada ekstrak metanol daun*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kim, J., & Adhikari, K. (2020). *Current Trends in Kombucha : Marketing Perspectives and the Need for Current Trends in Kombucha : Marketing Perspectives and the Need for Improved Sensory Research*. March. <https://doi.org/10.3390/beverages6010015>
- Kosińska, A., & Andlauer, W. (2014). Antioxidant Capacity of Tea. Effect of Processing and Storage. *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages*, 109–120. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00012-X>
- Kumaradewi, D. A. P., Subaidah, W. A., Andayani, Y., & Al-Mokaram, A. (2021). Phytochemical Screening and Activity Test of Antioxidant Ethanol Extract of Buni Leaves (*Antidesma bunius* L. Spreng) Using DPPH Method. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 275. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i2.675>
- Lobo, R. O., Dias, F. O., & Shenoy, C. K. (2017). Kombucha for healthy living: Evaluation of antioxidant potential and bioactive compounds. *International Food Research Journal*, 24(2), 541–546.
- Majidah, L., Gadizza, C., & Gunawan, S. (2022). *Analisis pengembangan produk halal minuman kombucha*. 2(1), 36–51.
- Margaretta, S., Handayani, S. D., Indraswati, N., dan H. H. (2011). kstraksi Senyawa Phenolic Pandanus Amaryllifolius. *Widya Teknik*, 10, 21–30.
- Marjoni, R. (2016). *Dasar-Dasar Fitokimia untuk Diploma 3 Farmasi*. Trans Info Media.

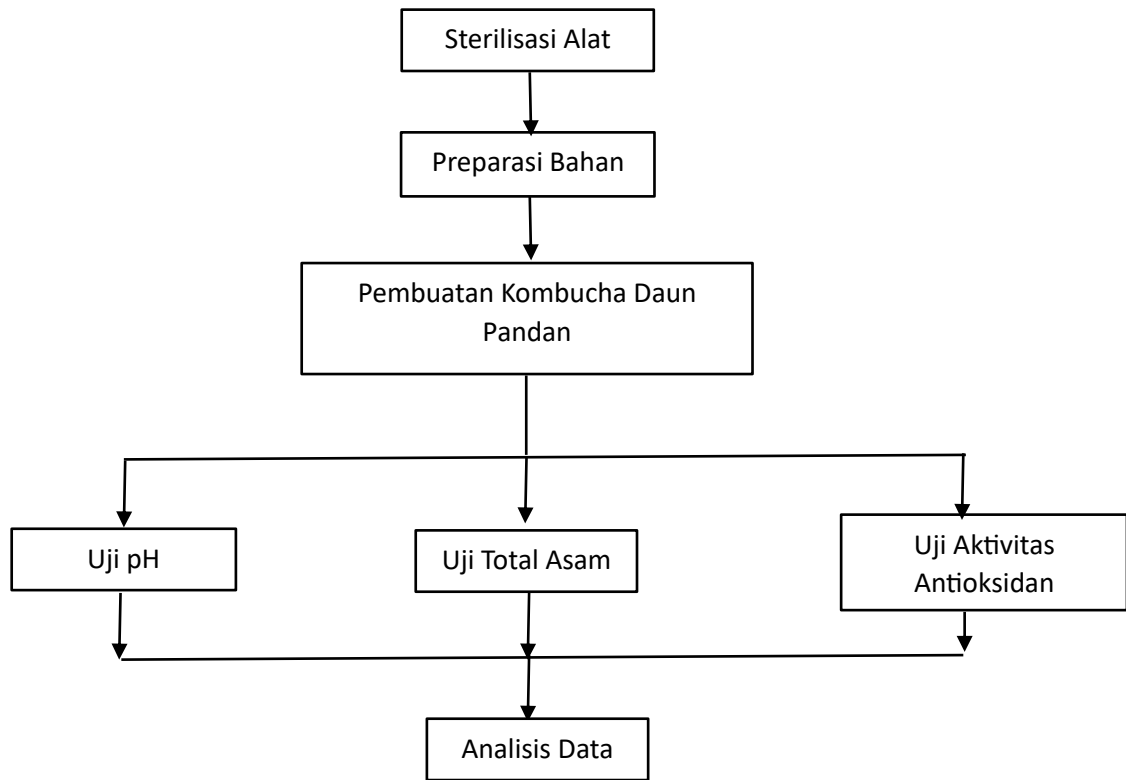
https://books.google.co.id/books?id=m_TYzwEACAAJ

- Maspolim, Y., Zhou, Y., Guo, C., Xiao, K., & Ng, W. J. (2015). The effect of pH on solubilization of organic matter and microbial community structures in sludge fermentation. *Bioresource Technology*, 190, 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.04.087>
- Mohsin, A. Z., Mat Nor, N. A., Muhialdin, B. J., Mohd Roby, B. H., Abadi, M. M., Marzlan, A. A., Hussain, N., & Meor Hussin, A. S. (2022). The effects of encapsulation process involving arabic gum on the metabolites, antioxidant and antibacterial activity of kombucha (fermented sugared tea). *Food Hydrocolloids for Health*, 2(May), 100072. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100072>
- Muzani, C. U., Handayani, R., Farmasi, J., Kemenkes, P., & Besar, A. (2021). *Efek Perasan Daun Pandan Wangi (Pandanus amaryllifolius Roxb .) Untuk Membunuh Larva Nyamuk Aedes aegypti PENDAHULUAN Indonesia merupakan salah satu negara terbesar yang beriklim tropis . Nyamuk masih sering menjadi salah satu penyebab penyakit diiklim . 2021(1), 104–111.*
- Neffe-skocińska, K., Sionek, B., & Ścibisz, I. (2017). Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical , microbiological and sensory properties. *CyTA - Journal of Food*, 15(4), 601–607. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588>
- Purwanti, N. U., Yuliana, S., & Sari, N. (2018). Pengaruh Cara Pengeringan Simplisia Daun Pandan (Pandan Amaryllifolius) Terhadap Aktivitas Penangkal. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(2), 63–72. <https://doi.org/10.35799/pmj.1.2.2018.21644>
- Puspaningrum, D. H. D., Luh, N., Suman Dewi, U., Kadek, N., & Sari, Y. (2022). *Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (Coffea arabika L .) Desa Catur Kabupaten Bangli. 5(2), 44–51.*
- Rinihapsari, E., & Richter, C. A. (2023). Fermentasi Kombucha dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan. In *Media Farmasi Indonesia* (Vol. 3, Issue 2, pp. 241–246).
- S, H. W., Muin, R., & Permata, E. (2017). *Karakteristik Fisik Produk Fermentasi Kombucha dari Berbagai Daun Berflavanoid Tinggi.*
- Setiawan, F., Yunita, O., & Kurniawan, A. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang dan FRAP. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2), 82–89.
- Simanjuntak, D. H., Herpandi, dan L. S. D. (2016). Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Tumbuhan Apu-apu (Pistia stratiotes) Selama Fermentasi Chemical. *Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Dari Tumbuhan Apu-Apu (Pistia Stratiotes) Selama Fermentasi Chemical*, 5(2). <https://doi.org/10.1515/9783112673225-002>
- Sofia, W. N. (2021). Interpretasi Imam Al-Maraghi dan Ibnu Katsir Terhadap Qs. Ali Imran Ayat 190-191. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 2(1), 41–57. <https://doi.org/10.31538/tijie.v2i1.16>
- Standar, D., Satuan, N., & Kimia, T. D. A. N. (2022). *Panduan Pengukuran pH dengan Teknik Kalibrasi Dua Titik.*
- Standar Nasional Indonesia 3836. (2013). Persyaratan Mutu Teh Kering Dalam Kemasan. *BSN (Badan Standarisasi Nasional)*, 1–32.

- Sunarni, T., Pramono, S., & Asmah, R. (2007). Flavonoid antioksidan penangkap radikal dari daun kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook f. & Th .). *Majalah Farmasi Indonesia*, 18(3), 111–116.
- Uganda National Bureau of Standards. (2018). *Draft Uganda Standard: Kombucha Specification*. www.unbs.go.ug
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Vitas, J. S., Malbaša, R. V., Grahovac, J. A., & Lončar, E. S. (2013). Antioksidativna aktivnost fermentisanih mlečnih proizvoda dobijenih pomoću kombuhe kultivisane na čaju od koprive i rtanjskom čaju. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 19(1), 129–139. <https://doi.org/10.2298/CICEQ120205048V>
- Wahyudi, R. (2019). *Karakteristik Kimia Daging Sapi Fermentasi Dengan Buah Kepayang (Pangium Edule Reinw) Pada Konsentrasi Dan Lama Fermentasi Yang Berbeda*.
- Wang, X., Wang, D., Wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., Sun, J., Y. J. (2022). *Chemical Profile and Antioxidant Capacity of Kombucha Tea by the Pure Cultured Kombucha*. Henan University of Science & Technology China.
- Warono, D., & Syamsudin. (2013). Unjuk Kerja Spektrofotometer Analisa Zat Aktif Ketoprofein. *Konversi*, 2, 60.
- Zhang, J., Ma, H., Wang, H., Sun, M., Yu, C., Liu, Q., He, Z., Song, S., Feng, T., & Yao, L. (2024). Flavor and sensory profile of kombucha fermented with raw Pu-erh tea and evaluation of the antioxidant properties. *Lwt*, 200(May), 116220. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116220>
- Zubaidah, R. A. I. dan C. A. A. (2019). *Changes in chemichal characteristics of kombucha from various cultivars of snake fruit during fermentation* *Changes in chemichal characteristics of kombucha from various cultivars of snake fruit during fermentation*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012098>

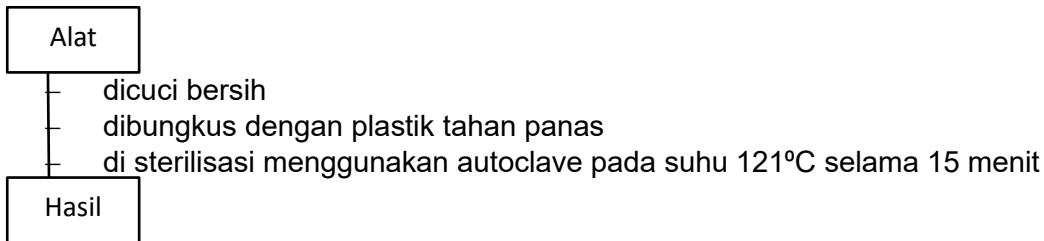
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

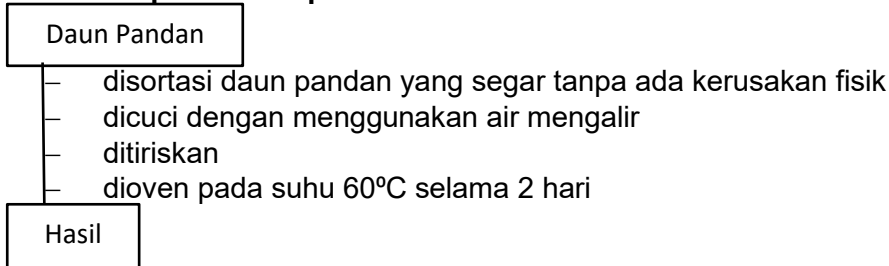


Lampiran 2. Diag Alir

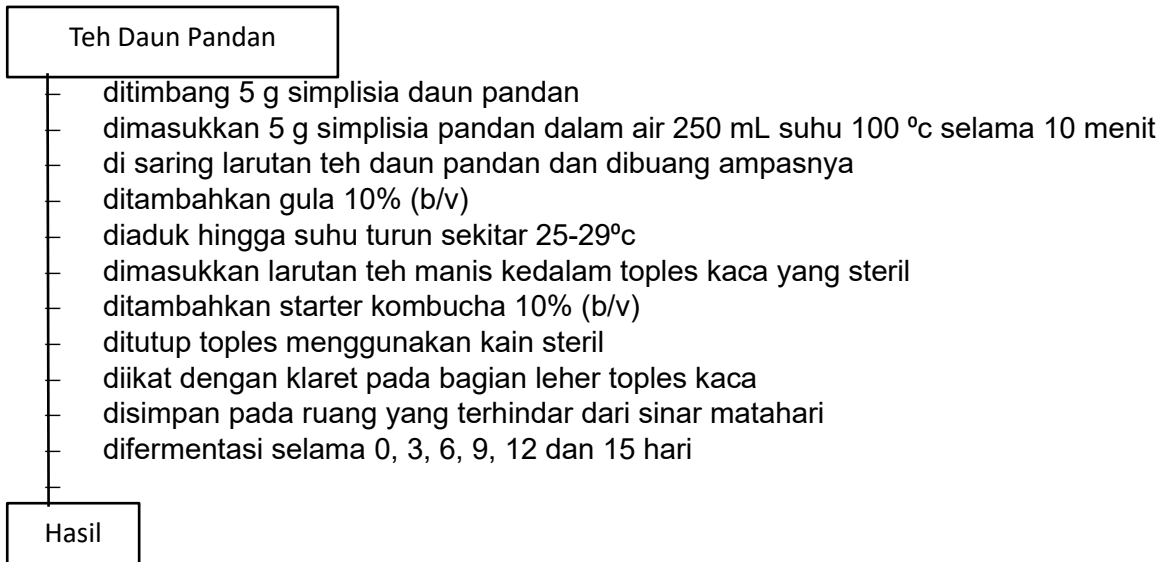
L.2.1 Sterilisasi Alat



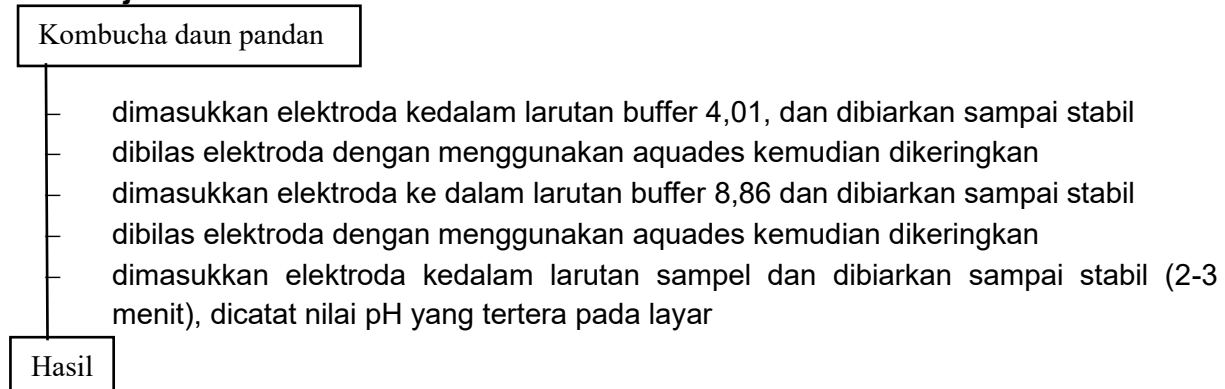
L.2.2 Preparasi Sampel



L.2.3 Pembuatan Kombucha Daun Pandan



L.2.4 Uji nilai PH Kombucha Daun Pandan



L.2.5 Uji Total Asam Kombucha Daun Pandan

Kombucha daun pandan

- Dimasukkan sebanyak 10 ml sampel kedalam labu ukur 100 ml
- ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu dihomogenkan dan disaring
- diambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan indikator pHenolpHthalein 2 tetes
- dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda
- dicatat jumlah larutan NaOH 0,1 N yang dibutuhkan untuk mentitrasi sampel
- Perhitungan total asam dilakukan dengan menggunakan rumus yaitu:

$$TA (\%) = \frac{V NaOH \times N NaOH \times BM}{Volume sampel \times 1000} \times 100\%$$

Hasil

L.2.6 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH (1.1-diphenyl-2-picrylhydrazil)

a. Pembuatan Stok Larutan Diphenyl Picrylhydrazyl (DPPH)

Serbuk DPPH

- ditimbang serbuk DPPH sebanyak 2,5 mg
- dilarutkan menggunakan metanol p.a dalam labu ukur 50 mL dan dihomogenkan,
- dipindahkan pada tabung reaksi dan ditutupi menggunakan aluminium foil.

Hasil

b. Penentuan Panjang Gelombang DPPH Pembuatan larutan Uji

Larutan DPPH

- dipipet metanol p.a sebanyak 1 mL
- dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan DPPH sebanyak 3 ml
- ditutup dengan aluminium foil
- dihomogenkan dengan vortex
- dituang ke dalam kuvet dan diukur pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Hasil

c. Pembuatan Larutan Blanko

Larutan DPPH 0,2 mM

- dipipet metanol p.a sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi
- dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit
- dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis pada λ maks yang telah diperoleh

Hasil

d. Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Sampel

Larutan DPPH 0,2 mM

- dimasukkan kombucha daun pandan sebanyak 10 ml kedalam tube dan disentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm
- diambil 1 ml sampel
- ditambah dengan 3 mL DPPH
- divorteks selama 90 detik
- diinkubasi dalam tempat gelap pada suhu 37°C selama 30 menit
- diukur absorbansi dengan panjang gelombang $\lambda=514$ nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. didapatkan data hasil pengukuran absorbansi
- dianalisa persentase aktivitas antioksidannya menggunakan persamaan berikut :

$$\%inhibisi = \frac{absorbansi kontrol - absorbansi sampel}{absorbansi kontrol} \times 100$$

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan

L.3.1 Pembuatan NaOH 0,1 N

a. Penurunan Rumus

$$N = M \times eK$$

$$N = \frac{\text{mol}}{L} \times eK$$

$$N = \frac{g/Mr}{L} \times eK$$

a. Penentuan mol NaOH

$$\frac{\text{mol}}{L} = 0,1$$

$$\text{mol} = 0,1 \times L$$

$$\frac{\text{gram}}{Mr} = 0,1 \times 1$$

$$\frac{\text{gram}}{Mr} = 0,1$$

a. Penentuan berat NaOH

$$\text{gram} = N \times Mr$$

$$\text{gram} = 0,1 \times 40$$

$$\text{gram} = 4$$

Diambil NaOH sebanyak 4 g dan diencerkan dalam labu takar 1000ml

L.3.2 Uji pH

Hasil uji pH kombucha daun pandan dengan variasi hari 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 menggunakan pH meter ditunjukkan pada table L.4.1.1

Tabel L.3.1 Nilai PH

Lama Fermentasi (Hari)	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata- rata
Kontrol Teh	6,45	6,46	6,46	6,45
0	3,74	3,82	3,82	3,79
3	3,26	3,25	3,26	3,26
6	3,08	3,06	3,08	3,07
9	2,97	3,01	3,01	2,99
12	2,88	2,87	2,87	2,87
15	2,84	2,84	2,84	2,84

$$\text{Rata - rata pH} = \frac{U1 + U2}{2}$$

a. Kontrol Teh

- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata pH} = \frac{6,45 + 6,46}{2} = 6,45$$

- Ulangan 2

$$\text{Rata - rata pH} = \frac{6,46 + 6,46}{2} = 6,46$$

- Ulangan 3

$$\text{Rata - rata pH} = \frac{6,45 + 6,46}{2} = 6,46$$

b. Fermentasi hari ke 0

- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata pH} = \frac{3,74 + 3,74}{2} = 3,74$$

- Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,83 + 3,82}{2} = 3,82$$
 - Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,83 + 3,82}{2} = 3,82$$
- c. Fermentasi hari ke 3
- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,27 + 3,26}{2} = 3,26$$
 - Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,26 + 3,25}{2} = 3,25$$
 - Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,25 + 3,27}{2} = 3,26$$
- d. Fermentasi hari ke 6
- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,07 + 3,09}{2} = 3,08$$
 - Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,06 + 3,07}{2} = 3,06$$
 - Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,07 + 3,09}{2} = 3,08$$
- e. Fermentasi hari ke 9
- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,98 + 3,97}{2} = 2,97$$
 - Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,01 + 3,01}{2} = 3,01$$
 - Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{3,00 + 3,02}{2} = 3,01$$
- f. Fermentasi hari ke 12
- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,88 + 2,89}{2} = 2,88$$
 - Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,87 + 3,88}{2} = 2,87$$
 - Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,88 + 2,86}{2} = 2,87$$

g. Fermentasi hari ke 15

- Ulangan 1

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,84 + 2,85}{2} = 2,84$$

- Ulangan 2

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,83 + 2,85}{2} = 3,84$$

- Ulangan 3

$$\text{Rata - rata } pH = \frac{2,84 + 2,85}{2} = 2,84$$

L.3.3 Uji Total Asam

Hasil uji total asam kombucha daun pandan dengan variasi hari 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 dengan metode titrasi ditunjukkan pada table L.4.1.2

Tabel L.3.2 Nilai Total Asam

Lama Fermentasi (Hari)	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata- rata
Kontrol Teh	0,60	0,06	0,06	0,06
0	0,18	0,18	0,18	0,18
3	0,24	0,24	0,24	0,24
6	0,30	0,30	0,30	0,30
9	0,39	0,36	0,45	0,40
12	0,60	0,54	0,60	0,58
15	0,66	0,78	0,78	0,75

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \times BE}{\text{massa sampel} \times 1000} \times Fp \times 100\%$$

a. Kontrol Teh

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,06\%$$

h. Fermentasi hari ke 0

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,18\%$$

c. fermentasi hari ke 3

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,24\%$$

d. Fermentasi hari ke 6

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,5 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,30\%$$

d. Fermentasi hari ke 9

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,36\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,36\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,7 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,42\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,36\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,7 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,42\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,8 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,48\%$$

d. Fermentasi hari ke 12

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,0 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,60\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,0 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,60\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,9 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,54\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{0,9 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,54\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,0 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,60\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,0 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,60\%$$

d. Fermentasi hari ke 15

- Ulangan 1a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,2 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,72\%$$

- Ulangan 1b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,66\%$$

- Ulangan 2a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,78\%$$

- Ulangan 2b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,78\%$$

- Ulangan 3a

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,78\%$$

- Ulangan 3b

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{1,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 60,05 \text{ g/mol}}{10 \text{ g} \times 1000} \times \frac{10}{100} \times 100\% = 0,78\%$$

L.3.4 Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan kombucha daun pandan dengan variasi hari 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 dengan metode DPPH ditunjukkan pada table L.2.3

Tabel L.4.3 Aktivitas Antioksidan

Lama Fermentasi (Hari)	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata- rata
Kontrol Teh	73,74%	79,33%	81.23%	78.10%
0	89,02%	88,75%	86.42%	88.06%
3	86,18%	85,24%	83.38%	84.93%
6	82,02%	75,90%	78.17%	78.70%
9	76,54%	73,23%	66.02%	71.93%
12	73,99%	64,84%	69.45%	69.43%
15	76,94%	79,17%	72.19%	76.10%

$$\%inhibisi = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100$$

a. Kontrol Teh

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8245 - 0,2165}{0,8245} \times 100 = 73,74\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{1,0145 - 0,1544}{1,0145} \times 100 = 84,78\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{1,0156 - 0,1463}{1,0156} \times 100 = 85,59\%$$

b. Fermentasi hari ke 0

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8229 - 0,0903}{0,8229} \times 100 = 89,02\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8178 - 0,0920}{0,8178} \times 100 = 88,75\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7964 - 0,1081}{0,7964} \times 100 = 86,20\%$$

c. Fermentasi hari ke 3

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8216 - 0,1135}{0,8216} \times 100\% = 86,18\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8155 - 0,0856}{0,8155} \times 100\% = 89,50\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7951 - 0,1099}{0,7964} \times 100\% = 86,17\%$$

d. Fermentasi hari ke 6

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8255 - 0,1484}{0,8255} \times 100\% = 82,02\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8157 - 0,1370}{0,8157} \times 100\% = 83,20\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7955 - 0,1448}{0,7955} \times 100\% = 81,79\%$$

e. Fermentasi hari ke 9

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8224 - 0,1929}{0,8224} \times 100\% = 76,54\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8148 - 0,1603}{0,8148} \times 100\% = 80,32\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7957 - 0,2703}{0,7957} \times 100\% = 66,02\%$$

f. Fermentasi hari ke 12

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8223 - 0,2138}{0,8223} \times 100\% = 73,99\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8155 - 0,1966}{0,8155} \times 100\% = 75,89\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7970 - 0,1855}{0,7970} \times 100\% = 76,72\%$$

g. Fermentasi hari ke 15

- Ulangan 1

$$\%inhibisi = \frac{0,8265 - 0,1510}{0,8265} \times 100\% = 81,73\%$$

- Ulangan 2

$$\%inhibisi = \frac{0,8147 - 0,1219}{0,8147} \times 100\% = 85,03\%$$

- Ulangan 3

$$\%inhibisi = \frac{0,7968 - 0,1935}{0,7968} \times 100\% = 75,71\%$$

Data Uji Organoleptik Kombucha Daun Pandan

Panelis	Sampel	Rasa	Tekstur	Aroma	Warna
1	Kontrol Teh	1	3	3	3
	0 hari	2	2	3	3
	3 hari	3	3	3	2
	6 hari	2	2	2	2
2	Kontrol Teh	2	4	2	3
	0 hari	3	3	1	3
	3 hari	4	2	1	3
	6 hari	3	2	1	3
3	Kontrol Teh	4	4	4	5
	0 hari	1	5	3	4
	3 hari	3	5	1	2
	6 hari	1	1	2	2
4	Kontrol Teh	3	4	3	4
	0 hari	4	4	3	4
	3 hari	2	3	3	3
	6 hari	3	3	3	3
5	Kontrol Teh	5	5	4	5
	0 hari	4	4	5	4
	3 hari	4	4	4	5
	6 hari	3	4	4	5
6	Kontrol Teh	3	4	4	4
	0 hari	3	3	2	3
	3 hari	3	3	3	4
	6 hari	4	4	3	4
7	Kontrol Teh	3	4	4	4
	0 hari	4	2	3	3
	3 hari	3	2	2	3
	6 hari	3	2	2	3
8	Kontrol Teh	5	4	4	4
	0 hari	5	4	3	4
	3 hari	5	3	3	4
	6 hari	5	4	3	4
9	Kontrol Teh	5	5	4	4
	0 hari	4	3	3	4
	3 hari	3	2	2	3
	6 hari	3	3	3	3
10	Kontrol Teh	3	5	4	4
	0 hari	2	2	2	4
	3 hari	3	3	4	5
	6 hari	4	5	4	4
11	Kontrol Teh	3	4	4	2
	0 hari	3	2	2	3
	3 hari	2	1	2	2
	6 hari	3	3	3	3
12	Kontrol Teh	4	4	5	5
	0 hari	4	3	3	4

	3 hari	3	2	2	3
	6 hari	2	2	2	3
13	Kontrol Teh	3	4	3	4
	0 hari	3	3	3	4
	3 hari	2	2	2	4
	6 hari	4	3	2	3
14	Kontrol Teh	4	4	3	4
	0 hari	3	3	2	3
	3 hari	2	3	2	4
	6 hari	1	3	1	3
15	Kontrol Teh	3	4	4	3
	0 hari	2	3	2	4
	3 hari	2	5	2	4
	6 hari	1	1	2	3
16	Kontrol Teh	5	3	4	4
	0 hari	3	2	2	2
	3 hari	2	3	2	2
	6 hari	2	4	2	4
17	Kontrol Teh	5	5	1	5
	0 hari	5	4	2	5
	3 hari	5	4	2	5
	6 hari	4	3	1	4
18	Kontrol Teh	4	4	3	2
	0 hari	3	2	2	2
	3 hari	3	3	2	4
	6 hari	2	4	1	3
19	Kontrol Teh	4	4	3	3
	0 hari	5	4	2	3
	3 hari	5	3	4	3
	6 hari	4	3	2	3
20	Kontrol Teh	4	5	5	5
	0 hari	4	4	3	5
	3 hari	4	4	3	4
	6 hari	4	4	3	4

Lampiran 4. Hasil Analisis SPSS

L.4.1 Nilai pH

Descriptives

pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
3 hari	3	3.2567	.00577	.00333	3.2423	3.2710	3.25	3.26
6 hari	3	3.0733	.01155	.00667	3.0446	3.1020	3.06	3.08
9 hari	3	2.9967	.02309	.01333	2.9393	3.0540	2.97	3.01
12 hari	3	2.8733	.00577	.00333	2.8590	2.8877	2.87	2.88
15 hari	3	2.8400	.00000	.00000	2.8400	2.8400	2.84	2.84
Total	15	3.0080	.15566	.04019	2.9218	3.0942	2.84	3.26

Test of Homogeneity of Variances

pH		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean		8.364	4	10	.003
Based on Median		.523	4	10	.722
Based on Median and with adjusted df		.523	4	3.533	.729
Based on trimmed mean		6.588	4	10	.007

ANOVA

pH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.338	4	.084	575.750	.000
Within Groups	.001	10	.000		
Total	.339	14			

pH

Tukey HSD^a

LamaFermentasi	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
15 hari	3	2.8400				
12 hari	3		2.8733			
9 hari	3			2.9967		
6 hari	3				3.0733	
3 hari	3					3.2567
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) LamaFermentasi	(J) LamaFermentasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3 hari	6 hari	.18333*	.00989	.000	.1508	.2159
	9 hari	.26000*	.00989	.000	.2275	.2925
	12 hari	.38333*	.00989	.000	.3508	.4159
	15 hari	.41667*	.00989	.000	.3841	.4492
6 hari	3 hari	-.18333*	.00989	.000	-.2159	-.1508
	9 hari	.07667*	.00989	.000	.0441	.1092
	12 hari	.20000*	.00989	.000	.1675	.2325
	15 hari	.23333*	.00989	.000	.2008	.2659
9 hari	3 hari	-.26000*	.00989	.000	-.2925	-.2275
	6 hari	-.07667*	.00989	.000	-.1092	-.0441
	12 hari	.12333*	.00989	.000	.0908	.1559
	15 hari	.15667*	.00989	.000	.1241	.1892
12 hari	3 hari	-.38333*	.00989	.000	-.4159	-.3508
	6 hari	-.20000*	.00989	.000	-.2325	-.1675
	9 hari	-.12333*	.00989	.000	-.1559	-.0908
	15 hari	.03333*	.00989	.044	.0008	.0659
15 hari	3 hari	-.41667*	.00989	.000	-.4492	-.3841
	6 hari	-.23333*	.00989	.000	-.2659	-.2008
	9 hari	-.15667*	.00989	.000	-.1892	-.1241
	12 hari	-.03333*	.00989	.044	-.0659	-.0008

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

L.4.2 Total Asam

Descriptives

TotalAsam

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
3 hari	3	.2400	.00000	.00000	.2400	.2400	.24	.24
6 hari	3	.3000	.00000	.00000	.3000	.3000	.30	.30
9 hari	3	.4000	.04583	.02646	.2862	.5138	.36	.45
12 hari	3	.5800	.03464	.02000	.4939	.6661	.54	.60
15 hari	3	.7400	.06928	.04000	.5679	.9121	.66	.78
Total	15	.4520	.19391	.05007	.3446	.5594	.24	.78

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TotalAsam	Based on Mean	7.152	4	10	.005
	Based on Median	.696	4	10	.612
	Based on Median and with adjusted df	.696	4	3.765	.635
	Based on trimmed mean	6.016	4	10	.010

ANOVA

TotalAsam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.510	4	.128	78.741	.000
Within Groups	.016	10	.002		
Total	.526	14			

TotalAsam

Tukey HSD^a

LamaFermentasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3 hari	3	.2400			
6 hari	3	.3000	.3000		
9 hari	3		.4000		
12 hari	3			.5800	
15 hari	3				.7400
Sig.		.411	.073	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TotalAsam

Tukey HSD

(I) LamaFermentasi	(J) LamaFermentasi	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3 hari	6 hari	-.06000*	.03286	.411	-.1682	.0482
	9 hari	-.16000*	.03286	.005	-.2682	-.0518
	12 hari	-.34000*	.03286	.000	-.4482	-.2318
	15 hari	-.50000*	.03286	.000	-.6082	-.3918
6 hari	3 hari	.06000	.03286	.411	-.0482	.1682
	9 hari	-.10000	.03286	.073	-.2082	.0082
	12 hari	-.28000*	.03286	.000	-.3882	-.1718
	15 hari	-.44000*	.03286	.000	-.5482	-.3318
9 hari	3 hari	.16000*	.03286	.005	.0518	.2682
	6 hari	.10000	.03286	.073	-.0082	.2082
	12 hari	-.18000*	.03286	.002	-.2882	-.0718
	15 hari	-.34000*	.03286	.000	-.4482	-.2318
12 hari	3 hari	.34000*	.03286	.000	.2318	.4482
	6 hari	.28000*	.03286	.000	.1718	.3882
	9 hari	.18000*	.03286	.002	.0718	.2882
	15 hari	-.16000*	.03286	.005	-.2682	-.0518
15 hari	3 hari	.50000*	.03286	.000	.3918	.6082
	6 hari	.44000*	.03286	.000	.3318	.5482
	9 hari	.34000*	.03286	.000	.2318	.4482
	12 hari	.16000*	.03286	.005	.0518	.2682

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

L.4.3 Aktivitas Antioksidan

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Antioksidan Fermentasi 3	.252	3	.	.965	3	.642
Fermentasi 6	.234	3	.	.979	3	.720
Fermentasi 9	.262	3	.	.956	3	.597
Fermentasi 12	.175	3	.	1.000	3	.991
Fermentasi 15	.260	3	.	.958	3	.608

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptives

Antioksidan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Fermentasi 3	3	84.9383	1.42578	.82318	81.3965	88.4802	83.38	86.50
Fermentasi 6	3	78.7018	3.09346	1.78601	71.0172	86.3864	75.90	81.50
Fermentasi 9	3	71.9373	5.37644	3.10409	58.5815	85.2931	66.03	77.84
Fermentasi 12	3	69.4358	4.57603	2.64197	58.0683	80.8033	64.85	74.02
Fermentasi 15	3	76.1023	3.56200	2.05652	67.2538	84.9507	72.20	79.99
Total	15	76.2231	6.48031	1.67321	72.6344	79.8118	64.85	86.50

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Antioksidan	Based on Mean	.973	4	10	.464
	Based on Median	.487	4	10	.746
	Based on Median and with adjusted df	.487	4	6.909	.746
	Based on trimmed mean	.937	4	10	.481

ANOVA

Antioksidan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	439.650	4	109.912	7.413	.005
Within Groups	148.273	10	14.827		
Total	587.922	14			

Antioksidan

Tukey HSD^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Fermentasi 12	3	69.4358	
Fermentasi 9	3	71.9373	
Fermentasi 15	3	76.1023	76.1023
Fermentasi 6	3	78.7018	78.7018
Fermentasi 3	3		84.9383
Sig.		.085	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Antioksidan

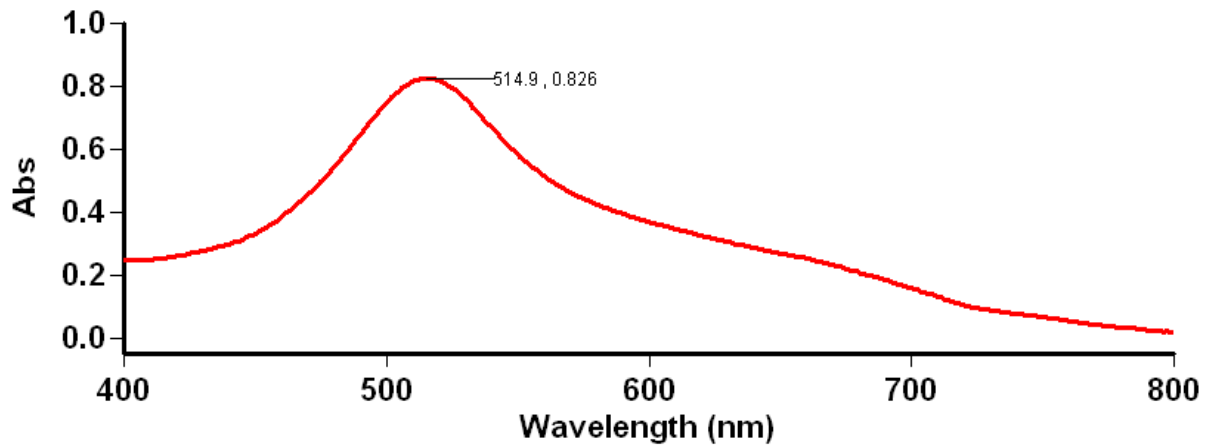
Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Fermentasi 3	Fermentasi 6	6.23653	3.14402	.339	-4.1107	16.5838
	Fermentasi 9	13.00107*	3.14402	.014	2.6539	23.3483
	Fermentasi 12	15.50254*	3.14402	.004	5.1553	25.8498
	Fermentasi 15	8.83608	3.14402	.105	-1.5111	19.1833
Fermentasi 6	Fermentasi 3	-6.23653	3.14402	.339	-16.5838	4.1107
	Fermentasi 9	6.76454	3.14402	.272	-3.5827	17.1118
	Fermentasi 12	9.26601	3.14402	.085	-1.0812	19.6132
	Fermentasi 15	2.59955	3.14402	.916	-7.7477	12.9468
Fermentasi 9	Fermentasi 3	-13.00107*	3.14402	.014	-23.3483	-2.6539
	Fermentasi 6	-6.76454	3.14402	.272	-17.1118	3.5827
	Fermentasi 12	2.50147	3.14402	.926	-7.8457	12.8487
	Fermentasi 15	-4.16499	3.14402	.684	-14.5122	6.1822
Fermentasi 12	Fermentasi 3	-15.50254*	3.14402	.004	-25.8498	-5.1553
	Fermentasi 6	-9.26601	3.14402	.085	-19.6132	1.0812
	Fermentasi 9	-2.50147	3.14402	.926	-12.8487	7.8457
	Fermentasi 15	-6.66646	3.14402	.283	-17.0137	3.6808
Fermentasi 15	Fermentasi 3	-8.83608	3.14402	.105	-19.1833	1.5111
	Fermentasi 6	-2.59955	3.14402	.916	-12.9468	7.7477
	Fermentasi 9	4.16499	3.14402	.684	-6.1822	14.5122
	Fermentasi 12	6.66646	3.14402	.283	-3.6808	17.0137

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 5. Hasil Uji Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS**Lamda Maks DPPH**

Tanggal Analisa: 21 Oktober 2024

**Scan Analysis Report**

Report Time : Mon 21 Oct 01:52:54 PM 2024

Method:

Batch: D:\Mahasiswa On Going\Husnatu\Lamda Maks DPPH (21-10-2024).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: DPPH

Collection Time 10/21/2024 1:53:04 PM

Peak Table

Peak Style	Peaks
Peak Threshold	0.0100
Range	800.0nm to 400.0nm

Wavelength (nm)	Abs
-----------------	-----

514.9	0.826
-------	-------

Absorbansi DPPH Sampel Kombucha Ulangan 1

Tanggal Analisa : 21 Oktober 2024

Advanced Reads Report

Report time 10/21/2024 1:55:26 PM
 Method
 Batch name D:\Mahasiswa On Going\Husnatul\Absorbansi DPPH
 Sampel Kombucha (21-10-2024).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.9
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1016)	514.9

Analysis

Collection time 10/21/2024 1:55:26 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.8224 0.8256
	0.8245	0.0018	0.22	0.8256	
Teh 1					0.2162 0.2168
	0.2165	0.0003	0.16	0.2166	
Kontrol					0.8228 0.8229
	0.8229	0.0001	0.01	0.8230	
Hari 0					0.0903 0.0905
	0.0903	0.0002	0.27	0.0900	
Kontrol					0.8216 0.8216
	0.8216	0.0001	0.01	0.8215	
Hari 3					0.1143 0.1136
	0.1135	0.0008	0.72	0.1126	
Kontrol					0.8245 0.8269
	0.8255	0.0013	0.15	0.8250	
Hari 6					0.1494 0.1482
	0.1484	0.0009	0.59	0.1476	
Kontrol					0.8220 0.8225

	0.8224	0.0004	0.05	0.8228
Hari 9				0.1925
				0.1926
	0.1929	0.0007	0.34	0.1937
Kontrol				0.8224
				0.8219
	0.8223	0.0004	0.05	0.8227
Hari 12				0.2145
				0.2147
	0.2138	0.0014	0.64	0.2123
Kontrol				0.8608
				0.8602
	0.8604	0.0004	0.04	0.8603
Hari 15				0.1986
				0.1981
	0.1984	0.0002	0.11	0.1985

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Absorbansi DPPH Sampel Kombucha Ulangan 2 dan 3

Tanggal Analisa : 31 Oktober 2024

Advanced Reads Report

Report time 10/31/2024 3:17:54 PM
 Method
 Batch name D:\Mahasiswa On Going\Husnatul\Absorbansi DPPH Sampel Kombucha 2 (31-10-2024).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0948)	514.0

Analysis

Collection time 10/31/2024 3:17:54 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.8459
					0.8458
	0.8459	0.0001	0.01	0.8459	
Teh U2					0.1762

				0.1746
	0.1748	0.0014	0.79	0.1735
Kontrol				0.8476
				0.8482
	0.8477	0.0004	0.04	0.8474
Teh U3				0.1593
				0.1590
	0.1591	0.0002	0.10	0.1591
Kontrol				0.8176
				0.8176
	0.8178	0.0004	0.05	0.8183
Hari 0/U2				0.0920
				0.0922
	0.0920	0.0002	0.21	0.0918
Kontrol				0.7961
				0.7965
	0.7964	0.0003	0.04	0.7967
Hari 0/U3				0.1079
				0.1075
	0.1081	0.0006	0.58	0.1087
Kontrol				0.8531
				0.8531
	0.8533	0.0003	0.04	0.8537
Hari 3/U2				0.1260
				0.1262
	0.1259	0.0003	0.25	0.1256
Kontrol				0.8554
				0.8555
	0.8552	0.0004	0.05	0.8548
Hari 3/U3				0.1423
				0.1418
	0.1421	0.0003	0.21	0.1423
Kontrol				0.8537
				0.8535
	0.8532	0.0007	0.08	0.8525
Hari 6/U2				0.2053
				0.2071
	0.2056	0.0014	0.66	0.2044
Kontrol				0.8595
				0.8593
	0.8593	0.0002	0.03	0.8590
Hari 6/U3				0.1878
				0.1876
	0.1875	0.0004	0.19	0.1871
Kontrol				0.8569
				0.8567
	0.8568	0.0002	0.02	0.8570
Hari 9/U2				0.2298
				0.2285
	0.2293	0.0007	0.31	0.2297
Kontrol				0.7956
				0.7955
	0.7957	0.0002	0.03	0.7959
Hari 9/U3				0.2694






				0.2704
	0.2703	0.0008	0.29	0.2709
Hari 12/U2				0.3050
				0.3042
	0.3060	0.0025	0.81	0.3088
Kontrol				0.8661
				0.8668
	0.8664	0.0004	0.04	0.8663
Hari 12/U3				0.2645
				0.2646
	0.2646	0.0001	0.03	0.2646
Kontrol				0.8602
				0.8603
	0.8603	0.0001	0.01	0.8604
Hari 15/U2				0.1817
				0.1786
	0.1792	0.0022	1.24	0.1774
Kontrol				0.8603
				0.8599
	0.8603	0.0004	0.05	0.8607
Hari 15/U3				0.2393
				0.2394
	0.2392	0.0002	0.10	0.2390

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Lampiran 6. Dokumentasi

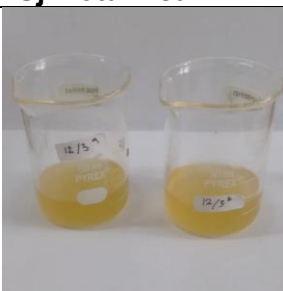


L.6.1 Pembuatan Kombucha Daun Pandan

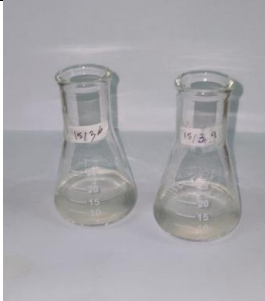


 <p>L.6.1.1 Panen daun pandan</p>	 <p>L.6.1.2 Sortasi daun pandan</p>	 <p>L.6.1.3 Pencucian daun pandan</p>
 <p>L.6.1.4 Pengeringan dan penyerbukan daun pandan</p>	 <p>L.6.1.5 Penimbangan serbuk daun pandan</p>	 <p>L.6.1.6 Penimbangan gula</p>
 <p>L.6.1.7 Pembuatan teh daun pandan</p>	 <p>L.6.1.8 Penyaringan Teh daun pandan</p>	 <p>L.6.1.9 penuangan teh daun pandan pada masing masing toples</p>
 <p>L.6.1.10 Penimbangan SCOBY</p>	 <p>L.6.1.11 Penambahan SCOBY</p>	 <p>L.6.1.12 Proses Fermentasi Kombucha Daun pandan</p>

L.6.2 Uji PH







 <p>L.6.2.1 Panen kombucha</p>	 <p>L.6.2.2 Kalibrasi PH meter</p>	 <p>L.6.2.3 Uji PH kontrol teh</p>
 <p>L.6.2.4 Uji PH fermentasi hari ke 0</p>	 <p>L.6.2.5 Uji PH fermentasi hari ke 3</p>	 <p>L.6.2.6 Uji PH fermentasi hari ke 6</p>
 <p>L.6.2.7 Uji PH fermentasi hari ke 9</p>	 <p>L.6.2.8 Uji PH fermentasi hari ke 12</p>	 <p>L.6.2.9 Uji PH fermentasi hari ke 15</p>

L.6.2 Uji Total Asam

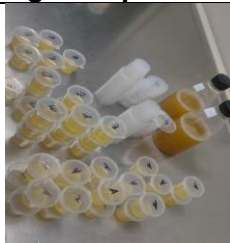


 <p>L.6.2.1 penimbangan 10 g kombucha daun pandan</p>	 <p>L.6.2.2 pengenceran Kombucha daun pandan</p>	 <p>L.6.2.3 penyaringan hasil pengenceran</p>
--	---	--

 <p>L.6.2.4 Penambahan indicator PP</p>	 <p>L.6.2.5 Uji total asam dengan titrasi</p>	 <p>L.6.2.6 Hasil titrasi</p>
--	--	--

L.6.3 Antioksidan

 <p>L.6.3.1 Hasil sentrifuge kombucha daun pandan</p>	 <p>L.6.3.2 Penimbangan serbuk dppH 2,5 g</p>	 <p>L.6.3.3 Pembuatan dppH 50 mL</p>
 <p>L.6.3.4 Pemipetan dppH 3 MI dan sampel 1 mL</p>	 <p>L.6.3.5 Hasil Reaksi dppH dan sampel</p>	 <p>L.6.3.6 Uji antioksidan dengan spektrofotometer UV-VIS</p>

L.6.4 Organoleptik

 <p>L.6.4.1 Menyiapkan sampel untuk uji organoleptik</p>	 <p>L.6.4.2 Menyiapkan form penilaian</p>	 <p>L.6.4.3 Melakukan uji organoleptik</p>
---	--	--

L.6.4 SNI Minuman Probiotik

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yogurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yogurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak	Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak
1	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	cairan kental - padat			cairan kental - padat		
1.2	Bau	-	normal/khas			normal/khas		
1.3	Rasa	-	asam/khas			asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	homogen			homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	min. 3,0	0,6 - 2,9	maks. 0,5	min. 3,0	0,6 - 2,9	maks. 0,5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	min. 8,2			min. 8,2		
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	min. 2,7			min. 2,7		
5	Kadar abu (b/b)	%	maks. 1,0			maks. 1,0		
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		
7	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,3			maks. 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 20,0			maks. 20,0		
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0			maks. 40,0		
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,03			maks. 0,03		
8	Arsen	mg/kg	maks. 0,1			maks. 0,1		
9	Cemaran mikroba							
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau koloni/g	maks. 10			maks. 10		
9.2	<i>Salmonella</i>	-	negatif/25 g			negatif/25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	negatif/25 g			negatif/25 g		
10	Jumlah bakteri starter*	koloni/g	min. 10 ⁷			-		

* sesuai dengan Pasal 2 (istilah dan definisi)



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK
IBRAHIM MALANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI KIMIA

Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl.Gajayana 50 Malang Telp./Fax+62341558933
 www.uin-malang.ac.id Email: info@uin-malang.ac.id, kimia@uin-malang.ac.id

LEMBAR BUKTI TELAH REVISI SKRIPSI

Nama : Husnatul Kholivia Pawestringtyas
 NIM : 200603110111
 Judul Skripsi : Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius Roxb.*)
 Hari/Tanggal Ujian : Selasa / 10 Desember 2024

No	Dewan Sidang	Tanggal Revisi	TTD
1.	Penguji Utama Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P NIP. 19750410 200501 2 009	21 Desember 2024	
2.	Anggota Penguji I Rif'atul Mahmudah, M.Si NIP.19830125 2023211 2 020	23 Desember 2024	
3.	Anggota Penguji II/Pembimbing I Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P NIP.19760105 202321 2 012	21 Desember 2024	
4.	Anggota Penguji II/Pembimbing I Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc NIP. 19710311 200312 1 002	20 Desember 2024	

Catatan:

1. Batas waktu maksimum melakukan revisi
 - Proposal : 1 BULAN jika tidak selesai, mahasiswa HARUS ujian ulang
 - Skripsi : 1 BULAN jika tidak selesai, mahasiswa HARUS ujian ulang
2. Lembar revisi dibuat rangkap 5 (lima), diberikan kepada:
 1. Pembimbing (digunakan untuk mengambil Bukti Lulus Ujian Proposal)
 2. Konsultan
 3. Korlab (digunakan saat ijin masuk laboratorium)
 4. Mahasiswa yang bersangkutan
 Petugas administrasi jurusan (dilengkapi dengan naskah proposal yang sudah direvisi) selanjutnya mahasiswa berhak menerima Bukti Lulus Ujian Proposal.