

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KURMA (*Phoenix dactylifera*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Streptococcus mutans* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DATE EXTRACT (*Phoenix dactylifera*) ON THE GROWTH OF *Streptococcus mutans* BACTERIA
IN VITRO**

THESIS

By:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032



**SCHOOL OF MEDICINE
FACULTY OF MEDICINE AND HEALTH SCIENCE
MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY
MALANG
2021**

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KURMA (*Phoenix dactylifera*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Streptococcus mutans* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Universitas Islam Negeri

Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked)

Oleh:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DATE EXTRACT (*Phoenix dactylifera*) ON THE GROWTH OF *Streptococcus mutans* BACTERIA
IN VITRO**

THESIS

A Thesis Submitted to:

Faculty of Medicine and Health Sciences

Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Bachelor of Medicine Degree (S.Ked)

Oleh:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

**SCHOOL OF MEDICINE
FACULTY OF MEDICINE AND HEALTH SCIENCE
MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY
MALANG
2021**

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KURMA (*Phoenix dactylifera*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Streptococcus mutans* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal: 25 Juni 2021

Pembimbing I,



dr. Avin Ainur F., M.Biomed

NIP 198002032009122002

Pembimbing II,



Dr. Zainabur Rahmah, M.Si

NIP 19810207201701012122

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter



dr. Ana Rahmawati, M.Biomed

NIP 197412032009122001

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DATE EXTRACT (*Phoenix dactylifera*) ON THE GROWTH OF *Streptococcus mutans* BACTERIA
IN VITRO**

THESIS

By:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

Approved by:

Thesis Advisor I,



dr. Avin Ainur F., M.Biomed

NIP 198002032009122002

Thesis Advisor II,



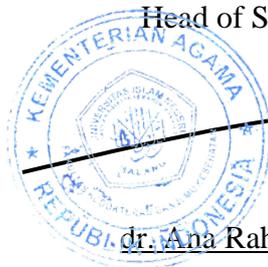
Dr. Zainabur Rahmah, M.Si

NIP 19810207201701012122

Date: 25th of June 2021

Acknowledged

Head of School of Medicine



dr. Ana Rahmayati, M.Biomed

NIP 197412032009122001

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KURMA (*Phoenix dactylifera*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Streptococcus mutans* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

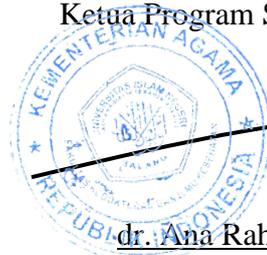
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked)

Tanggal: 30 Januari 2021

Penguji Utama	<u>dr. Laila Nur Rachma, M.Biomed</u> NIP. 198406232011012009	
Ketua Penguji	<u>Dr. Zainabur Rahmah, M.Si</u> NIP. 19810207201701012122	
Sekretaris Penguji	<u>dr. Avin Ainur F., M.Biomed</u> NIP. 198002032009122002	

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter



dr. Ana Rahmawati, M.Biomed

NIP. 197412032009122001

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DATE EXTRACT (*Phoenix dactylifera*) ON THE GROWTH OF *Streptococcus mutans* BACTERIA
IN VITRO**

THESIS

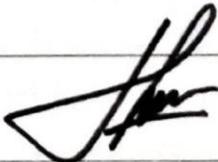
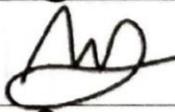
By:

IRMA TRIANWARIZHA FREDELA

17910032

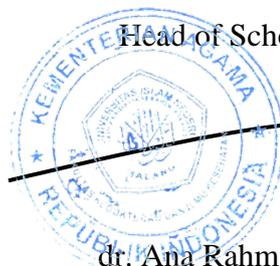
Has Been Examined by Committee Member of Examiner as The
Requirements for the Degree of
Bachelor of Medical (S.Ked)

Date: 25th of June 2021

Main Examiner	<u>dr. Laila Nur Rachma, M.Biomed</u> NIP. 198406232011012009	
Head	<u>Dr. Zainabur Rahmah, M.Si</u> NIP. 19810207201701012122	
Secretary	<u>dr. Avin Ainur F., M.Biomed</u> NIP. 198002032009122002	

Approved by:

Head of School of Medicine



dr. Ana Rahmawati, M.Biomed

NIP. 197412032009122001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irma Trianwarizha Fredela
NIM : 17910032
Program Studi : Pendidikan Dokter
Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

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

Malang, 31 Januari 2021

Yang membuat pernyataan,

Irma Trianwarizha Fredela



NIM. 17910032

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. DR. H. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Prof. Dr. dr. Yuyun Yueniwati, M.Kes, Sp.Rad (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. dr. Ana Rahmawati, M.Biomed, selaku ketua Program Studi Pendidikan FKIK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang atas bantuan yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini.
4. dr. Avin Ainur, M.Biomed dan Dr. Zainabur Rahmah, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. dr. Laila Nur Rachma, M.Biomed selaku dosen penguji skripsi, yang telah banyak memberikan masukan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.
6. Segenap sivitas akademika Program Studi Pendidikan Dokter, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
7. Ayahanda tercinta Irianto ST., MM dan ibunda tercinta Dra. Suwarsi, yang senantiasa memberikan dukungan dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu serta terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti terucap.

8. Irvan Adhitya Candra, S.T. dan Apt. Irsita Trisiyana Pramudhita, S.Farm selaku kakak penulis tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan dalam menuntut ilmu.
9. Mochammad Febri Ghozali selaku teman terdekat dan teman seperjuangan tim skripsi, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama menuntut ilmu serta selalu menemani penulis hingga saat ini.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 19 Maret 2021

Irma Trianwarizha Fredela

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN PERNYATAAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kurma (<i>Phoenix dactylifera</i>)	7
2.2 Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	33
2.3 Kerangka Teori Penelitian.....	49
BAB III	53
KERANGKA KONSEP	53
3.1 Kerangka Konsep Penelitian	53
3.2 Hipotesis Penelitian.....	54
BAB IV	55
METODE PENELITIAN	55
4.1 Desain Penelitian.....	55
4.2 Variabel Penelitian	55
4.3 Tempat dan Waktu Penelitian	55
4.4 Populasi Penelitian.....	56
4.5 Sampel Penelitian dan Jumlah Pengulangan.....	56
4.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	57
4.7 Definisi Operasional.....	58
4.8 Prosedur Penelitian.....	60
4.9 Alur Penelitian	70

4.10	Analisis Data	71
4.11	Tabel Hasil Pengamatan KBM.....	71
4.12	Tabel Hasil Pengamatan KHM.....	72
BAB V	.....	73
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	73
5.1	Hasil Penelitian	73
5.2	Analisis Data	82
5.3	Pembahasan.....	95
5.4	Kajian Integrasi Islam	102
BAB VI	.....	107
PENUTUP	.....	107
6.1	Kesimpulan	107
6.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	.....	109
LAMPIRAN	.....	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Kurma.....	8
Gambar 2.2 Struktur Buah Kurma.....	10
Gambar 2.3 Perkolator.....	23
Gambar 2.4 Alat ekstraksi sokhlet.....	25
Gambar 2.5 Alat <i>Ultrasound-Assisted Extraction</i>	27
Gambar 2.6 Reaktor <i>Microwave-assisted extraction</i> (MAE).....	29
Gambar 2.7 <i>Streptococcus mutans</i>	35
Gambar 2.8 Struktur bakteri secara general	38
Gambar 2.9 Perkembangan pembentukan biofilm (plak gigi) pada <i>Streptococcus mutans</i>	41
Gambar 5.1 Identifikasi Bakteri	73
Gambar 5. 2 Hasil uji fitokimia pada ekstrak kurma.....	75
Gambar 5. 3 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma K (1) – K (4). Kontrol (positif dan negatif) pengulangan pertama hingga keempat; P (1) – P (4). Kelompok perlakuan (konsentrasi 50%, 25%, 12,5% dan 6,25%) pengulangan pertama hingga keempat.	76
Gambar 5. 4 Metode dilusi tabung (KBM).....	79
Gambar 5. 5 Pengamatan jumlah koloni secara visual.....	79
Gambar 5. 6 Diagram batang kesimpulan diameter zona hambat.....	96
Gambar 5. 7 Diagram batang kesimpulan jumlah koloni bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	98

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Contoh tabel hasil pengamatan KBM	71
Tabel 4.2 Contoh tabel hasil pengamatan KHM	72
Tabel 5. 1 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma (mm) (setelah dikurangi diameter cakram).....	76
Tabel 5. 2 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma (mm) (setelah dikurangi diameter cakram) dengan standar deviasi	77
Tabel 5. 3 Pengamatan jumlah koloni pada penghitungan manual	80
Tabel 5. 4 Pengamatan jumlah koloni secara visual.....	81
Tabel 5. 5 Deskripsi statistik data diameter zona hambat	83
Tabel 5. 6 Uji Homogenitas diameter zona hambat	83
Tabel 5. 7 Uji <i>Kruskal Wallis</i> diameter zona hambat.....	84
Tabel 5. 8 Uji <i>Post Hoc</i> diameter zona hambat.....	85
Tabel 5. 9 Uji <i>Spearman</i> Diameter Zona Hambat.....	87
Tabel 5. 10 Ketentuan tingkat kekuatan korelasi antar variabel Uji <i>Spearman</i> ...	88
Tabel 5. 11 Deskripsi statistik data jumlah koloni	89
Tabel 5. 12 Uji homogenitas jumlah koloni	90
Tabel 5. 13 Uji <i>Kruskal Wallis</i> jumlah koloni bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	91
Tabel 5. 14 Uji <i>Post Hoc</i> jumlah koloni bakteri <i>Streptococcus mutan</i>	92
Tabel 5. 15 Uji <i>Spearman</i> jumlah koloni bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Etik Penelitian	120
Lampiran 2. Uji Fitokimia Ekstrak Kurma	121
Lampiran 3. Uji Normalitas Diameter Zona Hambat.....	122
Lampiran 4. Uji <i>Kruskal Wallis</i> Diameter Zona Hambat.....	126
Lampiran 5. Uji <i>Post Hoc</i> Diameter Zona Hambat.....	126
Lampiran 6. Uji Normalitas Jumlah Koloni Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	130
Lampiran 7. Uji Homogenitas Jumlah Koloni Bakteri <i>Streptococcus mutans</i> ..	133
Lampiran 8. Uji <i>Kruskal Wallis</i> Jumlah Koloni Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	134
Lampiran 9. Uji <i>Post Hoc</i> Jumlah Koloni.....	134
Lampiran 10. Uji Korelasi <i>Spearman</i> Diameter Zona Hambat.....	138
Lampiran 11. Uji Korelasi <i>Spearman</i> Jumlah Koloni Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	138

ABSTRAK

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KURMA (*Phoenix dactylifera*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Streptococcus mutans* SECARA IN VITRO.

Irma Trianwarizha Fredela, Avin Ainur Fitriyaningsih, Zainabur Rahmah

Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas
Negeri Islam Maulana Malik Ibrahim Malang

Besarnya penderita karies gigi tidak hanya di Indonesia melainkan di dunia, terutama pada anak-anak dan masyarakat yang memiliki ekonomi rendah sehingga tidak memiliki kesadaran untuk menjaga dan merawat kesehatan gigi dan mulut. Kurma yang baik secara kesehatan maupun dalam Islam menjelaskan bahwa banyaknya manfaat pada buah kurma. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) pada aktivitas antibakteri berbagai dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *post-test control* dengan metode penelitian eksperimental kuantitatif. Ekstraksi kurma dilakukan dengan metode maserasi kemudian dilanjutkan rotary evaporator untuk memisahkan ekstrak kurma dengan pelarutnya. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan metode difusi cakram *Kirby-Bauer* untuk mendapatkan diameter zona hambat dan dilakukan streak plate untuk melihat jumlah koloni bakteri. Dari hasil penelitian ini didapatkan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) pada konsentrasi 12,5% dengan rata-rata diameter zona hambat adalah 2,75 mm sedangkan pada Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) didapatkan pada konsentrasi 50% dengan rata-rata jumlah koloni sebanyak 7 CFU. Kesimpulan: Terdapat aktivitas antibakteri ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) yang dapat menghambat dan membunuh bakteri *Streptococcus mutans* serta adanya hubungan searah antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

Kata kunci: *Streptococcus mutans*; *Phoenix dactylifera*; Karies gigi; Konsentrasi Hambat Minimum (KHM); Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)

ABSTRACT

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF DATE EXTRACT (*Phoenix dactylifera*) ON THE GROWTH OF *Streptococcus mutans* BACTERIA IN VITRO.

Fredela, Irma Trianwarizha, Avin Ainur Fitriyaningsih, Zainabur Rahmah

School of Medicine Faculty of Medicine and Health Science Maulana Malik Ibrahim
State Islamic University Malang

The number of people with dental caries does not only exist in Indonesia but also throughout the world, especially in children and people who have a low economy so that they do not have the awareness to maintain and care for dental and oral health. Dates that are both in health and also Islam explain that there are many benefits to dates. Objective: This study aimed to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) on the antibacterial activity of various doses of date extract (*Phoenix dactylifera*) on the growth of *Streptococcus mutans* bacteria in vitro. This study used a post-test control group design with quantitative experimental research methods. Dates extraction was carried out by maceration method then followed by a rotary evaporator to separate the date extract with the solvent. Then using the Kirby-Bauer disk diffusion method to get the diameter of the inhibition zone and streak plate to see the number of bacterial colonies. The research found that Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was obtained at a concentration of 12.5% with an average inhibition zone diameter of 2.75 mm while the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) was obtained at a concentration of 50% with an average number of colonies of 7 CFU. There is an antibacterial activity of date extract (*Phoenix dactylifera*) which can inhibit and kill *Streptococcus mutans* bacteria and there is a direct relationship between the dose of date extract (*Phoenix dactylifera*) on the growth of *Streptococcus mutans* bacteria.

Keywords: *Streptococcus mutans*; *Phoenix dactylifera*; Dental caries; Minimum Inhibitory Concentration of MIC); Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut *World Health Organization* (WHO), karies gigi adalah penyakit yang mengganggu kesehatan mulut dan gigi pada masyarakat global. Selain itu, penyakit ini termasuk dalam *Non-Communicable Diseases* (NCD) atau penyakit tidak menular yang prevalensinya paling luas (WHO, 2017). Berdasarkan *Global Burden of Disease Study* tahun 2016 menyatakan bahwa penderita karies gigi di seluruh dunia mencapai 3,58 milyar jiwa (Budijanto, 2019). Sedangkan pada *Global Burden of Disease Study* tahun 2017 menyatakan bahwa penyakit mulut dan gigi diderita oleh 3,5 milyar jiwa penduduk dunia dengan kondisi yang paling umum ditemukan yaitu karies gigi (WHO, 2020). Walaupun karies gigi termasuk dalam *Non-Communicable Diseases* (NCD), namun karies gigi bisa memengaruhi sejumlah besar orang di semua kalangan masyarakat termasuk kelompok sosial ekonomi, hal yang paling terpengaruh adalah kesejahteraan hidup, interaksi sosial dan ekonomi mereka (Yadav and Prakash, 2016). Biaya keuangan pengobatan karies gigi saja sudah cukup besar. Diperkirakan, secara global pada tahun 2010, karies gigi memakan biaya pengobatan sekitar 298 miliar USD. Selain itu, biaya perawatan yang harus dibayar mencapai 144 miliar USD, dengan total biaya keseluruhan mencapai 442 miliar USD (WHO, 2017).

Secara nasional, menurut data Riskesdas 2018 prevalensi masyarakat yang mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut dalam 12 bulan terakhir di Indonesia masih terbilang tinggi, yaitu dengan prevalensi sebesar 57,6%, tetapi hanya 10,2% yang mendapat perawatan oleh tenaga medis gigi (Budijanto, 2019). Pada hasil

Survei Riset Kesehatan Dasar tahun 2007 sendiri menyatakan bahwa prevalensi penduduk yang memiliki masalah kesehatan gigi mulut sebanyak 23,4%, penduduk yang telah kehilangan seluruh gigi aslinya adalah 1,6% dan prevalensi nasional karies aktif adalah 43,4%, di mana prevalensi sebesar 50–70% dengan balita merupakan prevalensi tertinggi (Widayati, 2014). Pada provinsi Yogyakarta didapatkan laporan bahwa 70% dari 152 anak prasekolah yang ada di kota Serpong menderita karies gigi dengan risiko *Decay Missing Filled Teeth* (DMFT) atau risiko kerusakan tambal gigi sebesar 3,67. Selain itu terdapat pengalaman karies pada 1.406 anak yang berusia 12 tahun dengan DMFT 3,8 (Widita *et al.*, 2017).

Karies gigi terjadi karena hilangnya substansi gigi yaitu email dan dentin karena asam akibat konsumsi gula berlebihan dan kurangnya perawatan kesehatan gigi sehingga membuat bakteri pada gigi berkembang biak (WHO, 2019). Bakteri yang telah berkembang biak secara pesat dapat menyebabkan plak pada gigi. Plak gigi tersebut merupakan tanda-tanda demineralisasi karies dan nantinya mampu menghancurkan jaringan gigi yang keras. Penghancuran lokal dari jaringan keras gigi disebut juga dengan karies gigi (Selwitz *et al.*, 2007).

Manfaat dari buah kurma sendiri telah disebutkan dalam firman Allah SWT dalam Alquran surah An-Nahl ayat 11 yang berbunyi:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ
يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾ (النحل: ١١)

Artinya: *Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan* (Q.S An-Nahl; 11) (Departemen Agama RI, 2017).

Pada ayat di atas disebutkan bahwa Allah SWT menurunkan hujan agar dapat menumbuhkan buah-buahan yang bermanfaat bagi manusia. Pada ayat tersebut kurma termasuk dalam buah-buahan yang disebut sebagai salah satu tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang berakal (Departemen Agama RI, 2017). Hal tersebut menjadi petunjuk kepada manusia bahwa kurma mempunyai manfaat yang berarti, dalam hal ini yaitu manfaat bagi kesehatan mulut dan gigi karena pada kurma mengandung suatu zat yang disebut dengan tanin (Gunawan *et al.*, 2010).

Tanin adalah senyawa polifenol dari struktur metabolit sekunder yang memiliki berbagai bioaktivitas *in vitro*, salah satunya sebagai agen antibakteri (Soad Al-daihan, 2012). Tanin tampaknya mempengaruhi pertumbuhan bakteri melalui beberapa mekanisme, yaitu mekanisme secara langsung dan tidak langsung. Mekanisme tidak langsung dengan cara menghambat enzim mikroba ekstraseluler, serta perampasan substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba, sedangkan mekanisme secara langsung juga bisa dengan bertindak melalui penghambatan fosforilasi oksidatif pada metabolisme mikroba (Sieniawska *and* Baj, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan Harun Gunawan, Ariadna Djais, dan Soeherwin Mangundjaja pada tahun 2010 dengan judul “*The Effect of Phoenix dactylifera on Salivary Mutans Streptococci*” menjelaskan bahwa kurma dapat berpotensi menjadi antibakteri. Penelitian ini menggunakan metode penelitian sederhana, yaitu *Pretest-Post Test Control Group Design*, di mana penelitian ini dilakukan dengan cara menghadirkan 20 responden yang akan diminta untuk memakan buah kurma dan buah selain kurma untuk diambil air liurnya, lalu dihitung jumlah koloni per unitnya. Sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan

menggunakan metode *Post Test Only Control Group Design*, di mana akan dilakukan dengan metode *in vitro* dan tidak memerlukan responden di dalamnya (Gunawan *et al.*, 2010).

Sedangkan pada penelitian dengan judul “Efek Antibakteri Cuka Kurma Terhadap *Streptococcus mutans* Secara *in vitro*” yang dilakukan oleh Haris tahun 2016, menyimpulkan bahwa cuka kurma mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara *in vitro* (Haris, 2016). Pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram *Kirby Bauer* dilakukan untuk mengetahui efektivitas antibakteri dari cuka kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan konsentrasi 100%; 87,5%; 75%; 62,5%; dan 50% terhadap bakteri *Streptococcus mutans*, di mana penelitian ini menggunakan metode yang hampir mirip dengan penelitian yang akan dilakukan. Terlihat perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada jenis kurmanya, di mana penelitian oleh Melur Fatima ini menggunakan cuka kurma sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan ekstrak kurma.

Penelitian ini didasarkan dari pemikiran apabila terdapat makanan manis yang bisa digunakan sebagai obat antibakteri penyebab karies gigi, seperti *Streptococcus mutans*. Makanan manis tersebut adalah kurma (*Phoenix dactylifera*) yang telah disebutkan pada penelitian-penelitian sebelumnya sebagai antibakteri. Kurma sendiri sering ditemui dan bahkan menjadi salah satu buah yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Bahan aktif sebagai antibakteri yang terdapat pada kurma (*Phoenix dactylifera*) yaitu tanin (Gunawan *et al.*, 2010) yang bisa saja menjadi obat kumur dari bahan kurma (*Phoenix dactylifera*).

Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk membuktikan aktivitas antibakteri pada konsentrasi dosis yang tepat dari senyawa yang terkandung dalam ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*.

1.2 Rumusan Masalah

Seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang masalah di atas, maka dapat dihasilkan rumusan masalah, yaitu:

1. Apakah terdapat aktivitas antibakteri pada dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) yang efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans*?
2. Apakah terdapat hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan umum dari penelitian, yaitu untuk mengetahui aktivitas antibakteri pada berbagai dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans in vitro*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan khusus dari penelitian, yaitu:

1. Untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri pada dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) yang efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans*.
2. Untuk mengetahui hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya terkait aktivitas antibakteri pada dosis kurma (*Phoenix dactylifera*) yang efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans*.

1.4.2 Manfaat Aplikatif

Manfaat penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan dan sumber informasi untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat, serta dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari guna mencegah terjadinya penyakit karies gigi atau kesehatan mulut dan gigi lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kurma (*Phoenix dactylifera*)

2.1.1 Taksonomi dan Morfologi

Kurma (*Phoenix dactylifera*) adalah buah tertua yang berasal dari Timur Tengah dan Afrika Selatan (Siregar *et al.*, 2018). Kurma (*Phoenix dactylifera*) sendiri sudah dipercaya oleh masyarakat sekitar menjadi buah yang sehat untuk dikonsumsi hingga menjadi obat tradisional pada beberapa penyakit (Siregar *et al.*, 2018). Kurma (*Phoenix dactylifera*) adalah buah yang nilai nutrisinya tinggi dan buah ini memiliki banyak sifat baik untuk kesehatan, yaitu antifungal (Borochove-Neori *et al.*, 2015), antidiare, antioksidan, antiinflamasi, antijamur, antibakteri dan anti-proliferasi yang signifikan (Mallhi *et al.*, 2014). Pada penelitian ini berfokus pada satu sifat kurma yaitu antibakteri.

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivision	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Phylum	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophyta
Class	: Liliopsida
Superorder	: Lilianae
Order	: Arecales
Family	: Arecaceae
Genus	: Phoenix

Species : *Phoenix dactylifera* (“*Phoenix dactylifera* L.”, 2019)

Buah ini termasuk golongan dalam famili *Arecaceae* (*Angiospermae*, *monocotyledon*) yang terdiri dari sekitar 200 marga pada sekitar 4000 spesies (Mallhi *et al.*, 2014). ‘*Phoenix*’ sendiri adalah salah satu marga dengan sekitar 14 spesies, yang ada di daerah tropis atau subtropis di Timur Tengah dan Afrika Utara (Amorós *et al.*, 2009). Di daerah tersebut, ‘*Phoenix*’ yang ada termasuk dalam spesies ‘*Phoenix dactylifera*’. Nama spesies dari kurma (*Phoenix dactylifera*) yaitu “*Phoenix*” mempunyai arti buah berwarna merah atau keunguan. Sedangkan ‘*dactylifera*’ sendiri adalah pengelompokan dari kata Yunani yaitu *dactylus*, yang berarti “jari,” dan kata Latin yaitu ‘*ferous*’, yang artinya “bantalan” (Muni, 2020).



Gambar 2.1 Pohon Kurma
(“*Phoenix dactylifera* L.,” 2019)

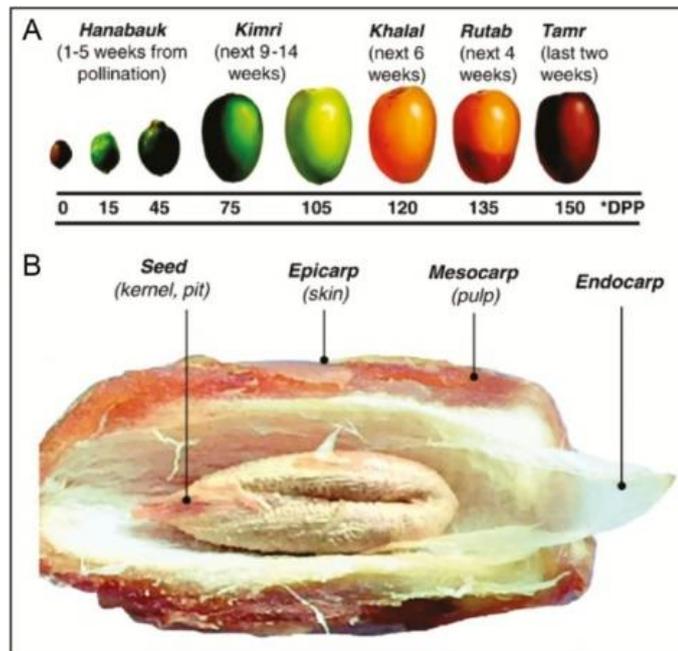
Kurma memiliki banyak spesies berbeda yang umumnya beredar di Indonesia antara lain kurma Ajwa, Saudi Arabia, Tunisia, Mesir Madu, Agal Madinah, Madinah, dan Lulu, sedangkan kurma Ajwa merupakan jenis kurma yang ditanam sendiri oleh Nabi Muhammad SAW (Abdillah *et al.*, 2018). Berdasarkan

kandungan gulanya, kurma diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yang pertama lunak seperti jenis kurma bernama Barhee. Kedua jenis semi-kering seperti Dayri dan yang terakhir jenis kering seperti Thoory (Perveen, 2012). Menurut Louaileche 2015, identifikasi senyawa dan pengujian aktivitas antioksidan dari tujuh belas jenis kurma di antaranya yang tumbuh di Algeria sudah dilakukan sedangkan kandungan dari kurma jenis Ajwa sendiri masih belum diketahui (Abdillah *et al.*, 2018).

Pohon kurma memiliki tinggi sekitar 15 – 25 meter yang daunnya berbentuk menyirip sepanjang 3 – 5 meter (Soebahar *et al.*, 2015). Pohon kurma memiliki bunga-bunga yang terkumpul menjadi ikatan-ikatan di ujung bagian atas pohonnya. Kelompok ikatan tersebut memiliki ratusan hingga ribuan helai buah kurma. Pada saat panen, berat perikatan bisa mencapai 5-20 kg dan per pohonnya bisa menghasilkan 100-180 kg (Yahia *and* Kader, 2011). Buah kurma memiliki berat sebesar 2 – 60 gram dengan panjang 3 – 7 cm, di mana pada konsistensi dagingnya bermacam-macam, mulai dari konsistensi kering hingga basah. Kurma sendiri memiliki warna yang beragam, mulai dari kuning kecoklatan, coklat gelap hingga kuning kemerahan (Soebahar *et al.*, 2015). Buahnya memiliki biji monokotil atau biji tunggal yang dibungkus dengan kulit serat bernama *endocarp* lalu ada *mesocarp* yaitu daging buah dan yang paling luar ada kulit buah yang dinamakan *epicarp* (Gambar 2.2) (Al-Shwyeh, 2019).

Buah kurma memiliki lima tahap pertumbuhan yang mewakili kematangan, pembelahan atau pemanjangan sel yang berbeda. Lima tahap tersebut adalah Hanabauk, Kimri, Khalal, Rutab dan terakhir tahap Tamr (Hammouda *et al.*, 2013). Pada tingkatan tersebut memiliki kandungan yang berbeda-beda, pada kematangan pertama yang masih berwarna hijau (Kimri) memiliki kadar tanin paling tinggi,

pada tingkat kematangan kedua yang sudah mulai berwarna (Khalal) mulai memiliki kadar sukrosa dan pada tingkatan kematangan selanjutnya (Rutab) yang sudah berwarna kecoklatan memiliki tekstur yang lembut dan sukrosa sudah dikonversi menjadi gula-gula *invert*, maka dari itu pada tahap ini lebih digemari orang karena memiliki rasa yang sangat manis serta tingkatan terakhir kematangan yaitu Tamr yang kandungan tanin paling sedikit di antara tahapan lainnya (Soebahar *et al.*, 2015). Selain itu buah kurma dapat dikonsumsi pada tahap Rutab dan Tamr (Al-Najada *and* Mohamed, 2014).



Gambar 2.2 Struktur Buah Kurma

(Al-Shwyeh, 2019)

2.1.2 Asal dan Persebaran

Arab Saudi, yaitu Madinah dan sekitarnya menjadi tempat asal dari kurma jenis Ajwa (Yasin *et al.*, 2015). Kurma merupakan menu makanan utama yang biasanya dikonsumsi oleh masyarakat Uni Emirat Arab (UEA), Afrika Utara dan Tunisia. Ekspor kurma secara global yang bersumber dari UEA dengan persentase

55% dan dari Tunisia sebesar 22% (Hammouda *et al.*, 2013). Buah ini juga bisa ditanam di Australia, Meksiko, dan Amerika Serikat, yaitu di Kalifornia selatan, Arizona, dan Texas (Al-Turki *et al.*, 2010).

Perkiraan populasi kurma (*Phoenix dactylifera*) di seluruh dunia akan terus meningkat pada setiap tahunnya dan perkembangannya mulai menyebar dari Mauritania Afrika hingga Pakistan juga sampai dengan India (Pintaud *et al.*, 2013). Kurma diperkirakan dapat dikembangbiakkan dari daerah Teluk Arab, Lembah Sungai Indus, *Fertile Crescent* di Timur Tengah (Gros-Balthazard *et al.*, 2016; Tengberg, 2012), dan Afrika (Larson *et al.*, 2014).

2.1.3 Fitokimia

Fitokimia adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan itu sendiri yang dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan bagi manusia, sedangkan pada tumbuhan memiliki fungsi untuk melindungi tumbuhan dari kerusakan maupun penyakit yang dapat menyerang tumbuhan tersebut (Saxena *et al.*, 2013). Fitokimia dibagi dalam dua kategori utama, yaitu (Thatoi *and* Patra, 2011):

a. Metabolit primer

Metabolit primer memiliki peran penting dalam metabolisme sel tumbuhan, sehingga ketiadaan metabolit primer dapat menyebabkan kematian langsung pada sel tumbuhan (Thatoi *and* Patra, 2011). Contoh dari bahan kimia metabolit primer adalah asam nukleat, lemak, protein dan karbohidrat (Dias *et al.*, 2012).

b. Metabolit sekunder

Metabolit sekunder merupakan biosintesis senyawa yang diproduksi untuk mekanisme pertahanan dari gangguan mikroorganisme lain atau pada

mekanisme daya tarik tumbuhan terhadap serangga untuk penyerbukan (Mendoza *and* Silva, 2018) dalam rangka kelangsungan hidup sel tumbuhan (Dias *et al.*, 2012). Kelompok metabolit sekunder adalah salah satunya senyawa terpen, yaitu sekelompok lipid yang tidak dapat disaponifikasi (González Mera *et al.*, 2019). Kedua, senyawa fenolat yang disintesis dari jalur asam shikimat (Mendoza *and* Silva, 2018), sedangkan yang terakhir merupakan senyawa alkaloid yang berasal dari asam amino namun pada senyawa alkaloid murni diturunkan dari asam antranilik dan nikotinat (González Mera *et al.*, 2019). Senyawa alkaloid dan fenol adalah senyawa yang dapat membatasi atau menunda tumorigenesis, sehingga bermanfaat dalam pengobatan kemoterapi pada penyembuhan kanker (Ato Koomson *et al.*, 2018).

Buah kurma sendiri kaya akan fitokimia seperti karotenoid, tanin, sterol dan polifenol misalnya asam fenolik, isoflavon, lignin serta flavonoid. Konsentrasi dan komposisi dari unsur-unsur di atas sangat bervariasi dan tergantung pada beberapa parameter, termasuk varietas buah, tahapan kematangan, tekstur buah, dan dari parameter asal geografis dari buah kurma serta kondisi tanah perkebunannya (Yahia *and* Kader, 2011). Fitokimia dari buah kurma mengalami penurunan total karotenoid hingga 30% setelah kurma dikeringkan. Selain itu kandungan fenolik pada kurma kering lebih rendah enam kali lipat dibandingkan kurma segar (Yasin *et al.*, 2015).

1. Karotenoid

Karotenoid termasuk dalam fitokimia kelas utama yang terjadi pada fraksi lipid buah kurma. Bahan kimia ini sebagai *precursor* vitamin A di mana

berperan dalam penglihatan dan sebagai antioksidan yang melindungi sel dari efek merusaknya zat radikal bebas. Karotenoid dibagi menjadi dua subkelas utama, berdasarkan ada atau tidaknya oksigen dalam molekul, yaitu *xantophil* yang mengandung atom oksigen dan karoten yang kekurangan oksigen (Boudries *et al.*, 2007).

Pada penelitian Al Farsi yang diungkapkan pada artikel jurnal milik Al-Alawi dkk. berhasil menemukan total karotenoid dari hasil analisisnya bahwa pada salah satu varietas kurma yaitu Khalas terdapat jumlah karotenoid yang paling tinggi yang sudah diperkirakan dari warna yang dimiliki varietas kurma tersebut yaitu kuning. Pada penelitian lain disebutkan bahwa pada tiga varietas dalam tiga tahap pematangan yang dapat dimakan yaitu Khalal, Rutab dan Tamr terdapat komposisi karotenoid yang berbeda-beda serta pada buah kurma mengandung lutein dan β -karoten sebagai karotenoid utama (Al-Farsi *et al.*, 2005).

Buah kurma sendiri dapat mengalami kerusakan pada total karotenoid setelah dikeringkan pada sinar matahari yaitu antara 4 hingga 30%. Buah kurma yang kering merupakan sumber karotenoid moderat (0,97 mg/100 g) dibandingkan buah kering yang lainnya. Contohnya buah ara yang hanya terdapat sumber karotenoid sebesar 0,032 mg/100 g dan buah aprikot kering dengan sumber karotenoid mencapai 2,20 mg/100 g (terlalu tinggi) (Martín-Sánchez *et al.*, 2014).

2. Fitosterol dan Fitoestrogen

Fitokimia utama lain yang ditemukan dalam fraksi larut lemak adalah fitosterol. Buah kurma memiliki struktur kimia yang mirip dengan kolesterol,

maka dari itu secara eksklusif senyawa fitosterol berada didalamnya. Ada banyak sekali fitosterol yang ada, namun sekitar 200 fitosterol yang ada di alam banyak terdapat dalam buah dan sayuran, sedangkan pada buah kurma terdapat beberapa fitosterol (Amorós *et al.*, 2009). Pada tahun 1978, campuran sterol tanaman kristalin diisolasi untuk pertama kalinya dari bagian buah kurma yang dapat dimakan dan telah diidentifikasi sebagai sterol yang termasuk dalam β -sitosterol, stigmasterol, campesterol dan isofukosterol (Al-Alawi *et al.*, 2017). Reseptor estrogen dapat diikat oleh fitoestrogen sehingga dapat memberikan efek estrogenik atau antiestrogenik (Al-Turki *et al.*, 2010).

3. *Phenolic Acids*

Salah satu tanaman aromatik utama metabolit sekunder adalah asam fenolat yang mengandung fungsi hidroksil yang terletak pada cincin *aromatic benzene* dengan satu atau lebih gugus asam karboksilat. Asam fenolat ini dapat dibagi menjadi dua kelas utama, yaitu turunan asam benzoat dengan tujuh atom karbon dalam kandungannya dan turunan asam sinamat yang terkandung didalamnya sembilan atom karbon. Asam benzoat dan asam sinamat ini termasuk sebagai antioksidan yang efektif dikarenakan perannya yang bertindak sebagai penangkap radikal bebas (El Sohaimy *et al.*, 2015).

Buah kurma sendiri dilaporkan mengandung banyak asam fenolat pada beberapa penelitian yang ada. Contohnya pada penelitian Al Farsi dkk. mempelajari tiga jenis kurma Oman yang berbeda (Fard, Khasab dan Khalas) (Al-Farsi *et al.*, 2005). Pada penelitian mereka ditemukan bahwa kurma-kurma tersebut mengandung turunan asam benzoate, yaitu: asam p-hidroksibenzoat, asam protokatekuat, asam vanilat, asam galat dan asam syringat. Sedangkan

turunan asam sinamat yang terdapat di dalamnya adalah; asam o-kumarat, asam p-kumarat, asam *caffeic*, dan asam ferulik, asam sinapinat/sinapik (Al-Farsi *et al.*, 2005).

Pada penelitian lain yang meneliti tujuh varietas buah kurma yang dibudidayakan di Aljazair oleh Mansouri dkk. mengidentifikasi asam fenolik utama yang terkandung termasuk asam p-koumarik, asam ferulik dan asam sinapik. Selain itu, tiga isomer berbeda dari asam shikimik 5-o-kafeoil telah diidentifikasi, selain itu asam *xanthoxylin*, asam hidrokafeik, dan asam *coumaroylquinic* juga dilaporkan terkandung di dalam buah tersebut. Kandungan asam fenolat utama yang ada di dalam varietas buah kurma dari Arab Saudi adalah asam galat, asam p-kumarat, dan turunan asam ferulik (Hamad *et al.*, 2015).

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Awad dkk. melaporkan bahwa kuantitas senyawa fenolik dapat menurun sebesar 25% melalui tahap pematangan dari Khalal ke tahap Tamar pada budidaya buah kurma dari Tunisia (Awad *et al.*, 2011). Namun, penelitian lain yang dilakukan oleh Al-Najada dan Mohamed yang mempelajari perubahan total kandungan fenolik buah kurma Khalas dan kurma jenis Shishi selama penyimpanan pada suhu 4°C, mereka menemukan bahwa kandungan asam fenolik meningkat secara signifikan setelah 6 bulan, sedangkan setelah 12 bulan penyimpanan kandungan fenolik semakin meningkat hingga jumlah menjadi dua kali lipat (Al-Najada and Mohamed, 2014).

4. Flavonoids

Bagi tumbuhan polifenol, flavonoid termasuk dalam famili fenol terbesar yang asalnya dari metabolit sekunder. Flavonoid memiliki lebih dari 4000 macam yang dikenali (Saxena *et al.*, 2013) dan klasifikasi subkelompoknya bermacam-macam, yaitu flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, isoflavon, isoflavonon, flavan-3-ols, dan antosianidin. Flavonoid terkandung dalam banyak buah dan sayuran yang memiliki peran sebagai antioksidan dan anti-inflamasi (Moss and Ramji, 2016).

Pada penelitian yang dilakukan Abdullah Saleh tahun 2011, mendapatkan hasil bahwa kandungan metabolit sekunder berupa katekin yang termasuk dalam golongan flavonoid berbeda pada tiga varietas kurma, yaitu Sukkari, Ajwa dan Khalas. Kandungan katekin pada Ajwa dan Sukkari tidak berbeda jauh, yaitu 7,50 mg/kg pada Sukkari dan 7,30 mg/kg pada Ajwa. Namun pada Khalas memiliki kandungan katekin paling rendah yang mencapai 5 mg/kg (Saleh *et al.*, 2011).

Salah satu dari senyawa flavonoid, yaitu luteolin dan katekin merupakan senyawa antioksidan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan vitamin C, vitamin E dan β -karoten. Ditambah lagi pada senyawa flavonoid mampu menghambat aktivitas antibakteri serta aktivitas estrogenik dan antiinflamasi, sehingga dapat terhindar dari efek berbahaya yang mungkin menyerang tumbuhan (Saxena *et al.*, 2013).

5. Tanin

Tanin juga terkandung di dalam buah kurma yang berasal dari senyawa polifenol (Amira *et al.*, 2012) dan memiliki sifat antibakteri (Altemimi *et al.*,

2017). Kata “Tanin” sendiri berasal dari Bahasa Perancis yang memiliki arti zat penyamakan. Tanin memiliki jumlah yang beragam pada tanaman. Tumbuhan tingkat rendah seperti alga, lumut dan jamur tidak terdapat banyak tanin, namun tanin banyak terdapat pada kulit pohon di mana mereka memiliki peran menghalangi mikroorganisme sehingga dapat melindungi pohon tersebut dan menjadi daya tahan alami tanaman. Maka dari pernyataan tersebut, tanin memiliki sifat antibakteri (Ashok, 2012).

Tanin terdistribusi ke seluruh kerajaan tumbuhan yang terbentuk dalam kondisi setelah dekomposisi vegetasi. Berat molekul senyawa ini termasuk dalam dua kategori utama yang besar, yaitu gugus hidroksil dan karboksil (Sari and Rita, 2015). Struktur ini telah disederhanakan, walaupun demikian tetap menunjukkan kompleksitas tanin. Molekul organik pembentuk senyawa ini adalah asam galat, *Guaiacyl*, *Syringyl* dan *Cresylic Moieties*. Struktur tanin banyak ditemukan di berbagai bagian dari tanaman itu sendiri, seperti jaringan daun, jaringan tunas, jaringan biji, jaringan akar dan juga batang khususnya pada inti kayu runjung di mana tanin ini dapat menghambat aktivitas mikroba (Ashok, 2012).

Tanin terdapat dua jenis, yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis di mana yang paling sering ditemui pada tumbuhan adalah tanin yang terkondensasi. Khasiat dari tanin sendiri ada banyak, termasuk di dalamnya khasiat sebagai astringen, anti diare, antibakteri dan antioksidan. Banyak buah yang mengandung tanin, di antaranya adalah buah bungur muda, buah naga, kulit buah durian, daun belimbing wuluh, biji jinten hitam, sirih merah, pinus dan juga kurma termasuk di dalamnya (Fathurrahman and Musfiroh, 2018).

Pada beberapa penelitian mengklasifikasikan tanin terhidrolisis menjadi beberapa kelas yang berbeda, yaitu *gallotannins*, *ellagitannins*. *Ellagitannin* memiliki ciri-ciri gugus ester heksahidroksil difenil selain poligalil ester. *Ellagitannin* menghasilkan asam *ellagic* pada hidrolisis: selain senyawa fenolik lainnya, yaitu asam *chebolic*, asam *chloroellagic* dll. Sumber *ellagitannin* adalah *myrobalans*, *pomegranaterind*, *rose-apple* dll. Sedangkan *gallotannin* menghasilkan asam galat pada hidrolisis. Tanin adalah zat polifenol kompleks yang mudah terdegradasi. Spesies tumbuhan berikut ini mengandung *gallotannin* sendiri atau campuran tanin, pati, gula, dll. seperti: *Myrobalan*, *Chinese galls*, *Turkish galls*, *Dhava*, *Sumach*, *Teri-pods* dll. *Gallotannin*, juga disebut asam tanin, diperoleh dari *plant galls* (“Ancient Science of Life, Vol XIII No 3 & 4,” 1994).

Ekstrak tanin terkondensasi terdiri dari oligomer flavonoid yang disertai dengan derajat polimerisasi rata-rata yang berbeda. Proporsi kecil dari flavan-3-ols, flavan-3,4-diols, dan analog flavonoid lainnya juga termasuk di dalamnya. Karbohidrat, seperti residu rusak dari hemiselulosa, dan heksosa, pentosa, dan disakarida bersama dengan beberapa asam imino dan asam amino merupakan bagian non-fenolik dari ekstrak tanin. Pada monoflavonoid juga hadir dalam proporsi, namun terlalu rendah untuk mempengaruhi sifat ekstrak. Sebaliknya, oligomer yang berasal dari hidrolisis hemiselulosa seringkali terdapat dalam jumlah yang cukup. Sama halnya, rantai karbohidrat dengan berbagai panjang terkadang juga terkait dengan unit flavonoid di tanin. Struktur dasar tanin ini didasarkan pada unit flavonoid (Pizzi, 2019).

2.1.4 Kandungan Buah Kurma

Pada buah kurma yang memiliki nilai gizi yang tinggi secara alami memiliki kualitas yang baik. Hal tersebut dilihat dari kadar gulanya, kurma dengan kadar gula >30,5% atau kadar air <66% telah dianggap sudah atau akan matang dengan baik (Hong *et al.*, 2006). Gizi yang tinggi dalam buah kurma ini dikarenakan buah ini kaya akan serat makanan, karbohidrat, protein, mineral berupa zat zink (Zn), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), mangan (Mn), kalsium (Ca), kalium (K) dan selenium (Se) serta terdapat juga vitamin A, vitamin B kompleks seperti tiamin (B1), riboflavin (B3), pantotenik (B5), piridoksin (B6), dan folat (B9) serta vitamin K (Sadeghi *and* Kuhestani, 2014).

Kurma adalah buah yang kaya akan sumber nutrisi seperti karbohidrat (44-88%), serat makanan (6,4-11,5%), lemak (0,2-0,4%), gula (60-80%) dan protein (2,3-5,6%) (Hasnaoui *et al.*, 2010). Kurma juga mengandung asam lemak misalnya Asam palmitoleik, asam oleat, linoleat dan linolenat. Ada 23 jenis asam amino dalam protein pada buah kurma dan beberapa di antaranya tidak terdapat dalam buah-buahan bergizi seperti pisang, jeruk, dan apel. Selain vitamin A, B1, B2 dan asam nikotinat ini juga merupakan penyusun kurma (Mallhi *et al.*, 2014).

Kurma (*Phoenix dactylifera*) telah dipelajari sebagai pemanis alami yang aman dimakan untuk masyarakat dengan gangguan kesehatan mulut dan gigi serta aman dikonsumsi bagi seseorang yang memiliki gangguan pada lambung. Hal tersebut disebabkan karena buah kurma sendiri memiliki kandungan sukrosa, fruktosa dan glukosa alami. Pada buah kurma juga mengandung vitamin K yang penting dalam proses pembekuan darah dan metabolisme tulang, sedangkan magnesium yang terkandung di dalamnya dapat menjadi obat anti inflamasi selain

itu juga penting untuk pertumbuhan tulang. Menggunakan indikator keasaman atau pH saliva juga bisa mengukur kariogenitas suatu pemanis dan apabila hasil pH saliva tinggi maka termasuk dalam kelompok bebas karies, sebaliknya jika pH saliva rendah maka termasuk dalam kelompok dengan karies tinggi (Praptiwi, 2017).

2.1.5 Ekstraksi Buah Kurma

Teknik ekstraksi tidak dilakukan secara sembarangan. Ada banyak cara ekstraksi tumbuhan, namun memilih teknik ekstraksi sendiri tergantung kepada jenis tumbuhan dan bahan aktif yang diinginkan. Maka, sangat penting untuk memerhatikan tujuan dari ekstraksi itu sendiri. Tujuan pengekstraksian tumbuhan adalah suatu upaya untuk memperoleh senyawa-senyawa yang memiliki struktur yang sejenis, memperoleh dan mengidentifikasi semua metabolit sekunder dari suatu tumbuhan tertentu sebagai tanda kimia dan adanya kajian metabolisme (Endarini, 2016).

Ada berbagai macam teknik ekstraksi yang bisa dilakukan, di mana teknik ekstraksi terbagi menjadi dua jenis, yaitu (Endarini, 2016):

1. Teknik konvensional

- a. Maserasi

Teknik jenis ini dilakukan dengan perendaman tanaman dengan suhu kamar selama tiga hari secara utuh atau yang telah digiling kasar dengan pelarut dalam wadah yang tertutup sampai tumbuhan larut dalam cairan pelarut, kemudian diaduk beberapa kali dalam sehari. Setelah perendaman

selesai lalu disaring hingga ampas terpisah dari cairannya (Tiwari *et al.*, 2011).

Keuntungan dari teknik ini adalah bagian dari tanaman yang diekstraksi tidak harus dalam wujud serbuk dan teknik ini cukup mudah dilakukan oleh orang yang belum pernah melakukan ekstraksi jenis maserasi ini serta pada teknik ini memakai lebih sedikit alkohol dibandingkan teknik perkolasi atau sokhletasi. Sedangkan kerugian pada teknik ini apabila dilakukan adalah perlunya perlakuan berupa pengadukan, pengepresan dan penyaringan, dalam kata lain proses yang dilakukan lebih lama dan total pelarut yang digunakan cukup banyak, namun dapat menghindari kerusakan pada senyawa-senyawa termolabil (Mukhriani, 2014).

b. Infusi

Teknik infusi ini termasuk dalam teknik maserasi namun pada teknik ini dilakukan dengan jangka waktu yang pendek. Suhu untuk air mendidih yang digunakan tergantung pada ketahanan senyawa aktif yang ada. Metode ini sesuai apabila dilakukan pada tanaman yang mudah larut dan jika dibutuhkan ekstraksi segar sebelum dipakai pada penelitian (Abu bakar *and* Haque, 2020).

Selain itu, hasil dari teknik infus ini tidak dapat digunakan dalam jangka panjang karena teknik ini tidak menggunakan pengawet. Akan tetapi pada beberapa penelitian, teknik infus ini dilakukan pendidihan lagi

untuk mengurangi kadar air yang ada di dalamnya, kemudian diberi sedikit alkohol untuk mengawetkan (Endarini, 2016).

c. Dekoksi

Dekoksi biasanya dilakukan pada bagian tumbuhan, berupa kulit kayu, batang, ranting atau akar dan umbi-umbian yang direbus dalam air mendidih pada volume selama 15 menit (Tiwari *et al.*, 2011), sehingga tidak sesuai digunakan pada kandungan dengan sifat termolabil . Kemudian rendaman itu didinginkan lalu disaring agar cairan ekstrak terpisah dari ampasnya. Rasio yang dipakai antara tumbuhan dan volume air berkisar antara 1:4 atau 1:6. Penguapan terus terjadi saat dilakukan perebusan bagian tumbuhan untuk mempercepat ekstraksi, sehingga hasil dari dekoksi hanya sekitar seperempat dari volume semula dan ekstrak ini sebaiknya digunakan pada tanaman yang larut dalam air dan tahan panas (Abu bakar *and* Haque, 2020).

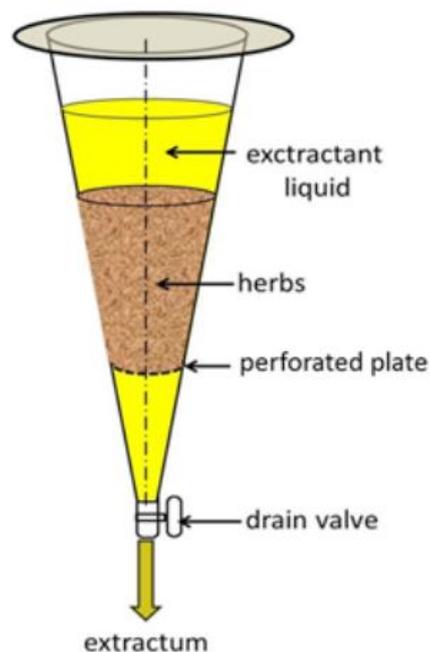
d. Perkolasi

Teknik perkolasi ini adalah teknik yang paling sering digunakan untuk mengekstrak tumbuhan pada penelitian-penelitian. Alat perkolator biasanya berbentuk silinder dengan kerucut terbuka pada ujungnya (Julianto, 2019).

Proses pada teknik ini dengan bagian tumbuhan direndam dengan pelarut berupa etanol 55% atau etanol 70% selama 4 jam dalam tungku yang tertutup. Setelah itu baru dimasukkan ke dalam perkolator yang bagian bawahnya ditutup selama 24 jam (Abu bakar *and* Haque, 2020).

Hasil dari perkolasi ini dialirkan dengan cara bagian bawah yang tadi tertutup kemudian dibuka, sehingga mengalir ke wadah yang tersedia. Kemudian dibilas dengan sejumlah pelarut hingga volume yang didapatkan sekitar tiga per empat dari volume yang diinginkan. Lalu dilakukan penekanan pada ampas hingga volume cairan sesuai dengan volume yang diinginkan (Tiwari *et al.*, 2011). Campuran ekstrak yang didapatkan, dijernihkan dengan proses sedimentasi yang kemudian dilanjutkan dengan dekantasi (Endarini, 2016).

Kelebihan dari teknik ini yaitu, selalu dialiri dengan pelarut yang baru dan bersih. Akan tetapi, kekurangannya yaitu pasti membutuhkan jumlah pelarut yang banyak dan waktu yang lama (Mukhriani, 2014).



Gambar 2.3 Perkolator

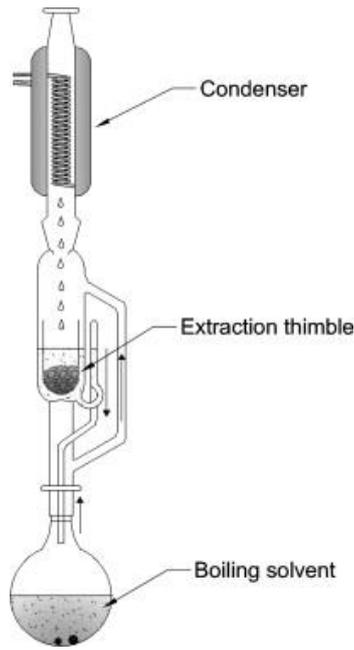
(Julianto, 2019)

e. Ekstraksi kontinyu dengan pemanasan (sokhletasi)

Ekstraksi ini digunakan jika terdapat kelarutan terbatas dalam pelarut pada senyawa yang diinginkan serta terdapat zat pengotor yang tidak dapat terlarut dalam pelarutnya (Julianto, 2019). Teknik ini biasanya digunakan untuk mengambil ekstrak dari bagian tumbuhan yang solid atau keras, seperti daun, akar, biji, dan batang (Zygler *et al.*, 2012).

Setelah dilakukan penumbukan agak kasar pada tumbuhan, lalu dimasukkan ke dalam *thimble* (kantong berpori) yang terbuat dari kertas saring dan dimasukkan dalam aparatus sokhlet untuk pengekstraksian dengan menggunakan pelarut seperti methanol atau air suling (Sruthi and Indira G., 2016). Proses ini diulang secara kontinyu otomatis yang paling efisien karena menggunakan waktu dan jumlah pelarut yang lebih sedikit dibandingkan dengan maserasi dan perkolasi .

Keuntungan dari teknik ini adalah cukup menggunakan satu wadah atau satu alat dari embun hasil pemanasan menetes ke thimble dan membawa senyawa terlarut ke dalam wadah atau labu penampung (Julianto, 2019). Kekurangan dari teknik ini adalah memerlukan proses ekstraksi yang panjang dan pelarut yang banyak (Endarini, 2016). Metode ini tidak dapat dilakukan kepada senyawa yang termolabil, dikarenakan pemanasan yang kontinyu dapat menyebabkan degradasi termal dari senyawa .



Gambar 2.4 Alat ekstraksi sokhlet

(Zygler *et al.*, 2012)

f. Ekstraksi dengan alkohol teknis secara fermentasi

Teknik ini dilakukan dengan perendaman tumbuhan baik dalam bentuk serbuk atau rebusan selama waktu tertentu sehingga menghasilkan fermentasi dan terbentuk kandungan alkohol secara insitu. Alkohol yang terbentuk tadi juga dapat difungsikan sebagai pengawet dalam proses pengekstraksian (Handa *et al.*, 2008).

Biasanya teknik ini dilakukan dalam memproduksi bahan aktif dari tanaman obat (Endarini, 2016). Fermentasi pada teknik ini dilakukan pada wadah yang terbuat dari tanah liat, maka wadah tersebut sebaiknya bukan wadah baru atau setidaknya sudah pernah dipakai untuk merebus air (Handa *et al.*, 2008).

g. Ekstraksi kontinu secara lawan arah (*Counter-current Extraction*)

Pada teknik ini, tumbuhan dihancurkan dalam mesin penghancur bergigi (*slurry*) untuk menghasilkan bubur halus. Tumbuhan yang telah dihancurkan kemudian diarahkan ke ekstraktor silinder hingga terjadi kontak dengan pelarut. Semakin jauh bahan bergerak, maka akan semakin pekat ekstraksi yang dihasilkan (Handa *et al.*, 2008).

Keuntungan dari proses ini adalah dibutuhkan waktu yang singkat dan tidak beresiko dengan suhu yang tinggi. Hal ini dikarenakan pada teknik ini dilakukan pada suhu kamar sehingga meminimalkan kerusakan dari bahan aktif yang mungkin rentan terhadap paparan suhu tinggi. Apabila saat penumbukan menyebabkan panas keluar, maka diserap dengan air yang digunakan pada saat penggilingan (Endarini, 2016).

2. Teknik Non Konvensional

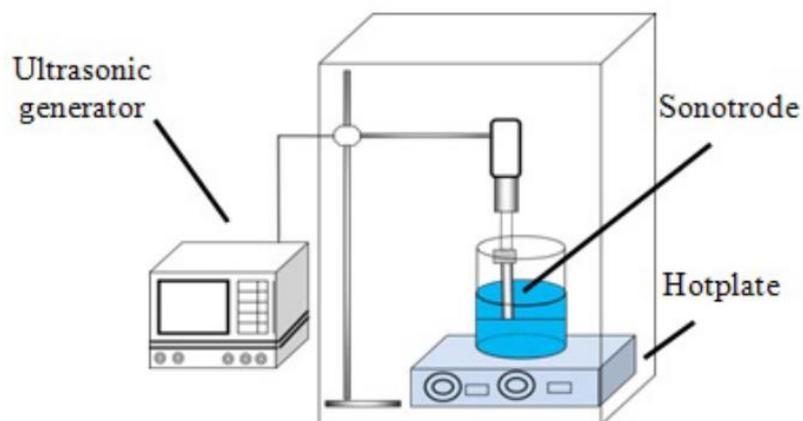
a. Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik (*Ultrasound Assisted Extraction/UAE*)

Teknik non konvensional adalah teknik yang dilakukan dengan berbagai macam bentuk pelarut yang berbeda-beda untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari bahan tanaman. *Ultrasound* dengan frekuensi yang dipakai kisaran 20-2000 kHz digunakan untuk meningkatkan permeabilitas sel dari tanaman, sehingga dapat menghasilkan ekstrak yang tinggi (Altemimi *et al.*, 2017).

Gelombang ultrasonik dapat membantu pengekstraksian dengan memakai alat *sonicator*. Tanaman yang akan diekstrak terlebih dahulu

dikeringkan lalu ditumbuk agak kasar, setelah itu disaring di kertas saring yang kuat sebelum diletakkan di labu kerucut dan diekstrak dengan alat *sonicator* selama 30 menit. Kemudian pelarut dipisahkan dari ekstraknya dengan vakum sebelum dikeringkan dalam desikator (Sruthi *and* Indira G., 2016).

Kelebihan yang didapatkan dari teknik ini yaitu hanya memerlukan waktu yang singkat untuk ekstraksi dan hanya membutuhkan sedikit energi serta pelarut. Sedangkan kelemahan yang ada pada teknik ini adalah biaya yang sangat mahal serta bahan aktif bisa saja menurun dikarenakan frekuensi gelombang yang dipakai mencapai 20 kHz dan menimbulkan pembentukan radikal bebas dari teknik ini (Endarini, 2016).



Gambar 2.5 Alat *Ultrasound-Assisted Extraction*

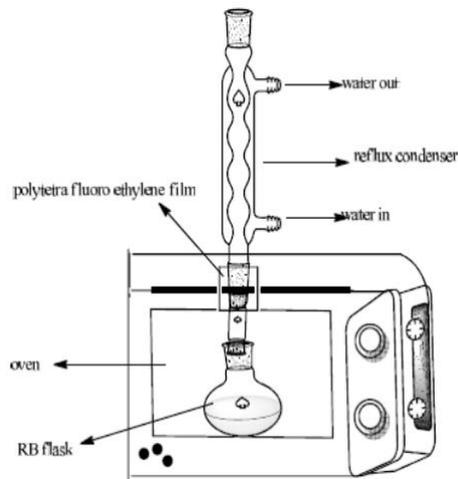
(Julianto, 2019)

b. Ekstraksi berbantu gelombang mikro (*Microwave Assisted Extraction/MAE*)

Teknik ini dibantu oleh gelombang mikro yang merupakan medan elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MHz sampai 300 GHz.

Gelombang ini terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang berosilasi secara tegak lurus. Prinsip dari teknik ini adalah pada gelombang mikro pertama dilakukan pemanasan objek, sehingga nantinya dapat mengubah objek yang menyerap energy elektromagnetik tersebut menjadi panas (Altemimi *et al.*, 2017). Teknik ini tepat apabila digunakan untuk mengambil ekstraksi dengan senyawa flavonoid sebagai senyawa utama yang dicari (Abu bakar *and* Haque, 2020).

Keuntungan menggunakan teknik ini adalah laju pemanasan lebih cepat, pelarut yang tidak terlalu banyak, suhu yang digunakan lebih rendah, ukuran peralatan lebih kecil dan rendemen ekstraksi lebih tinggi (Endarini, 2016). Namun kekurangan pada metode ini, yaitu teknik ini hanya sesuai apabila dipakai untuk tanaman dengan konsentrasi senyawa yang dicari adalah senyawa fenolik dan avonoid, karena senyawa tanin dan antosianin dapat diekstrak apabila dengan memakai suhu tinggi (Abu bakar *and* Haque, 2020).



Gambar 2.6 Reaktor *Microwave-assisted extraction* (MAE)

(Julianto, 2019)

c. Ekstraksi dengan fluida superkritik

Titik kritik merupakan suatu suhu atau tekanan yang pada kondisi ini suatu bahan tidak dapat dibedakan antara fase cair atau gas. Sedangkan pada superkritik, suatu bahan sudah tidak dapat didefinisikan dalam fase cair maupun gas, sehingga bahan tersebut tidak dapat diubah sifatnya lagi atau tidak dapat dicairkan lagi dengan suhu maupun tekanan. Ekstraksi jenis ini mampu mengurangi pemakaian pelarut organik namun kapasitas produksi meningkat (Handa *et al.*, 2008).

Keuntungan menggunakan teknik ini adalah memiliki tetapan difusi yang tinggi, namun viskositas dan tegangan pada permukaannya lebih rendah dari pelarut organik berbentuk cairan. Selain itu, waktu ekstraksi lebih cepat dibanding teknik konvensional, selektivitas fluida superkritik juga lebih tinggi daripada pelarut organik yang umumnya dipakai, mudah dilakukan dan mampu digunakan dalam suhu yang rendah. Ditambah lagi,

pada pelarut organik yang dipakai di teknik ini dapat didaur ulang, sehingga mengurangi pembentukan limbah (Endarini, 2016).

Faktor yang harus dikendalikan untuk efisiensi ekstraksi pada teknik ini berupa suhu, tekanan, volume sampel, pengumpulan analit, waktu, penggunaan pelarut, laju air pelarut dan rasio massa pelarut terhadap bagian tanaman yang digunakan untuk ekstraksi (Handa *et al.*, 2008).

d. Proses fitonik

Teknik ekstraksi ini termasuk yang paling baru dan memakai pelarut berupa hidrofluorokarbon-134a. Teknik ini banyak digunakan untuk mengekstrak bahan pengharum seperti minyak atsiri, pewarna alami, ekstrak antibiotik, ekstrak fitofarmaka dan ekstrak biologis lain (Handa *et al.*, 2008).

Banyak keuntungan yang didapatkan dari teknik terbaru ini, yaitu dari segi kelestarian lingkungan, kesehatan dan keamanan. Pelarut pada teknik ini juga dapat disesuaikan dengan keperluannya. Pelarutnya juga tidak bersifat asam maupun basa, sehingga tidak terjadi reaksi kimia pada bahan aktif yang akan diekstrak (Endarini, 2016).

Hasil dari teknik ini juga tidak rusak walaupun terpapar oleh suhu tinggi karena pada suhu -25°C saja sudah mencapai titik didih dari pelarut ini. Pelarut ini juga tidak mudah terbakar maupun beracun. Proses ekstraksi juga berlangsung pada pH netral dan tanpa oksigen sehingga aman dari reaksi hidrolisis atau oksidasi (Handa *et al.*, 2008).

2.1.6 Mekanisme Antibakteri

Menurut laporan dari WHO bahwa lebih dari 50% dari kematian seluruh dunia diakibatkan dari penyakit infeksi, khususnya pada negara berkembang dan negara tropis seperti Indonesia ini. Banyak penelitian yang meneliti tanaman obat dengan cara tradisional untuk pengobatan beberapa penyakit infeksi karena aktivitas antibakteri, antifungal dan antivirus pada tanaman obat tersebut (El-Far *et al.*, 2016).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Samad dkk. tahun 2016 dijelaskan tentang aktivitas antibakteri pada empat varietas kurma (*Phoenix dactylifera*) yang berbeda, yaitu Mabroom, Mariami, Safawi dan Ajwa. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada varietas kurma Ajwa dan Safawi mampu menghambat pertumbuhan spesies bakteri *Bacillus cereus* pada 400 mg/ml, sedangkan pada Mabroom dan Mariami dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada 500 mg/ml (El-Far *et al.*, 2019).

Pada penelitian Sallal dan Ashkenani yang dijelaskan pada jurnal Ali Hafez dkk. yang berjudul “*Protection and Remedy Food*” tahun 2016 meneliti tentang aktivitas antimikroba buah kurma (*Phoenix dactylifera*) pada bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Pada penelitian tersebut dihasilkan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) dapat menghambat 80-90% pertumbuhan kultur bakteri dalam bentuk kaldu. *Bacillus subtilis* terbukti sangat terpengaruh oleh perawatan ekstrak melalui pemanjangan sel. Melihat hasil penelitiannya, ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) bisa menjadi salah satu obat antimikroba dan diproduksi menjadi obat berbentuk salep topikal (El-Far *et al.*, 2016).

Pada jurnal review yang berjudul “*Antibacterial Activities of Extracts of Leaf, Fruit, Seed and Bark of Phoenix dactylifera*” oleh Sooad dan Ramesa menunjukkan bahwa dari seluruh ekstrak bagian tanaman kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki potensi antimikroba. Akan tetapi ekstrak pada buah dan pada daun memiliki aktivitas antimikroba paling tinggi apabila diperlakukan terhadap *Streptococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun dan buahnya lebih efektif sebagai antibakteri dibandingkan dengan biji dan kulit pada batangnya. Aktivitas antibakteri dari kurma (*Phoenix dactylifera*) mungkin disebabkan oleh penyusun fitokimianya seperti alkaloid, flavonoid dan tanin yang telah dilaporkan memiliki sifat antibakteri. Pada penelitian ini juga dilaporkan bahwa kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki aktivitas antibakteri yang melawan bakteri gram negatif (Sooad Al-daihan, 2012).

Aktivitas antimikroba tanin disebabkan oleh toksisitas yang mereka hasilkan pada bakteri, jamur, dan ragi. Walaupun tanin memiliki kemampuan untuk mengendapkan protein dan telah banyak diketahui serta dibuktikan, namun mekanisme kerja utamanya didasarkan pada penghambatan molekuler yang sebagian besar terjadi pada membran sel mikroorganisme, seperti penghambatan pembentukan kompleks yang menimbulkan malformasi dan meningkatkan permeabilitasnya. Mekanisme lain terkait dengan penghambatan enzim mikroba ekstraseluler, penurunan senyawa yang diperlukan untuk pertumbuhan sel, atau modulasi metabolisme melalui penghambatan kapasitas fosforilasi oksidatif atau deprivasi ion logam (Sieniawska and Baj, 2017).

2.2 Bakteri *Streptococcus mutans*

2.2.1 Taksonomi dan Morfologi

Streptococcus mutans termasuk dalam kelompok famili *Streptococcaceae*, selain itu bakteri ini merupakan bakteri kariogenik yang merupakan penyebab utama terjadinya karies gigi. Sedangkan rongga mulut adalah habitat utama dari bakteri ini untuk bakteri berkolonisasi pada permukaan gigi, sehingga *Streptococcus mutans* merupakan flora normal yang berada di rongga mulut (Black, 2008; Riedel *et al.*, 2019). Menurut Clarke (1924), klasifikasi *Streptococcus mutans* adalah sebagai berikut: (“ITIS Standard Report Page: *Streptococcus mutans*,” 2012)

Kingdom	: Bacteria
Subkingdom	: Posibacteria
Divisio	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacilalles
Family	: Streptococcaceae
Genus	: Streptococcus
Species	: <i>Streptococcus mutans</i>

Istilah dari *Streptococcus mutans* memiliki makna dasar yang diambil dari hasil pemeriksaan mikrobiologi yaitu dengan pengecatan gram bakteri. Bentuk dari bakteri ini berbeda dari Streptococcus lainnya, yaitu oval. Dikarenakan perbedaan tersebut maka bakteri ini dinamakan mutan dari *Streptococcus* (Fatmawati, 2011).

Bakteri *Streptococcus mutans* termasuk salah satu dalam golongan bakteri Gram-positif yang merupakan golongan dengan interaksi antara ionik dan hidrofobik spesifik serta struktur permukaannya yang mirip dengan lektin. Lektin ini berfungsi untuk melekatkan diri pada pelikel satu sama lain (Riedel *et al.*, 2019). *Streptococcus mutans* mampu melarutkan enamel dari kemampuannya berupa metabolisme karbohidrat hingga menjadi asam, sehingga pH saliva dan pH plak bisa menurun sampai pada titik kritis. Bakteri ini dapat melekat pada permukaan gigi karena kemampuannya dalam menyintesis glukukan dari sukrosan di mana glukukan ini merupakan massa lengket, pekat dan tidak mudah larut (Bidarisugma *et al.*, 2012).

Streptococcus mutans dapat terlihat jelas morfologinya dengan media *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB), dan juga pada media *Tryptone Yeast Cysteine Sucrose Bacitracin* (TYCSB) (Liao *et al.*, 2015). Menurut Soerodjo (1989), morfologi yang dapat dilihat dari bakteri ini adalah ukuran koloni diukur diameternya sebesar 0,5-2 μm , permukaan koloni berbentuk butir kasar seperti bunga kol, sangat lengket, licin, dan berbau khas seperti karamel. Bakteri ini dapat hidup dan berkembang biak pada suhu antara 18-40°C serta pada pH 5,2-7 (Hayati *et al.*, 2014). Konsistensi dari koloni keras dan sangat lekat, warna koloni putih seperti salju yang membeku, namun agak buram mengkilat (*opaque*), dan kuning buram dengan lingkaran putih. Sedangkan tepi koloni terlihat lebih tidak teratur, bulat teratur, atau oval teratur (Bidarisugma *et al.*, 2012).



Gambar 2.7 *Streptococcus mutans*

(Bidarisugma *et al.*, 2012)

Streptococcus mutans juga merupakan salah satu dari kelompok bakteri anaerobik fakultatif, nonhemofilik asidogenik, dan dapat memproduksi polisakarida ekstraseluler dan intraseluler. Seperti pada bakteri kokus gram positif lainnya, *Streptococcus mutans* terdiri dari dinding sel dan membran protoplasma. Struktur antigenik dinding sel *Streptococcus mutans* terdiri dari antigen protein, polisakarida spesifik dan asam lipoteikoat. Matriks dinding sel terdiri atas peptidoglikan rantai silang yang mempunyai komposisi gula amino N-asetil, asam N-asetilnuramik dan beberapa peptide. Sedangkan antigen–antigen tersebut menentukan imunogenitas *Streptococcus mutans* (Bidarisugma *et al.*, 2012). Antigen yang ditemukan di dalam bakteri *Streptococcus mutans* adalah protein, di mana protein ini mengandung enzim glukosiltransferase. Enzim ini berfungsi sebagai pengubah sukrosa menjadi glukran. Sedangkan protein lain yang terkandung di dalam bakteri ini yaitu enzim fruktosiltransferase, yang mengubah fruktosa menjadi fruktan (Forssten *et al.*, 2010).

Streptococcus mutans dapat diklasifikasikan menurut pembagian serotipe atau perbedaan karbohidrat pada dinding selnya. Bakteri ini memiliki delapan jenis serotipe berbeda dari “a” sampai “h”. Serotipe yang banyak terdapat di manusia adalah serotipe c, e dan/ “36-38% G + C”. Pada serotipe c ini lah yang menjadi bakteri utama penyebab karies gigi (Fatmawati, 2011).

2.2.2 Isolasi Bakteri

Sudah banyak media yang telah dikembangkan dapat dengan mudah mendeteksi organisme yang penting secara klinis. Imunitas dari pasien dapat menekan patogen dari bakteri yang bersangkutan, sehingga teknik kultur sangat dibutuhkan dengan sensitivitas yang tinggi. Kualitas media juga harus dipertimbangkan dengan matang supaya dapat memunculkan kultur yang diinginkan (Murray *et al.*, 2016). Sebenarnya media kultur sendiri dibagi menjadi tiga kategori umum, yaitu:

1. Media non selektif

Media yang dirancang untuk mendukung pertumbuhan berbagai organisme tanpa adanya persyaratan khusus di dalamnya (Hogg, 2005). Media yang termasuk golongan media non selektif adalah media agar coklat, agar telur (Ananthanarayan *and* Paniker, 2006), namun pada agar darah sering digunakan untuk mengisolasi bakteri *Streptococcus mutans* (Murray *et al.*, 2016).

2. Media selektif dan Media Diferensial

Kedua media ini memiliki kepentingan yang sama yaitu dirancang untuk memisahkan bakteri dengan campuran organisme lain, seperti

pemisahan patogen enterik dalam tinja (Murray *et al.*, 2016). Media ini dapat menekan pertumbuhan organisme lain yang tidak diinginkan (Hogg, 2005). Perbedaan media diferensial dari media selektif adalah media ini memungkinkan untuk membedakan beberapa jenis koloni dalam satu tempat yang sama (Black, 2008).

Contoh dari media selektif dan media diferensial adalah agar MacConkey, di mana pada media agar ini selektif untuk bakteri gram negatif dan juga gram positif. Hal itu dikarenakan pada agar ini menggunakan medium dari kristal violet yang merupakan indikator untuk mendeteksi yang mana bakteri gram positif dan mana yang termasuk bakteri gram negatif (Murray *et al.*, 2016). Maka dari itu, media agar ini mampu untuk diferensiasi antara bakteri laktosa-fermentasi (koloni merah) dan fermentasi nonlaktosa (koloni putih/muda pucat) (Hogg, 2005). Media yang termasuk dalam media selektif lagi adalah media BHIB dan media TYCSB (Liao *et al.*, 2015).

3. Media khusus

Media ini dikhususkan untuk bakteri atau organisme yang sulit untuk dipisahkan, seperti bakteri atau organisme yang berada pada campuran organisme yang besar (Murray *et al.*, 2016).

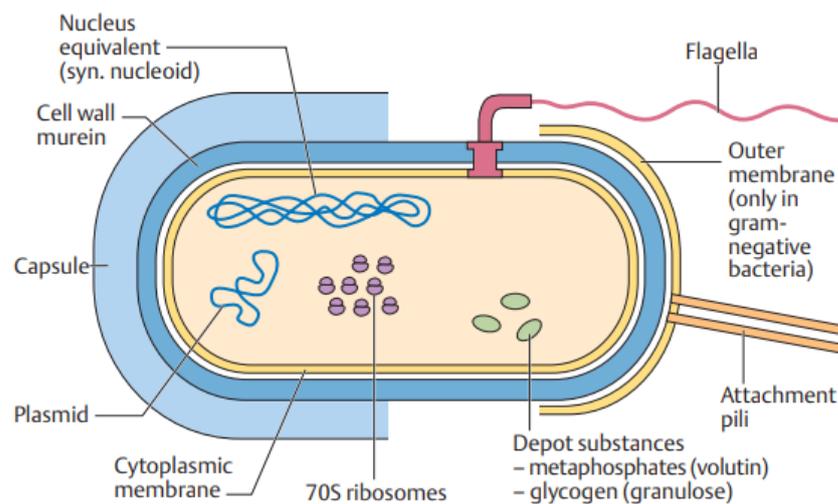
2.2.3 Faktor Virulensi

1. Kapsul

Banyak dari bakteri ketika masih hidup di lingkungan alami mereka, bakteri-bakteri ini menyintesis polimer ekstraseluler dalam jumlah yang banyak di mana bahan ekstraselulernya adalah berupa polisakarida. Lapisan

polisakarida ini sering digambarkan dengan istilah kapsul dan lapisan lendir, atau pada beberapa kali disebut dengan istilah glikokaliks. Glikokaliks merupakan bahan di luar sel yang mengandung polisakarida (Riedel *et al.*, 2019).

Lapisan yang terkondensasi dan mengelilingi sel dengan mengeluarkan sejumlah partikel seperti tinta india dapat disebut dengan kapsul (Gambar 2.4) (Kayser, 2005). Polimer ekstraseluler ini disintesis oleh enzim yang berada di permukaan sel pada bakteri, seperti pada contohnya bakteri *Streptococcus mutans* yang memakai dua enzim dalam melakukan sintesis dekstran rantai panjang (poli-d-glukosa) dan levan (poli-d-fruktosa) dari sukrosa (Brooks *et al.*, 2012). Dua enzim yang dipakai tersebut adalah glukosil transferase dan fruktosil transferase. Polimer yang dipakai *Streptococcus mutans* adalah homopolimer, sedangkan polimer yang mengandung lebih dari satu jenis monosakarida disebut dengan heteropolimer (Riedel *et al.*, 2019).



Gambar 2.8 Struktur bakteri secara general

(Kayser, 2005)

2. Biofilm

Etiologi dari penyakit mulut sudah ditemukan dan biofilm menjadi penyebab paling penting dalam terjadinya penyakit karies. Sekarang ini telah ditentukan bahwa biofilm dari penyakit karies adalah plak gigi yang memiliki tekstur berlendir, menempel pada permukaan gigi dan sulit dihilangkan (Kriswandini *et al.*, 2019), serta sebagian besar merupakan 700 lebih strain bakteri ada pada plak gigi. Adanya multispecies pada biofilm ini dapat menyebabkan bakteri resisten terhadap antibakteri, sehingga semakin tinggi kegagalan untuk terhindar dari penyakit karies (Nishimura *et al.*, 2012).

Pembentukan biofilm dipengaruhi oleh perubahan kondisi dari lingkungan mulut. Perubahan kondisi tersebut berupa paparan kimia dari nutrisi atau konsumsi dari manusianya, seperti karbohidrat dan glukosa merupakan faktor terbesar menyumbang pembentukan biofilm (Kriswandini *et al.*, 2019). Secara khusus, plak ini sebagian besar terdiri atas sukrosa yang nanti dipecah oleh enzim invertase menjadi glukosa (10-20% dari plak) dan fruktosa sebanyak 1-2% dari plak (Veana *et al.*, 2018), kemudian ada air sebanyak 80% dan protein 40% (Hayati *et al.*, 2014).

Konsentrasi glukosa yang tinggi dengan modulasi dari ion hidrogen akan membantu pembentukan dari zat polimer ekstraseluler (EPS), di mana EPS ini memfasilitasi sifat adhesi bakteri *Streptococcus mutans* dengan bakteri lain untuk menempel pada permukaan gigi (Kriswandini *et al.*, 2019). Pada pertumbuhan koloni *Streptococcus mutans* disertai dengan agregasi pada bakteri-bakteri yang lain, sehingga terjadi kolonisasi sekunder. Pada tahap terjadinya kolonisasi sekunder, lingkungan dari bakteri-bakteri tersebut

berubah menjadi anaerob, karena menumpuknya adhesi dari bakteri *Streptococcus mutans* dengan bakteri-bakteri lain. Pematangan plak terjadi sekitar dua hari setelah plak terbentuk (Hayati *et al.*, 2014).

3. *Glucosyltransferase (Gtf)*

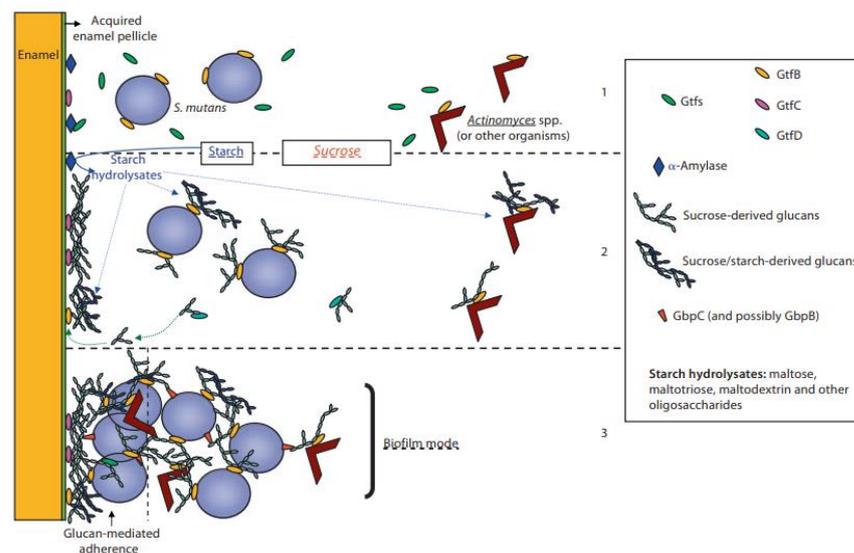
Glucosyltransferase (Gtf) merupakan enzim anabolik yang mengubah glukosa menjadi glukana untuk menargetkan akseptor. Akseptor pada *Gtf* tidak selalu dari karbohidrat lain, melainkan dapat berupa lipid, asam nukleat dan protein pada hampir semua kompartemen seluler eukariotik (Schuman *et al.*, 2007).

Glucosyltransferase (Gtf) ini dihasilkan oleh *Streptococcus mutans* yang memiliki peran penting dalam pembentukan biofilm atau plak gigi serta memproduksi glukana dari sukrosa. Sintesis glukana ini berperan dalam pembuatan EPS yang di mana EPS ini merupakan faktor kariogen yang penting pada bakteri *Streptococcus mutans* (Forssten *et al.*, 2010). *Gtf* terdiri dari *GtfB*, *GtfC*, dan *GtfD* yang pada masing-masingnya memiliki fungsi yang berbeda-beda, namun memiliki satu tujuan yang sama yaitu pembentukan biofilm (Hayati *et al.*, 2014).

- a. *GtfB* bertanggung jawab dalam diferensiasi mikrokoloni untuk membentuk struktur biofilm yang berupa plak gigi dan menyintesis glukana yang tidak larut dalam interaksi pada bakteri *Streptococcus mutans* dengan bakteri yang lain.
- b. *GtfC* ini termasuk dalam senyawa hidrofilik dan menghasilkan suatu campuran yang larut dan menghasilkan glukana yang tidak larut. *GtfC* mempunyai domain hidrofobik yang dapat dihubungkan dengan

afinitasnya pada biofilm ini yaitu plak gigi, sehingga memungkinkan adanya interaksi dengan protein saliva dalam pelikel seperti halnya lisozim dan α -amilase.

- c. Pada sebagian besar *GtfD*, memiliki bentuk larutan yang dapat mempercepat metabolisme dari polisakarida dan juga berperan sebagai primer dari *GtfB*.



Gambar 2.9 Perkembangan pembentukan biofilm (plak gigi) pada *Streptococcus mutans*

(Bowen and Koo, 2011)

2.2.4 Patologi Bakteri *Streptococcus mutans*

Memang sudah ada banyak penelitian untuk membuktikan kuatnya peran *Streptococcus mutans* dalam menimbulkan karies gigi. Namun Jeffrey A. Banas pada tulisannya yang berjudul “*Virulence Properties of Streptococcus mutans*” menyatakan bahwa adanya banyak kasus karies gigi tanpa proporsi *Streptococcus mutans*, serta juga terdapat banyaknya kasus dengan tingginya proporsi

Streptococcus mutans namun tanpa adanya karies gigi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *Streptococcus mutans* bukanlah penyebab utama dari karies gigi, namun apabila terdapat mikrokoloni dengan banyak bakteri lain, maka ada kemungkinan besar menyebabkan karies gigi. Selain keseimbangan ekologis dari mikrokoloni banyak bakteri, pengaruh penyerta variabel lain juga dapat memengaruhi perubahan ekologis plak gigi, seperti aliran saliva, anatomi gigi, kekebalan tubuh, faktor genetika dan kebersihan dari rongga mulut (Banas, 2004).

Streptococcus mutans memiliki potensi kariogenik yang diterima secara luas, di mana potensi ini terdapat tiga inti utama yaitu (Lemos *et al.*, 2019):

- 1) Kemampuan dalam menyintesis polimer ekstraseluler glukosa dalam jumlah besar yang berasal dari sukrosa. Kemampuan ini dapat membantu dalam pengembangan matriks *in situ* dan mengkolonisasi secara permanen dari permukaan kerasnya.
- 2) Kemampuan dalam mengangkut serta memetabolisme macam-macam karbohidrat sehingga menjadi asam organik (keasaman).
- 3) Kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi stress lingkungan, khususnya pada pH rendah atau pH asam.

Salah satu faktor yang memengaruhi terjadinya karies gigi adalah EPS (Eksopolisakarida), dengan cara: 1) sukrosa menyediakan substrat bagi EPS yang berfungsi pada perekatan *Streptococcus mutans* kepada bakteri lain sehingga kolonisasi dan akumulasi bakteri meningkat, 2) kandungan EPS yang tidak dapat larut seperti glukosa, bertindak sebagai penghalang difusi sehingga asam dapat

diperangkap di sekitar permukaan gigi, dan 3) adanya EPS dapat meningkatkan ketebalan dari plak dan lamanya asam dapat bertahan (Forssten *et al.*, 2010).

Apabila bakteri lain yang melekat dengan *Streptococcus mutans* adalah bakteri yang toleran terhadap asam seperti *Lactobacilli*. Hal ini dikarenakan bakteri *Lactobacilli* ini bersifat sangat asidogenik, di mana karbohidrat dapat difermentasi sehingga pH plak mengalami penurunan drastis (Tahmassebi *and* Duggal, 1996) dan keadaan pH kritis ini berlangsung lebih lama untuk mengalami dekalsifikasi pada gigi. Maka dari itu, sifat virulensi dari *Streptococcus mutans* hingga menyebabkan karies gigi berfokus pada adhesi dan keasaman dari *Streptococcus mutans* sendiri (Banas, 2004).

1. Adhesi

Adhesi adalah mekanisme pertahanan hidup yang kuat atau bisa disebut dengan mekanisme virulensi pada bakteri patogen. Adhesi pada bakteri *Streptococcus mutans* ini dimediasi melalui dua cara, yaitu yang bergantung kepada sukrosa dan yang tidak bergantung pada sukrosa (Wan *et al.*, 2003). Adhesi yang tidak bergantung pada sukrosa dan yang bergantung pada sukrosa memiliki peran masing-masing, di mana yang tidak bergantung pada sukrosa ini ada dalam pelikel email di komponen saliva yang memiliki peran yaitu dapat langsung memulai proses perlekatan (Petersen *et al.*, 2002; Whittaker *et al.*, 1996).

Sedangkan adhesi yang bergantung pada sukrosa memiliki tanggung jawab dalam membentuk kolonisasi di permukaan gigi serta adhesi yang sebelumnya telah terbentuk di permukaan gigi pada glukon dapat memfasilitasi kolonisasi (Schilling *and* Bowen, 1992). Glukan yang berasal dari sukrosa

disintesis oleh *Streptococcus mutans*, di mana kemampuan *Streptococcus mutans* ini dapat meningkatkan efisiensi adhesi serta meningkatkan proporsi dari *Streptococcus mutans* ini sendiri dalam plak gigi. Maka adhesi yang bergantung kepada sukrosa ini memiliki peran penting untuk memulai perubahan ekologi dari plak penyebab karies gigi (Monchois *et al.*, 1999).

2. Acidogenicity (Keasaman)

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa *Streptococcus mutans* memiliki jalur glikolitik yang lengkap di mana dapat menghasilkan produk fermentasi berupa asam laktat, etanol (Hogg, 2005), asam format, dan asam asetat (Ajdic *et al.*, 2002). Semakin tinggi konsentrasi glukosa yang dikonsumsi, semakin banyak pula asam laktat yang dihasilkan, sedangkan pada asam format, asam asetat dan etanol diproduksi saat konsentrasi glukosa rendah (Nishimura *et al.*, 2012).

Ada atau tidaknya *lactate dehydrogenase* (LDH) ini sangat menentukan kehidupan dari strain bakteri *Streptococcus mutans*. Pada strain akan terjadi penurunan kariogenisitas apabila kekurangan LDH (Fitzgerald *et al.*, 1989), sedangkan apabila pada strain sama sekali tidak terdapat LDH maka bersifat mematikan bagi bakteri tersebut (Hillman *et al.*, 1996).

Streptococcus mutans sendiri merupakan bakteri dengan kecepatan tertinggi dalam menghasilkan asam. Hal tersebut diuji pada kisaran pH 5-7, dan hasil yang didapatkan ternyata melebihi bakteri Streptokokus oral lainnya (de Soet *et al.*, 2000). Walaupun keasaman dari *Streptococcus mutans* ini masih bervariasi antar isolat satu dan yang lainnya serta masih kurangnya korelasi antara asidogenitas dan pengalaman karies, namun tidak terbantahkan bahwa

asidogenisitas *Streptococcus mutans* bisa mengubah ekologis dari flora plak (Köhler *et al.*, 1995). Flora plak yang muncul dikarenakan peningkatan dari proporsi bakteri *Streptococcus mutans*, spesies asidogenik juga pada bakteri dengan sifat toleran asam lainnya. Apabila seseorang mengonsumsi karbohidrat yang dapat difermentasi maka flora kariogenik ini mampu membuat pH plak menurun secara drastis dan biasanya akan lebih rendah daripada pH plak pada flora plak yang sehat. Ditambah lagi akan membutuhkan waktu lebih lama bagi bakteri untuk pemulihan menjadi pH netral. Nilai pH plak yang mendukung demineralisasi email (María Alejandra *and* Mariano Daniel, 2020) dan perkembangan dari karies gigi itu sendiri sebesar 5,4 ke bawah (Banas, 2004).

2.2.5 Resistensi Bakteri

1. Toleransi Asam (Acid-Tolerance)

Kemampuan *Streptococcus mutans* hidup di lingkungan asam tergantung pada pertahanan homeostasis pH intraselulernya. Lesi karies dapat terjadi pada pH 4 (Nishimura *et al.*, 2012), di mana pada tingkat ini seharusnya sudah dapat menghambat pertumbuhan bakteri, namun pada bakteri ini masih dapat bertahan. Hal ini juga yang membedakan *Streptococcus mutans* dengan bakteri streptokokus oral lainnya (Banas, 2004).

Faktor yang membuat *Streptococcus mutans* ini bertahan pada lingkungan asam atau dengan pH rendah dikarenakan adanya *acid tolerance response* (ATR) atau respon toleransi asam. ATR ini memiliki mekanisme dalam adaptasi fisiologis dan transkripsi yang kuat (Baker *et al.*, 2017). Pada mekanisme ini meliputi jalur induksi yang berkontribusi pada penyangga

sitoplasma dan memicu perubahan pada komposisi membran asam lemak, di mana tujuan akhir dari mekanisme ini adalah perlindungan untuk seluruh sel bakteri dari kerusakan asam dan berperan dalam pertahanan hidup bakteri pada saat stres (Lemos *et al.*, 2019). Penelitian *in vitro* pada ATR ini telah dibuktikan dapat melindungi bakteri dari kejutan asam dan pH sub-lethal. Pada kejutan asam ini telah dikaitkan dengan perubahan ekspresi pada lebih dari 30 protein (Svensäter *et al.*, 1997).

Secara kolektif, berbagai macam proses seluler yang terjadi pada ATR ini memberikan kemampuan untuk *Streptococcus mutans* dalam mempertahankan pH intraseluler agar lebih basa dibandingkan pH lingkungan sekitar (Δ pH) yaitu berkisar antara 0,5 hingga 1 unit dalam pH (Bender *et al.*, 1986). Maka dari itu terdapat proses pengasaman lingkungan sekitar dengan meningkatkan aktivitas glikolitik, sehingga permeabilitas proton berubah dan terjadi pengeluaran proton atau proton efluks (Baker *et al.*, 2017). Proses tersebut tidak dapat terwujud apabila proporsi asam lemak tak jenuh tunggal dan panjang rantai karbon yang menyusun asam lemak pada membran ini tidak meningkat. Maka pada inaktivasi gen yang bertugas dalam biosintesis lemak tak jenuh tunggal di *Streptococcus mutans* dapat menghasilkan sensitivitas ekstrim pada pH rendah (Lemos *et al.*, 2019).

Apabila H⁺/ATPase bertanggung jawab atas terjadinya proton efluks ketika H⁺/ATPase mengalami peningkatan aktivitas (Baker *et al.*, 2017). Sehingga penentu utama terhadap toleransi asam pada *Streptococcus mutans* sebagai tujuan mempertahankan pH sitoplasma lebih basa daripada sekitar adalah F-ATPase (H⁺ translokasi ATPase) (Lemos and Burne, 2008).

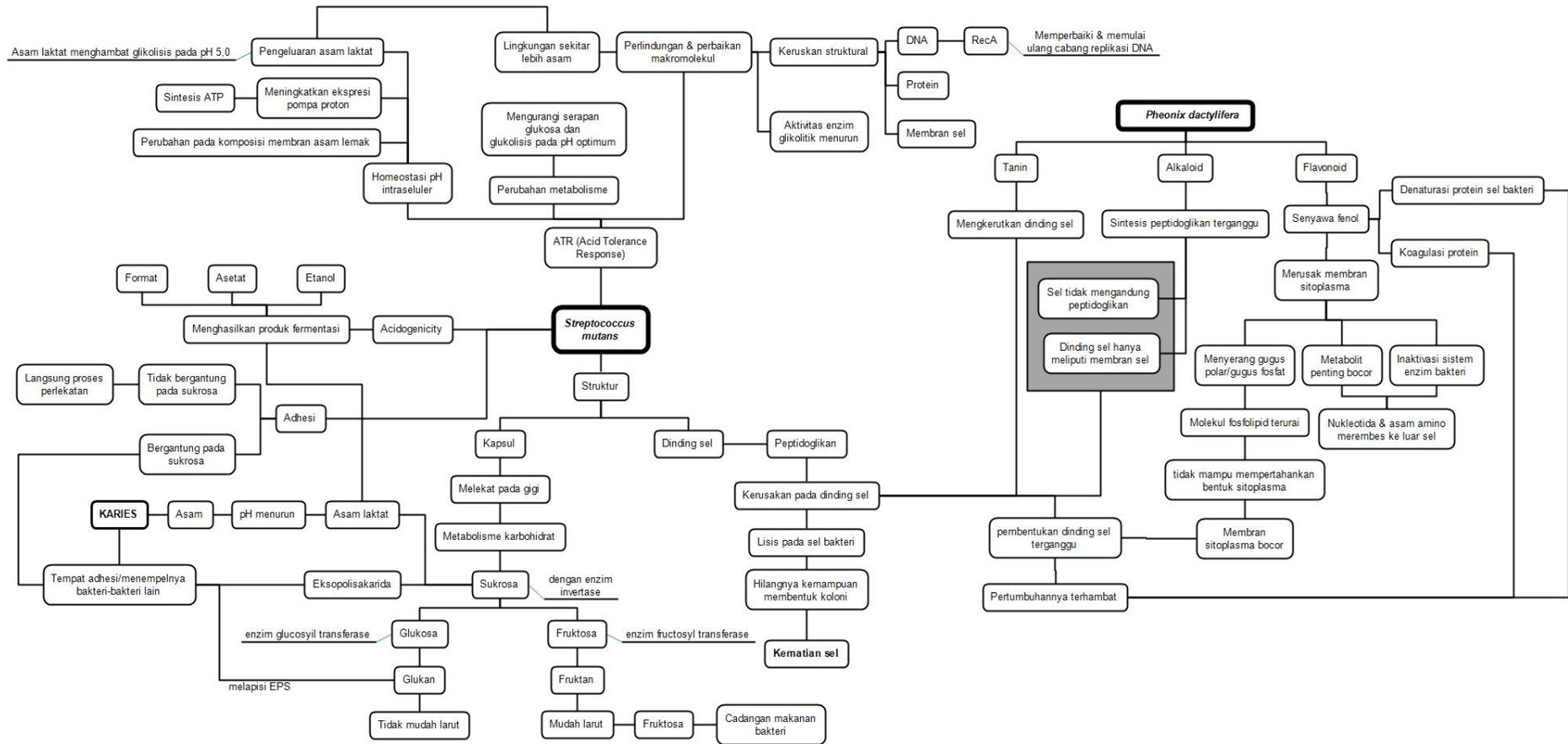
2. Spesies Oksigen Reaktif (*Reactive Oxygen Species*)

Lingkungan pada plak gigi awalnya bersifat anaerobik, namun komunitas mikroba pada mulut mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengurangi kapasitas oksigen, maka dari itu muncul spesies oksigen yang reaktif atau *reactive oxygen species* (ROS) (Lemos *et al.*, 2019). Mayoritas dari strain *Streptococcus mutans* memiliki kerentanan terhadap paparan H₂O₂ (ROS utama yang ada di biofilm) yang terdapat di dalam produk pemutih gigi dan kebersihan mulut serta yang dapat dihasilkan oleh metabolisme spesies lain pada plak gigi seperti streptokokus komensal, anion superoksida (O₂⁻), dan radikal hidroksil (OH⁻) (De Furio *et al.*, 2017). Paparan H₂O₂ yang tinggi dapat dengan cepat merusak sel secara ireversibel disertai dengan mismetalasi enzim, merusak protein dengan oksidasi asam amino sulfur dan bagian pengikatan pada logam serta dengan mengganggu integritas DNA (Imlay, 2013). Walaupun pada sebagian besar bakteri Streptokokus oral kekurangan katalase, namun pada *Streptococcus mutans* memakai beberapa sistem pencarian dan perlindungan dalam mencegah akumulasi ROS yang beracun. Beberapa di antaranya adalah *manganese-dependent superoxide dismutase* (SodA), *alkyl hydroperoxidase reductase* (AhpCF), *thioredoxin reductase* (TrxAB), dan sistem glutaredoxin (GshA/B/R) (Kajfasz *et al.*, 2017).

Kontrol ketat pada *free iron* di dalam sel adalah faktor penting untuk meminimalkan paparan ROS. Hal tersebut dikarenakan pembentukan radikal bebas dapat mengakibatkan efek langsung dari kimia Fenton saat H₂O₂ bersentuhan dengan besi. Maka dari itu, pada protein pengikat besi sangat penting dalam menjadi mediator pada paparan stress oksidatif pada

Streptococcus mutans (Galvão *et al.*, 2015; Yamamoto *et al.*, 2004). Hal tersebut dibuktikan pada tikus yang diberikan makanan dengan kariogenik tinggi, di mana hasilnya menunjukkan strain penghapus dari Spx tidak cukup siap dalam mentolerir rintangan oksidatif dan menjadi penyebab lesi karies sulcal lebih sedikit (Galvão *et al.*, 2015; Kajfasz *et al.*, 2017, 2010).

2.3 Kerangka Teori Penelitian



Penjelasan Kerangka Teori:

Pertama, pada struktur bakteri ini terdapat kapsul dan dinding sel, di mana pada kapsul ini tempat bakteri melekat ke permukaan gigi dan tempat terjadinya metabolisme karbohidrat. Metabolisme karbohidrat ini terdiri dari sukrosa, yang dapat diubah menjadi fruktan oleh enzim transferase. Pada fruktan termasuk zat yang mudah larut atau bisa mudah diubah kembali menjadi fruktosa, maka fruktan bisa menjadi cadangan makanan bagi bakteri. Sedangkan pada glukosa zat ini tidak mudah larut maka tugasnya yaitu untuk melapisi EPS (Matsui and Cvitkovitch, 2010).

Eksopolisakarida yang sudah terlapisi oleh *glucan*, merupakan tempat adhesi atau menempelnya bakteri-bakteri lain sehingga menyebabkan karies. Sedangkan pada asam laktat menyebabkan pH menurun, sehingga bersifat asam serta menyebabkan karies. Pada dinding sel *Streptococcus mutans* memiliki matriks yang terdiri dari peptidoglikan, peptidoglikan ini sangat penting untuk melindungi sel dari zat-zat yang dapat merusak sel (Bidarisugma *et al.*, 2012).

Bakteri ini juga memiliki kemampuan keasamaan, dimana pada kemampuan ini bakteri menghasilkan produk fermentasi berupa format, asetat, etanol dan asam laktat. Selain kemampuan dalam keasamaan bakteri ini juga memiliki kemampuan yaitu adhesi. Adhesi dibagi menjadi dua yaitu adhesi yang tidak bergantung pada sukrosa dan adhesi yang bergantung pada sukrosa. Apabila adhesi yang tidak bergantung pada sukrosa bisa langsung melakukan perlekatan pada bakteri-bakteri lain namun pada adhesi yang bergantung pada sukrosa merupakan adhesi yang harus didahului oleh metabolisme karbohidrat di mana sukrosa dipecah menjadi

glukosa dan fruktosa seperti yang sudah dijelaskan di atas (Petersen *et al.*, 2002; Schilling *and* Bowen, 1992).

Bakteri juga memiliki kemampuan ATR (*Acid Tolerance Response*), di mana pada toleransi asam ini mengalami mekanisme homeostasis pH intraseluler, perubahan metabolisme perlindungan dan perbaikan makromolekul. Pada homeostasis pH intraseluler terdiri dari perubahan pada komposisi membran asam lemak meningkatkan ekspresi pompa proton yang nantinya akan mensintesis ATP dan pengeluaran asam laktat karena pada asam laktat ini dapat menghambat berikutan lisis pada pH 5,0 atau di bawahnya. Pengeluaran asam laktat dari sel dapat menyebabkan lingkungan sekitarnya menjadi lebih asam. Apabila lingkungan sekitar asam maka sitoplasma intraseluler juga bisa ikut asam, sehingga membutuhkan penurunan aktivitas dari enzim glikolitik dan juga struktural akan semakin rusak apabila lingkungan semakin asam. Kerusakan struktural tersebut mengenai DNA protein dan membran sel. ATR akan disebut optimal apabila dapat melindungi dan memperbaiki kerusakan dari DNA. maka dari itu ada suatu protein rekombinasi yang disebut dengan *RecA*. *RecA* ini dapat memperbaiki dan memulai ulang cabang replikasi DNA. Pada lingkungan asam yang ekstrem bakteri ini menghasilkan respon yaitu perubahan metabolisme perubahan ini merupakan pengurangan serapan glukosa dan glukolisis pada pH optimum (Matsui and Cvitkovitch, 2010).

Sedangkan pada kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki kandungan atau fitokimia yaitu tanin, alkaloid dan flavonoid. Pertama, pada tanin memiliki kemampuan untuk mengerutkan dinding sehingga menyebabkan dinding sel rusak dan bisa mengalami kematian sel (Retnowati *et al.*, 2011). Kedua, pada alkaloid

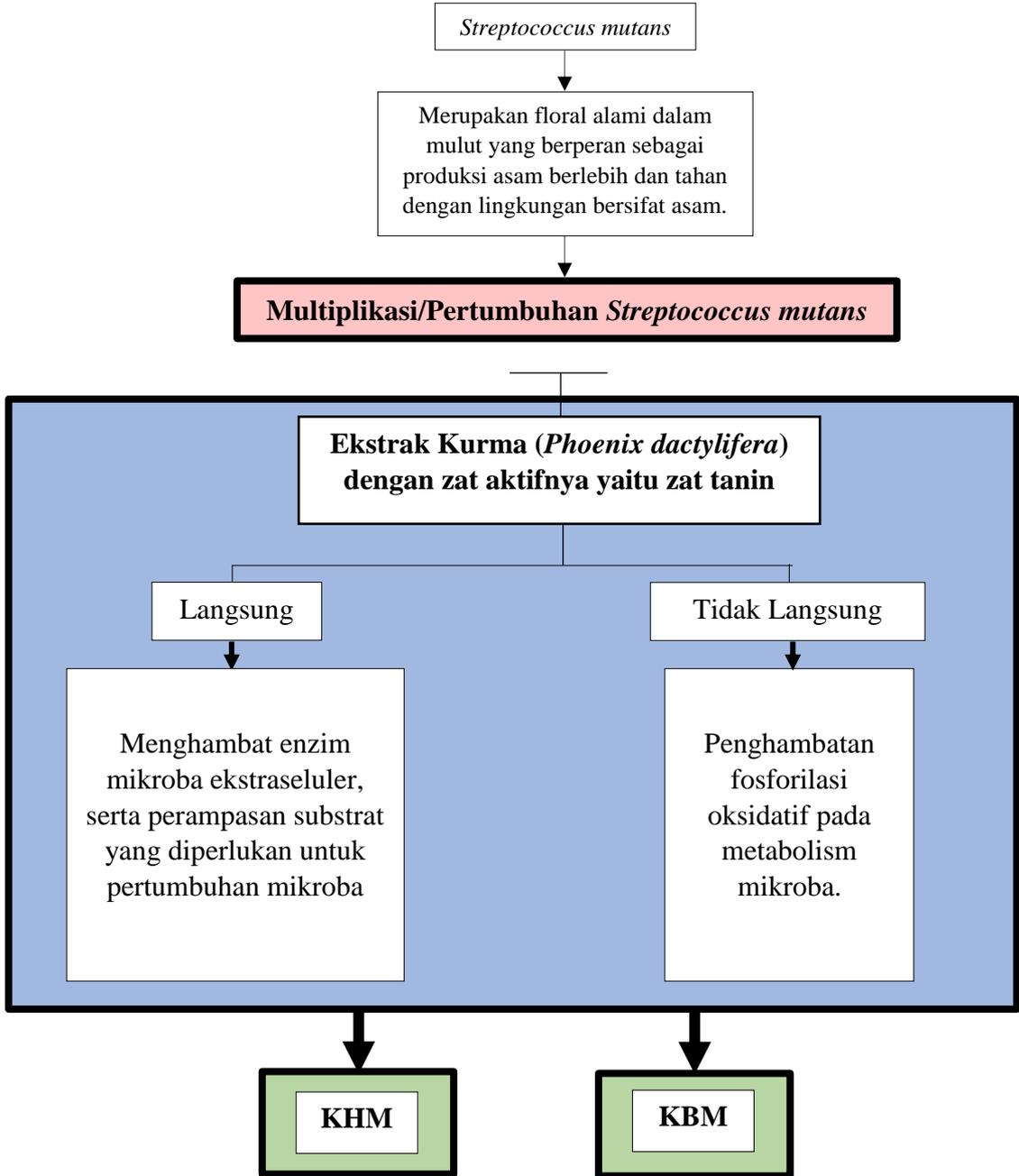
mampu mengganggu sintesis dari peptidoglikan, sehingga sel tidak dapat mengandung dinding sel dan sel hanya meliputi membran sitoplasma. Hal tersebut menyebabkan kerusakan pada dinding sel sehingga mengalami lisis pada sel bakteri (Roy *et al.*, 2018). Terakhir, flavonoid mengandung senyawa fenol dimana senyawa ini dapat mendenaturasi protein sel bakteri, mengkoagulasi protein dan merusak membran sitoplasma di mana koagulasi protein ini mampu menyebabkan sel dinding tidak lagi berfungsi dan lisis pada sel bakteri karena dinding sel pada akhirnya rusak sehingga kemampuan membentuk koloni hilang dan menyebabkan kematian sel (Prajitno, 2017).

Pada membran sitoplasma yang rusak menyerang gugus polar atau gugus fosfat sehingga molekul fosfolipid terurai menjadi gliserol, asam karboksilat dan asam fosfat. Fosfolipid yang sudah terurai tidak mampu mempertahankan bentuk sitoplasmanya sehingga membran sitoplasma dapat bocor keluar dan pembentukan dinding sel terganggu yang pada akhirnya merusak dinding sel sehingga terjadi kematian sel. Pada rusaknya membran sitoplasma dapat menyebabkan metabolit penting bocor keluar dan aktivasi sistem enzim bakteri hal tersebut menyebabkan nukleotida dan asam amino merembes keluar sel, sehingga menyebabkan kematian sel (Retnowati *et al.*, 2011).

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan:

☐ = Variabel independen

—| = Dihambat

☐ = Efek yang diteliti

☐ = Variabel dependen

➔ = Mekanisme antibakteri

Penjelasan Kerangka Konsep:

Streptococcus mutans merupakan flora normal rongga mulut yang memiliki sifat α -hemolitik dan komensal oportunistik. Bakteri ini adalah penyebab karies gigi yang mampu memproduksi asam dalam jumlah besar atau disebut juga dengan asidogenik dan juga tahan dengan lingkungan asam (asidurik). Maka dari itu *Streptococcus mutans* dapat merusak lapisan gigi dari asam dan timbul karies gigi (Melani *et al.*, 2018).

Berdasarkan dasar teori yang ada, ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) mengandung zat aktif berupa tanin yang memiliki aktivitas antibakteri melalui beberapa mekanisme, yaitu mekanisme secara langsung dan tidak langsung. Mekanisme secara langsung juga bisa dengan bertindak melalui penghambatan fosforilasi oksidatif pada metabolisme mikroba, sedangkan mekanisme tidak langsung dengan cara menghambat enzim mikroba ekstraseluler, serta perampasan substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba (Sieniawska *and* Baj, 2017).

Maka dari itu tanin dapat memungkinkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan mungkin juga terbunuhnya bakteri *Streptococcus mutans*, di mana terlihat pada efeknya yaitu adanya Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) yang akan diukur pada penelitian ini.

3.2 Hipotesis Penelitian

H0: Tidak terdapat hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

H1: Terdapat hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental kuantitatif dengan desain penelitian sederhana (*Post Test Control Group Design*) yang bertujuan untuk mengetahui efek antibakteri pada ekstrak buah kurma (*Phoenix dactylifera*). Kurma (*Phoenix dactylifera*) didapatkan dari teknik ekstraksi maserasi terhadap *Streptococcus mutans* dengan cara mengukur Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM).

4.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

4.2.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak buah kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan konsentrasi kurma (*Phoenix dactylifera*) yang digunakan adalah 50%, 25%, 12,5%, dan 6,25%.

4.2.2 Variabel tergantung

Variabel tergantung dalam penelitian ini yaitu aktivitas antibakteri pada kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* yang dilihat pada diameter zona hambat, Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM).

4.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April – Mei 2021 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri

Maulana Malik Ibrahim Malang dan ekstraksi buah kurma dilakukan di Laboratorium Materia Medica Batu.

4.4 Populasi Penelitian

Populasi dalam uji penelitian ini adalah bakteri *Streptococcus mutans* yang didapatkan dari Mitra Sejati Laboratorium Kesehatan dan Pendidikan CV. Wiyasa Mandiri Malang.

4.5 Sampel Penelitian dan Jumlah Pengulangan

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Streptococcus mutans* yang didapatkan dari Laboratorium Kesehatan dan Pendidikan CV. Wiyasa Mandiri Malang. Sampel dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan berdasarkan macam-macam konsentrasi ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*), ditambah dengan kelompok kontrol positif dan kelompok kontrol negatif. Kelompok perlakuan dalam penelitian ini adalah 4 konsentrasi buah kurma yang berbeda, yaitu: 50%; 25%; 12,5% dan 6,25%), sedangkan kelompok kontrol positif berupa bakteri dengan diinduksi antibiotik amoksisilin serta pada kelompok kontrol negatif diinduksi aquades (Kawengian *et al.*, 2017). Jumlah pengulangan yang harus dilakukan dapat dihitung dengan memakai rumus Federer berikut ini.

$$(p-1)(n-1) \geq 15$$

Keterangan:

- P = Jumlah perlakuan total
- n = Jumlah pengulangan yang diperlukan untuk setiap kelompok perlakuan

Sehingga:

$$(6-1)(n-1) \geq 15$$

$$5(n-1) \geq 15$$

$$5n-5 \geq 15$$

$$5n \geq 15+5$$

$$5n \geq 20$$

$$n \geq 4$$

Dari hasil pengulangan di atas, maka dibutuhkan 4 kali pengulangan pada penelitian ini. Maka pada total jumlah sampel pada penelitian ini adalah 24 sampel.

4.6 Alat dan Bahan Penelitian

4.6.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah toples kaca/maserator, pengaduk, *vacuum Buchner*, *vacum rotary evaporator*, *waterbath*, *autoclave*, *Laminar Air Flow* (LAF), incubator, api Bunsen, gelas ukur, rak tabung reaksi, jarum ose, tabung reaksi, pipet tetes, spatula, cawan petri, lemari es (2 – 8°C) erlenmeyer, *hot plate*, *spectrometer*, pipet Pasteur, mikropipet 1 ml, *object glass*, mikroskop, *colony counter*, penggaris dan *cover glass*.

4.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daging kurma, etanol 96%, etanol 70%, kertas saring, ekstrak kurma, reagen Wagner, label, air, kristal violet, safranin, kertas pH, kloramfenikol infus, *plastic wrap*, standar McFarlan 0.5, HCl

2N, FeCl₃, gelatin, NaCl 0.9%, media *Nutrient Agar*, *aluminium foil*, aquades, media *Muller Hinton Agar*, media *Muller Hinton Broth* dan spirtus.

4.7 Definisi Operasional

4.7.1 Kurma (*Phoenix dactylifera*)

Kurma (*Phoenix dactylifera*) jenis Ajwa yang dibeli di Toko “Madinah” Pusat Kurma dan Herbal Malang sebanyak 200 mg.

4.7.2 Ekstrak Kurma (*Phoenix dactylifera*)

Ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) adalah ekstrak yang terbuat dari daging buah kurma (*Phoenix dactylifera*) yang ekstrak menggunakan metode maserasi lalu dipisahkan dengan rotavapor di Materia Medica Batu.

4.7.3 Bakteri *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah bakteri yang diperoleh dari isolat murni di Laboratorium Kesehatan dan Pendidikan CV. Wiyasa Mandiri Malang kemudian ditumbuhkan pada medium *Nutrient Agar* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18 hingga 24 jam.

4.7.4 Teknik Ekstraksi Maserasi

Maserasi adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan perendaman pada tanaman dalam suhu kamar selama minimal 3 hari disertai dengan pengadukan berkali-kali (Handa *et al.*, 2008) dalam cairan pelarut yaitu alkohol atau etanol 96% (Saifudin, 2014). Tujuan akhir metode ini yaitu pengambilan cairan ekstrak dari buah kurma (*Phoenix dactylifera*).

4.7.5 Pengenceran dengan *serial dilution*

Tujuan dari metode *serial dilution* adalah untuk memperkirakan konsentrasi (jumlah koloni, organisme, bakteri, atau virus) yang optimal dari sampel yang belum diketahui konsentrasinya dan dengan menghitung jumlah koloni yang dikultur dari *serial dilution*, lalu melacak kembali jumlah yang diukur ke konsentrasi yang belum diketahui tersebut.

4.7.6 Uji Aktivitas Antibakteri

Metode yang dipakai untuk pengujian aktivitas antibakteri adalah metode difusi cakram *Kirby Bauer* (Olivia, 2018), metode ini merupakan metode dengan meletakkan kertas cakram steril pada media agar padat yang sudah diinokulasi dengan bakteri. Metode ini memiliki keunggulan fungsi, yaitu dapat dengan mudah mengukur zona hambat pada perlakuan.

4.7.7 Uji Daya Hambat

Uji daya hambat yaitu pengukuran diameter zona inhibisi atau zona hambat (area bening) yang terbentuk pada metode difusi sumuran dan berfungsi untuk mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).

4.7.8 Metode Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

KHM adalah konsentrasi terendah dari suatu ekstrak yang masih dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Chismirina *et al.*, 2014), bisa untuk antibiotik, antiseptik maupun disinfektan serta bahan-bahan lainnya.

4.7.9 Metode Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)

KBM adalah konsentrasi terendah dari bahan antimikroba yang dapat mencegah mikroorganisme (Pratama, 2019), bisa untuk antibiotik, antiseptik maupun disinfektan serta bahan-bahan lainnya.

4.8 Prosedur Penelitian

4.8.1 Sterilisasi alat

Alat yang akan digunakan dicuci hingga bersih dan kering lalu disterilisasi sebelum digunakan yaitu dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm. Alat seperti batang pengaduk, ose, dan pinset difiksasi dengan cara dipijarkan ke api bunsen.

4.8.2 Pembuatan ekstraksi kurma (*Phoenix dactylifera*)

Maserasi adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan daging buah kurma yang dipisahkan dari biji lalu dipotong kecil-kecil atau ditumbuk. Kemudian dilakukan perendaman pada daging kurma sebanyak 200 mg ditambahkan dengan larutan etanol 96% (Saifudin, 2014) sebanyak 531 ml dan diletakkan pada wadah yang tertutup serta disimpan dalam suhu kamar selama minimal 3 hari disertai dengan pengadukan berkali-kali tiap harinya sampai semua bagian tanaman terlarut dalam cairan pelarut (Handa *et al.*, 2008).

Selama pengadukan dan pendiaman 3 hari, campuran disimpan dalam tempat yang terhindar dari sinar matahari. Setelah dicampur kemudian rendaman disaring menggunakan *vacuum Buchner* yang dilapisi kertas saring (Ramadhan *et al.*, 2019). Maserat yang terkumpul kemudian diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 60°C (Saifudin, 2014) dan diletakan di atas *waterbath* sampai terbentuk ekstrak yang kental (Ramadhan *et al.*, 2019).

4.8.3 Uji Fitokimia

Sebelum memulai uji masing-masing senyawa, dianjurkan untuk mempersiapkan ekstrak yang akan digunakan pada uji fitokimia. Dikarenakan uji

fitokimia yang akan dilakukan ada 3 jenis, maka ukur ekstrak sebanyak 3 x 0,05 ml/50 mg pada kaca arloji.

1) Uji Flavonoid

Pada uji flavonoid ini dibutuhkan serbuk magnesium (Desmara *et al.*, 2017) dan etanol 96% serta H₂SO₄ 12 N. Kemudian memulai identifikasi senyawa flavonoid dengan menambahkan etanol 96% sebanyak 5 ml kepada ekstrak 0,05 ml tadi di dalam *baker glass* kemudian diaduk lalu dipindah ke tabung reaksi. Setelah diaduk rata, lalu ditambahkan beberapa mg logam magnesium secukupnya dan ditambahkan 3 ml amil alkohol. Setelah itu, menambahkan H₂SO₄ 12 N sebanyak 1-2 tetes saja melalui dinding tabung (Qodri *et al.*, 2014). Pada tahap akhir, setelah diaduk tunggu pada beberapa saat. Apabila terdapat filtrate berwarna merah jingga maka pada ekstrak positif terdapat flavonoid (Pinta *et al.*, 2017).

2) Uji Tanin

a) Pereaksi FeCl₃

Sampel dididihkan dengan 20 ml air lalu disaring. Ditambahkan beberapa tetes FeCl₃ 1% dan terbentuknya warna coklat kehijauan atau biru kehitaman menunjukkan adanya tanin (Ikalinus *et al.*, 2015).

b) Pereaksi gelatin

Satu ml ekstrak ditambahkan dengan sedikit larutan gelatin dan lima ml NaCl 10%. Reaksi positif apabila terbentuk endapan kekuningan (Ikalinus *et al.*, 2015).

3) Uji Alkaloid

a) Pereaksi mayer

Pada pereaksi mayer, digunakan kalium iodida sebanyak 5 gram yang kemudian dilarutkan dalam 10 ml air suling lalu diaduk secara rata. Selanjutnya campuran tersebut ditambahkan lagi air suling sebanyak 60 ml dengan larutan 1,36 gram HgCl. Larutan dikocok dan ditambahkan air suling hingga 100 ml (Marliana *et al.*, 2005).

b) Pereaksi dragendorf

Sebanyak 8 gram bismuth nitrat dilarutkan dalam asam nitrat 20 ml kemudian dicampur dengan larutan kalium iodida sebanyak 27,2 gram dalam 50 ml air suling. Campuran didiamkan sampai memisah sempurna. Larutan jernih diambil dan diencerkan dengan air secukupnya hingga 100 ml (Marliana *et al.*, 2005).

c) Pereaksi bouchardat

Sebanyak 4 gram kalium iodida ditimbang, dilarutkan dalam air suling secukupnya, lalu ditambahkan 2 gram iodium kemudian ditambahkan air suling hingga diperoleh larutan 100 ml (Ar *et al.*, 2019).

Setelah menyiapkan pereaksi, kemudian menimbang ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) sebanyak 10 mg, lalu menambahkan 1 ml HCl 2N dan 9 ml air yang selanjutnya dipanaskan di atas penangas air selama 2 menit, setelah itu didinginkan lalu disaring. Setelah itu, filtrat tersebut dipakai untuk percobaan berikut (Ar *et al.*, 2019):

- a) Diambil 3 tetes filtrat, lalu ditambahkan 2 tetes pereaksi mayer. Apabila menghasilkan endapan putih atau putih kekuningan, maka positif terdapat alkaloid.
- b) Diambil 3 tetes filtrat, lalu ditambahkan 2 tetes pereaksi dragendorff. Apabila menghasilkan endapan merah jingga, maka positif terdapat alkaloid.
- c) Diambil 3 tetes filtrat, lalu ditambahkan 2 tetes peraksi bouchardat. Apabila menghasilkan endapan coklat sampai kehitaman, maka positif terdapat alkaloid.

4.8.4 Pengenceran dengan metode *serial dilution*

Pengenceran terbuat dari ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) untuk menghasilkan berbagai konsentrasi yang akan digunakan dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Konsentrasi pengenceran yaitu 50%, 25%, 12,5%, dan 6,25%. Metode yang digunakan untuk membuat ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan berbagai konsentrasi adalah metode *serial dilution*.

- 1) Konsentrasi 50%: Pencampuran sediaan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) konsentrasi 100% sebanyak 1 ml dengan 1 ml *aquadest* steril
- 2) Konsentrasi 25%: Pencampuran sediaan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) konsentrasi 50% sebanyak 1 ml dengan 1 ml *aquadest* steril
- 3) Konsentrasi 12,5%: Pencampuran sediaan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) konsentrasi 25% sebanyak 1 ml dengan 1 ml *aquadest* steril
- 4) Konsentrasi 6,25%: Pencampuran sediaan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) konsentrasi 12% sebanyak 1 ml dengan 1 ml *aquadest* steril

4.8.5 Pembuatan *Nutrient Agar*

Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*) dengan ukuran 28 gram/L dalam aquades pada erlenmeyer. Larutan kemudian dipanaskan dengan *hot plate* sampai bubuk benar-benar terlarut atau hingga berwarna kuning bening yang berarti larutan telah homogen, selanjutnya diukur pH menggunakan kertas pH hingga pH $\pm 7,4$. Kemudian, disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dengan besar tekanan 15 psi. Setelah pensterilan selesai, saat media masih hangat, dituang ke dalam cawan petri (*petridish*) secara *aseptic* dan menunggu media hingga memadat (Oxoid, 2019).

4.8.6 Persiapan Bakteri

- 1) Membeli bakteri pada Laboratorium Kesehatan dan Pendidikan CV. Wiyasa Mandiri Malang.
- 2) Perkembangbiakkan bakteri

Bakteri di kembangbiakkan ke media NA yang telah disiapkan dengan cara *Streptococcus mutans* dari kultur persediaan induk diperbanyak dengan cara diambil satu goresan ditanam dalam media *Nutrient Agar*, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

4.8.7 Pembuatan media *Muller Hinton Agar* (MHA)

Pembuatan media MHA dengan ukuran 38 gram/L dalam aquades. Sedangkan pada penelitian ini akan menggunakan 500 ml pada media, sehingga membutuhkan 19 gram pemakaian MHA untuk total penelitian. Kemudian panaskan hingga mendidih pada *hot plate* untuk melarutkan media sepenuhnya. Setelah itu dapat disterilkan dengan autoklaf pada tekanan 15 lbs sebesar 121°C dan dilakukan selama 15 menit. Setelah disterilkan, kemudian didinginkan hingga 45-

50°C. Kemudian aduk rata dan tuang ke dalam cawan petri yang telah disterilkan dan dapat disimpan pada suhu 2-8°C.

4.8.8 Uji Pewarnaan Gram

Prosedur uji pewarnaan gram dimulai dari mempersiapkan kaca objek yang bersih dan bening dengan diusap menggunakan tisu atau lap yang diberi alkohol. Kemudian melabeli kaca objek di bagian belakang tempat bakteri akan diletakkan. Kemudian pada kaca objek diberikan air setetes menggunakan ose atau pipet, lalu bakteri diletakkan di atas tetesan air tersebut. Bakteri yang tadi diberikan pada objek glass dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, kemudian difiksasi kaca objeknya di atas bunsen. Kemudian menggunakan larutan kristal violet diguyurkan di atas bakteri pada kaca objek, lalu di tunggu beberapa menit (Desmara *et al.*, 2017). Setelah itu kaca objek dibilas dengan air dilanjutkan dengan dekolorisasi kristal violet melalui cara diguyur menggunakan alkohol 96% selama 10 sampai 20 detik setelah itu kaca objek dibilas lagi dengan air.

Pada pewarnaan gram juga dibutuhkan larutan safranin atau fuchsin yang ditetaskan di atas bakteri pada kaca objek selama sekitar 1 menit lalu tunggu hingga kering. Setelah kering dibilas lagi dengan air setelah itu baru dia mati warna bakteri yang ada di kaca objek. Setelah mengamati warna, dilakukan pengamatan dengan mikroskop agar warna terlihat lebih jelas dan terlihat juga bentuk bakteri. Warna pada bakteri yaitu itu berwarna biru keunguan di mana maksud dari warna itu adalah membuktikan bahwa bakteri yang ada termasuk bakteri gram positif, selain itu bentuk dari bakteri kokus atau bulat karena termasuk dalam bakteri streptokokus.

4.8.9 Uji Aktivitas Antibakteri

Metode yang digunakan adalah difusi cakram *Kirby Bauer* dengan beberapa tahap. Pada tahap sebelumnya, media *nutrient agar* adalah tempat ditumbuhkannya bakteri *Streptococcus mutans*, kemudian tahap pertama yaitu pembuatan suspensi bakteri dengan cara pada media *nutrient agar* tersebut diambil koloni bakteri yang diuji dengan jarum ose, lalu disuspensikan dengan dimasukkan ke tabung yang berisi NaCL 0,9% sebanyak 15 ml yang steril (Pinta *et al.*, 2017). Mengikuti standar *Mc Farland*, yaitu 10^6 sel bakteri/ml, suspensi tersebut disetarakan sampai diperoleh konsentrasi $1,5 \times 10^6$ sel bakteri/ml atau bisa diukur dulu menggunakan spektrometer. Suspensi yang sudah sesuai tersebut sebanyak 1 ml dimasukkan ke cawan petri yang kemudian ditambahkan media MHA sebanyak 15 ml, lalu dihomogenkan dengan cara digoyang-goyangkan dibiarkan hingga memadat.

Kedua, menyiapkan ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) konsentrasi: 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, larutan kontrol positif (amoksisilin 50 mg/ml), dan larutan kontrol negatif (*aquadest*) ditempatkan di 6 gelas beaker. Kontrol positif dipilih berdasarkan ketentuan dari *Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI)* sebagai antimikroba.

Metode difusi cakram dimulai dengan menuangkan media MHA pada 6 cawan petri dan membuat pengenceran ekstrak kurma pada konsentrasi 50%, 25%, 12,5% dan 6,25% serta pada kontrol positif (Amoksilin) dan kontrol negatif (*aquades*) yang telah dituangkan di gelas beaker sebanyak 2 ml. Setelah itu cakram kosong steril (*blank disc*) direndam pada masing-masing gelas beaker selama 5-10 menit.

Ketiga, menginokulasikan bakteri pada cawan petri yang telah berisi media MHA yang sudah memadat. Cara menginokulasikannya dengan mencelupkan *cotton swab* ke dalam suspensi bakteri $1,5 \times 10^6$ CFU/mL lalu sedikit penekanan pada dinding tabung untuk menghindari dari inokulum yang berlebih. Kemudian bakteri diinokulasi dengan cara *streak plate* menggunakan *cotton swab* tadi pada cawan petri sebanyak tiga kali pengulangan dalam jarak 60° . Cawan petri yang telah diinokulasi bakteri lalu didiamkan pada suhu ruang selama 3-15 menit sebelum peletakkan cakram yang telah direndam oleh cairan perlakuan.

Keempat, cawan petri yang telah siap kemudian diberi garis di bagian belakang dengan menggunakan penggaris dan spidol untuk membagi 4 ruang yang masing-masing akan diisi oleh perlakuan dan kontrol. Kelima, cakram yang telah direndam kemudian diambil menggunakan pinset lalu diletakkan pada masing-masing ruang yang telah disediakan pada cawan petri, begitu juga dengan kontrol positif berupa amoksilin dan kontrol negatif berupa aquades.

Pada tiap cawan petri berisi 2-4 cakram yang diberi jarak tiap cakramnya sekitar 2-3 cm dan jarak dari cakram ke dinding cawan petri sekitar 2 cm. Cawan petri yang telah diberi cakram kemudian diberi tutup berupa plastik *wrap* dan diinkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu $\pm 37^\circ\text{C}$.

Keenam, dilakukan pengukuran diameter zona hambat yang akan terlihat pada tiap sekeliling sumur lalu diukur. Zona hambat diukur pada seluruh area bening yang ada di sekeliling cakram menggunakan penggaris. Jika terdapat angka desimal, dibulatkan ke angka setelahnya dan bakteri yang tumbuh hingga tepi

cakram maka diukur sebagai 0 mm. Ketujuh, diperhatikan secara cermat, pada konsentrasi minimal berapakah ekstrak tetap memiliki sifat antibakteri.

4.8.10 Uji Daya Hambat dan Pengukuran KHM

Uji daya hambat yaitu mengukur diameter zona inhibisi atau zona hambat yang terbentuk pada Metode difusi cakram ini dapat mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM). Metode difusi cakram ini dilakukan dengan menggunakan kertas cakram steril yang direndam pada cairan perlakuan berupa 4 konsentrasi kurma (50%, 25%, 12,5% dan 6,25%), kontrol positif berupa amoksilin dan kontrol negatif berupa aquades. Kemudian kertas cakram diletakkan pada media MHA yang bakterinya telah diinokulasikan. Setelah itu diinkubasi selama 18 – 24 jam pada $\pm 37^{\circ}\text{C}$.

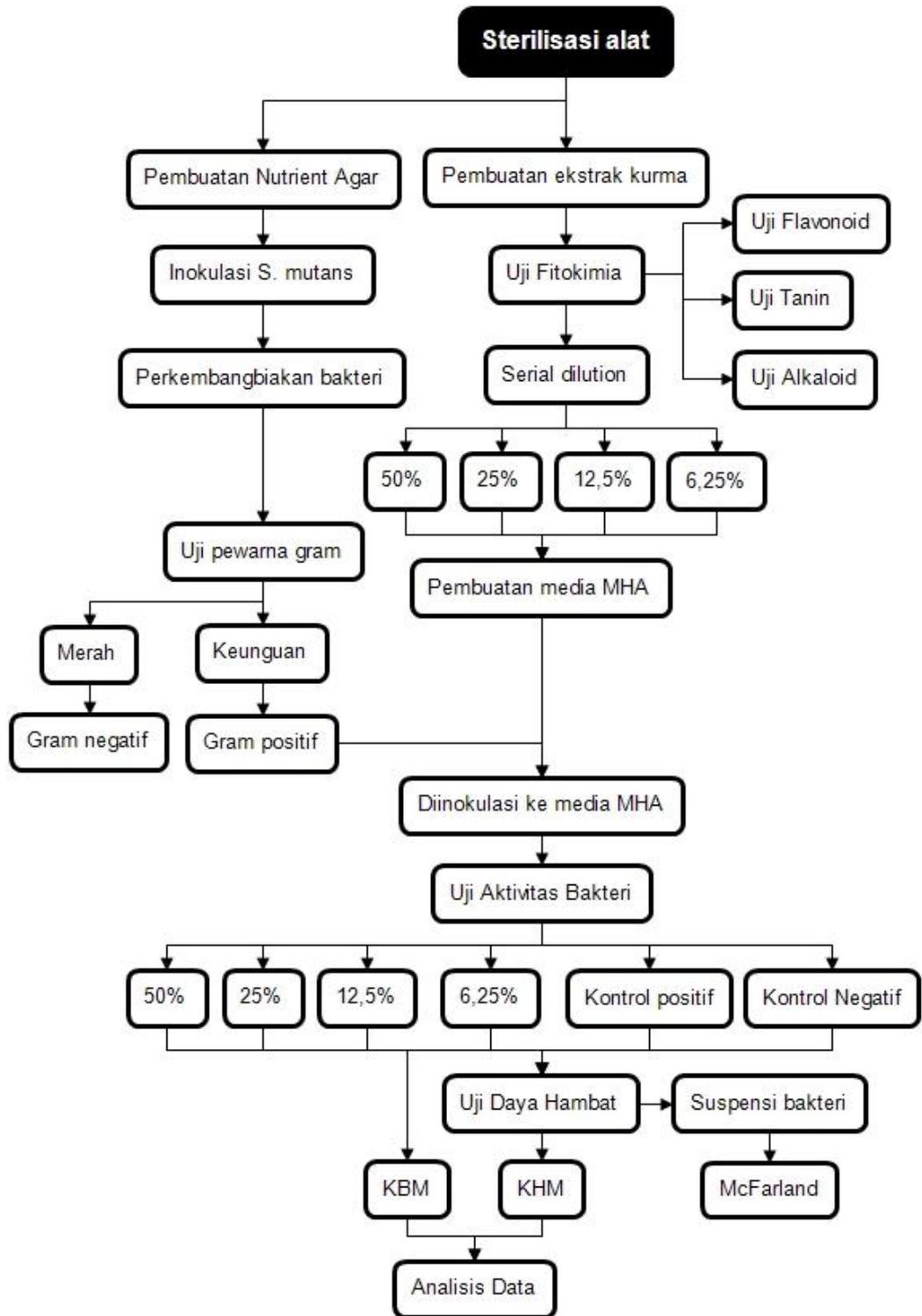
Apabila telah didapatkan hasil zona hambat pada masing-masing konsentrasi dan total pengulangan yang telah dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan diameter zona hambat terkecil yang dapat membunuh bakteri *Streptococcus mutans*. Sehingga didapatkan kesimpulan konsentrasi mana yang paling minimum yang dapat menghambat bakteri *Streptococcus mutans* merupakan nilai KHM dari aktivitas antibakteri berbagai konsentrasi ekstrak buah kurma.

4.8.11 Pengukuran KBM

Cara mengukur KBM dengan menambahkan 0,1 ml suspensi bakteri dan 1 ml masing-masing konsentrasi ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) pada tabung reaksi kemudian dihomogenkan dengan *vortex*. Selanjutnya mengeluarkan seluruh tabung reaksi setelah diinkubasi dari inkubator kemudian dilakukan *streak plate* menggunakan *cotton swab* pada cawan petri yang telah terdapat MHA dan

diinkubasi selama 18 – 24 jam dalam 37°C lalu dihitung koloni bakterinya dengan *colony counter*. Pada jumlah koloni bakteri yang paling sedikit didapatkan kesimpulan bahwa pada konsentrasi tersebut adalah konsentrasi yang paling minimum (KBM) yang dapat membunuh bakteri *Streptococcus mutans*.

4.9 Alur Penelitian



4.10 Analisis Data

Data dianalisis dengan uji normalitas Kalmogorov-Smirnov Test dan uji homogenitas Levene Test, yaitu jika nilai signifikansi $p \geq 0,05$ maka data terdistribusi normal dan homogenitas nanti akan dilakukan dengan Uji One-Way ANOVA untuk menentukan rata-rata dari perbedaan antar kelompok (Ramadhan *et al.*, 2019). Namun, apabila distribusi data tidak normal, di mana nilai $p \leq 0,05$ dan tidak homogen, maka Uji One-Way ANOVA tidak dapat dilakukan sehingga dapat menggunakan Uji Kruskall-Wallis (Albab *et al.*, 2020).

Jika uji One-Way ANOVA atau Uji *Kruskall-Wallis* bermakna yakni $p < 0,05$ maka dilakukan Uji Post Hoc LSD (*Least Significance Different*) untuk melihat pada konsentrasi berapakah dicapai nilai signifikansi tersebut (Chismirina *et al.*, 2014). Selanjutnya dapat diuji kembali untuk melihat apakah hubungan antara kedua variabel searah maupun tidak searah dengan menggunakan Uji *Spearman*. Analisis data dengan menggunakan program analisis statistik yaitu *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 26.

4.11 Tabel Hasil Pengamatan KBM

Tabel 4.1 Contoh tabel hasil pengamatan KBM

Konsentrasi	Pengulangan (mm)			
	1	2	3	4
50%				
25%				
12,5%				
6,25%				
Kontrol Negatif				
Kontrol Positif				

4.12 Tabel Hasil Pengamatan KHM

Tabel 4.2 Contoh tabel hasil pengamatan KHM

Pengulangan	Jumlah koloni <i>Streptococcus mutans</i> pada MHA (CFU) pada konsentrasi (%)				Kontrol	
	50%	25%	12,5%	6,25%	(+)	(-)
1						
2						
3						
4						
Keterangan: + Sedikit ++ Banyak +++ Sangat banyak - Tidak ada						

BAB V

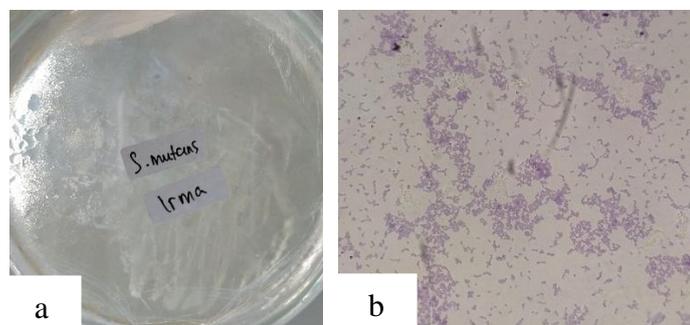
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dan adanya pengaruh antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap *Streptococcus mutans* secara *in vitro* yang kemudian memberikan hasil penelitian berupa data identifikasi bakteri *Streptococcus mutans*, hasil ekstraksi dan uji fitokimia kurma (*Phoenix dactylifera*), hasil pengamatan zona hambat, hasil pengamatan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan hasil pengamatan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM).

5.1.1 Hasil Identifikasi Bakteri *Streptococcus mutans*

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kultur murni bakteri *Streptococcus mutans* yang berasal dari CV. Wiyasa Mandiri Malang. Identifikasi ulang terhadap bakteri tersebut dilakukan di Laboratorium Mikro-Parasitologi Program Studi Pendidikan Dokter FKIK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang secara makroskopis dan mikroskopis.



Gambar 5.1 Identifikasi Bakteri

- a. Identifikasi makroskopis: kultur Nutrient Agar; b. Identifikasi mikroskopis: pewarnaan gram

Identifikasi bakteri secara makroskopis dilakukan dengan cara menanamkan bakteri *Streptococcus mutans* pada media NA. Pada hasil identifikasi ini ditemukan ciri khas secara makroskopis dari bakteri *Streptococcus mutans* yaitu koloni yang berwarna putih seperti salju namun agak buram mengkilat (*opaque*), permukaannya sangat licin dan lengket serta berbau khas seperti karamel (gambar 5.1a).

Sedangkan identifikasi bakteri secara mikroskopis dengan menggunakan uji pewarnaan gram pada bakteri *Streptococcus mutans*. Pada uji pewarnaan gram yang kemudian dilakukan pengamatan dengan memakai mikroskop, didapatkan bahwa bakteri *Streptococcus mutans* terlihat berwarna ungu karena bakter tersebut termasuk dalam bakteri gram positif. Pada mikroskop juga terlihat bahwa bentuk bakteri berupa kokus, atau bulat (gambar 5.1b).

5.1.2 Hasil Ekstraksi dan Uji Fitokimia Kurma (*Phoenix dactylifera*)

Ekstraksi kurma dilakukan di Materia Medica Batu menggunakan metode ekstraksi maserasi yang kemudian dilanjutkan dengan pemisahan ekstrak dengan pelarut menggunakan *rotary evaporator*, yang hasilnya berupa cairan berwarna coklat kental kehitaman. Ekstrak yang telah didapatkan kemudian diencerkan menjadi beberapa macam konsentrasi yang sesuai dengan perlakuan yaitu 50%, 25%, 12,5% dan 6,25%. Pengenceran dilakukan dengan menggunakan dilusi serial.

Sedangkan hasil uji fitokimia pada ekstrak kurma dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kandungan flavonoid, alkaloid dan tanin pada ekstrak kurma. Pada hasil uji fitokimia didapatkan bahwa ekstrak kurma terkandung

senyawa alkaloid (pada identifikasi Bouchardat) dan tanin, sedangkan senyawa flavonoid tidak ditemukan pada ekstrak kurma tersebut.

3. Hasil

No	Identifikasi Senyawa	Parameter	Hasil
1.	Flavonoid	Jingga, Merah Bata, Merah Muda, Merah Tua	(-) Negatif
2.	Alkaloid		
	Meyer	Endapan Putih	(-) Negatif
	Dragendrof	Endapan Jingga	(-) Negatif
	Bouchardat	Endapan Cokelat	(+) Positif
3.	Tanin	Cokelat Kehitaman, Biru Kehitaman	(+) Positif

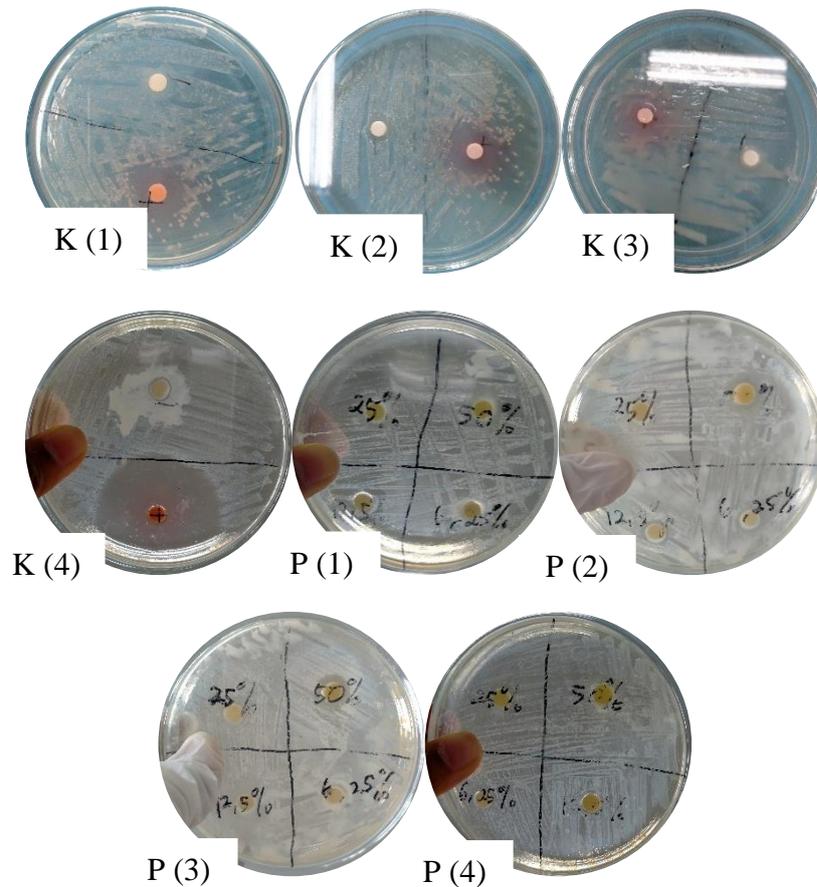
4. Lampiran

Nama Sampel	Flavonoid	Alkaloid			Tanin
		Meyer	Dragendrof	Bouchardat	
Ekstrak Kurma					

Gambar 5. 2 Hasil uji fitokimia pada ekstrak kurma

5.1.3 Hasil Pengamatan Zona Hambat

Metode difusi cakram *Kirby Bauer* dilakukan sesuai dengan prosedur yang dikeluarkan oleh *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) untuk mengetahui diameter zona hambat yang berbentuk pada media *Muller Hinton Agar* (MHA) yang telah diinokulasikan bakteri *Streptococcus mutans* dan ditanamkan pada masing-masing konsentrasi perlakuan ekstrak kurma, kemudian diinkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$.



Gambar 5.3 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma K (1) – K (4). Kontrol (positif dan negatif) pengulangan pertama hingga keempat; P (1) – P (4). Kelompok perlakuan (konsentrasi 50%, 25%, 12,5% dan 6,25%) pengulangan pertama hingga keempat.

Dari pengamatan keempat pengulangan pada perlakuan dan kontrol dengan metode difusi cakram, yaitu konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,25% serta kontrol positif (amoksilin) dan kontrol negatif (aquades), didapatkan hasil diameter zona hambat yang ditampilkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma (mm) (setelah dikurangi diameter cakram)

Konsentrasi	Pengulangan (mm)				Rata-rata (mm)
	P1	P2	P3	P4	
50%	6	4	7	10	6,75
25%	5	3	4	4	4
12,5%	3	2	3	3	2,75
6,25%	0	0	1	2	0,75

K-	0	0	0	0	0
K+	12	10	12	42	19

Diameter zona hambat terbesar ada pada kontrol positif (amoksilin) yang memiliki rata-rata sebesar 19 mm kemudian diikuti oleh konsentrasi ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) 50% sebesar 6,75 mm. Sedangkan pada konsentrasi ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) 25%, 12,5% dan 6,25% memiliki rata-rata diametes zona hambat secara berurutan yaitu sebesar 4 mm, 2,75 mm dan 0,75 mm. Sementara itu, kontrol negatif (aquades) tidak memiliki rata-rata diameter zona hambat (0 mm).

5.1.4 Hasil Pengamatan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram *Kirby Bauer*, yaitu memakai kertas cakram yang telah direndam berbagai macam konsentrasi ekstrak kurma (50%, 25%, 12,5% dan 6,25%) serta kontrol positif (amoksilin) dan kontrol negatif (aquades). Setelah itu dilakukan inkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$, kemudian dilakukan 4 kali pengulangan dan didapatkan data diameter zona hambat pada tiap-tiap konsentrasi perlakuan.

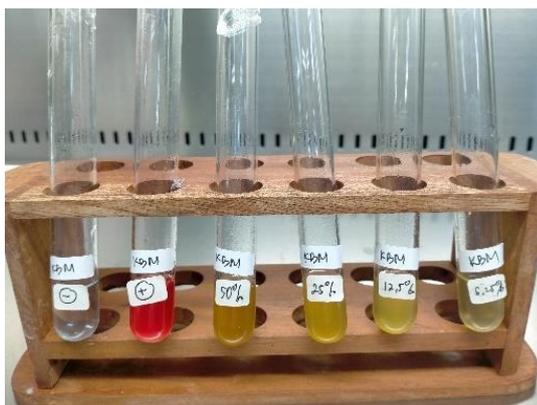
Tabel 5. 2 Pengamatan Zona Hambat Ekstrak Kurma (mm) (setelah dikurangi diameter cakram) dengan standar deviasi

Konsentrasi	Pengulangan (mm)				Rata-rata (mm)	Std. Deviation
	P1	P2	P3	P4		
50%	6	4	7	10	6,75	2,5
25%	5	3	4	4	4	0,82
12,5%	3	2	3	3	2,75	0,5
6,25%	0	0	1	2	0,75	0,9
K-	0	0	0	0	0	0
K+	12	10	12	42	19	15,36

Selanjutnya, data tersebut diamati dengan cara melihat zona hambat dengan besar diameter terkecil pada konsentrasi ekstrak kurma tersebut. Terlihat bahwa pada konsentrasi 6,25% merupakan konsentrasi terkecil yang memiliki rata-rata diameter zona hambat. Namun, pada beberapa pengulangan konsentrasi ini tidak menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*, maka masih termasuk lemah apabila dikatakan konsentrasi 6,25% merupakan nilai KHM. Sedangkan pada konsentrasi 12,5% memiliki rata-rata diameter zona hambat terkecil di mana pada keseluruhan pengulangannya muncul zona hambat. Maka dari itu, didapatkan kesimpulan bahwa KHM yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* pada uji antibiotik menggunakan metode difusi cakram ini adalah konsentrasi ekstrak kurma 12,5%.

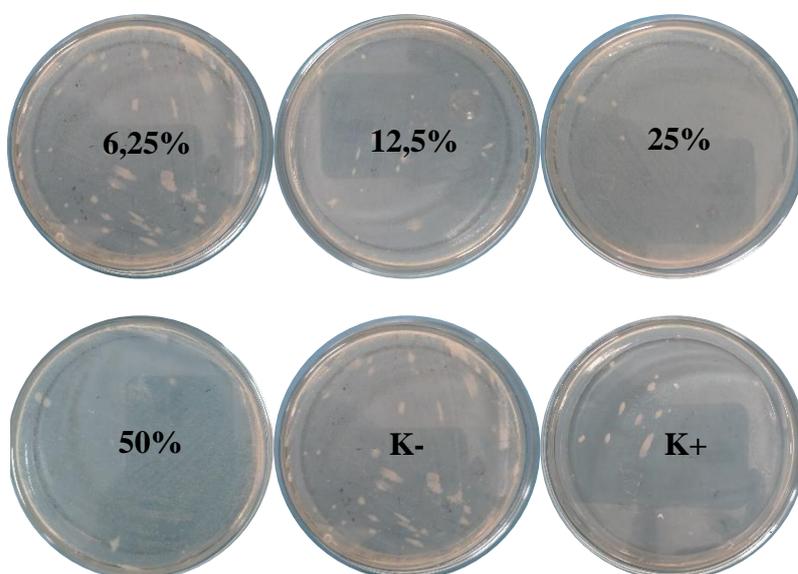
5.1.5 Hasil Pengamatan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)

Hasil Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) didapatkan dari metode dilusi tabung yang dilakukan dengan mencampurkan 1 ml pada masing-masing konsentrasi ekstrak kurma dengan 0,1 ml suspensi bakteri serta pada kontrol positif dan kontrol negatif secara berurutan menambahkan 1 ml amoksilin dan 1 ml aquades pada 0,1 suspensi bakteri (Desmara et al., 2017).



Gambar 5. 4 Metode dilusi tabung (KBM)

Kemudian pada masing-masing tabung perlakuan ditumbuhkan pada cawan petri dengan media padat MHA, lalu dilakukan inkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$. Setelah itu secara manual, dilakukan penghitungan koloni bakteri *Streptococcus mutans*.



Gambar 5. 5 Pengamatan jumlah koloni secara visual

Pengamatan visual dilakukan dengan cara melihat pertumbuhan koloni dengan menggunakan dasar berwarna. Pertumbuhan bakteri terlihat pada

keseluruhan konsentrasi maupun kontrol positif dan negatif. Pertumbuhan koloni bakteri *Streptococcus mutans* terlihat paling banyak pada cawan petri dengan perlakuan kontrol negatif dan pada konsentrasi ekstrak kurma 6,25%. Namun, pada konsentrasi ekstrak kurma 12,5% terlihat pertumbuhan koloni bakteri *Streptococcus mutans* yang jarang-jarang. Sedangkan pada kontrol positif terlihat koloni bakterinya hampir bersih meskipun terlihat beberapa koloni tumbuh, begitu juga pada konsentrasi ekstrak kurma 25% dan 50%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) ekstrak kurma terhadap bakteri *Streptococcus mutans* adalah 25%.

Tabel 5. 3 Pengamatan jumlah koloni pada penghitungan manual

Pengulangan	Jumlah koloni <i>Streptococcus mutans</i> pada MHA (CFU) pada konsentrasi (%)				Kontrol	
	50%	25%	12,5%	6,25%	(+)	(-)
1	7	9	23	48	6	148
2	5	10	26	69	15	105
3	8	9	20	42	13	150
4	6	11	27	72	14	115
Rata-rata	6,5	9,75	24	57,75	12	129,5
Std. Deviation	1,29	0,96	3,16	14,98	4,08	22,9

Pengamatan jumlah koloni dengan penghitungan secara manual menunjukkan hasil bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak kurma maka semakin sedikit jumlah koloni yang tumbuh pada media MHA. Pada hasil penghitungan manual koloni di atas, terlihat bahwa rata-rata jumlah koloni paling kecil terdapat pada konsentrasi ekstrak kurma 50% sebesar 6,5 CFU, kemudian dilanjutkan pada rata-rata jumlah koloni yang ada pada kontrol positif (amoksilin) sebesar 12 CFU. Dikarenakan kontrol positif adanya kemungkinan kontaminasi saat melakukan *streak plate*, sehingga pada kontrol positif memiliki lebih banyak jumlah koloni bakteri dibandingkan pada konsentrasi 50%. Maka dari itu didapatkan pula pada

hasil jumlah koloni bakteri kontrol positif lebih banyak dari pada kelompok perlakuan di konsentrasi 25% dan 50%. Sedangkan pada rata-rata jumlah koloni pada konsentrasi 25%, 12,5% dan 6,25% ekstrak kurma masing-masing sebesar 9,75 CFU; 24 CFU dan 57,75 CFU. Selain itu pada kontrol negatif memiliki rata-rata jumlah koloni terbesar yaitu sebesar 129,5 CFU.

Tabel 5. 4 Pengamatan jumlah koloni secara visual

Pengulangan	Jumlah koloni <i>Streptococcus mutans</i> pada MHA (CFU) pada konsentrasi (%)				Kontrol	
	50%	25%	12,5%	6,25%	(+)	(-)
1	+	+	++	+++	+	+++
2	+	+	++	+++	+	+++
3	+	+	++	+++	+	+++
4	+	+	++	+++	+	+++

Keterangan:

- + Sedikit
- ++ Banyak
- +++ Sangat banyak
- Tidak ada

Penghitungan koloni tidak dilakukan dengan menggunakan *colony counter*, hal ini dikarenakan bahwa dari *colony counter* tidak memberikan hasil yang sesuai dengan aslinya di mana sering pada koloni besar tidak terhitung sedangkan pada satu koloni kecil seringkali terhitung menjadi dua kali koloni, maka penghitungan dilakukan dengan cara menghitung secara manual. Hasil dari metode dilusi tabung di atas dengan penghitungan koloni pada media padat MHA didapatkan hasil bahwa konsentrasi 50% merupakan konsentrasi minimum yang masih mampu membunuh bakteri *Streptococcus mutans*, karena pada konsentrasi 50% mendapatkan jumlah koloni terkecil dibandingkan kelompok perlakuan lainnya.

Maka, apabila dilihat dari penghitungan manual dan pengamatan secara visual telah didapatkan bahwa konsentrasi minimum ekstrak kurma (*Phoenix*

dactylifera) yang dapat membunuh bakteri *Streptococcus mutans* adalah konsentrasi 50%.

5.2 Analisis Data

Pada langkah selanjutnya, data diameter zona hambat yang telah didapatkan dari metode difusi cakram *Kirby Bauer* dilakukan uji analisis statistik menggunakan aplikasi SPSS versi 26.0. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji statistik *One Way ANOVA* apabila data terbukti normal pada Uji Normalitas dan Uji Homogenitas atau menggunakan uji statistik *Kruskal Wallis* apabila data terbukti tidak normal pada Uji Normalitas dan Uji Homogenitas. kemudian dilanjutkan dengan menggunakan Uji *Post Hoc* apabila hasil data pada uji statistik (*One Way ANOVA* atau *Kruskal Wallis*) bernilai signifikan ($>0,05$). Analisis data dilakukan dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

5.2.1 Analisis Data Diameter Zona Hambat

Data yang telah didapatkan pada pengamatan diameter zona hambat ekstrak kurma terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dilakukan uji normalitas terlebih dahulu untuk menentukan uji statistik yang dipakai selanjutnya. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan Uji *Shapiro-Wilk* kemudian dilanjutkan dengan Uji *Kruskal Wallis*.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk menentukan distribusi residu data yaitu data terdistribusi dengan normal atau tidak. Uji *Shapiro-Wilk* dilakukan karena data yang ada berjumlah <50 .

Tabel 5. 5 Deskripsi statistik data diameter zona hambat

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Zona hambat uji difusi cakram	50%	.210	4	.	.982	4	.911
	25%	.250	4	.	.945	4	.683
	12.5%	.441	4	.	.630	4	.001
	6.25%	.283	4	.	.863	4	.272
	Kontrol Negatif	.	4	.	.	4	.
	Kontrol Positif	.426	4	.	.683	4	.007

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil Uji Normalitas di atas dapat diketahui bahwa distribusi residu dari data diameter zona hambat tersebut tidak normal, karena terdapat dua nilai yang tidak signifikan ($p < 0,05$) yaitu pada konsentrasi ekstrak kurma 12,5% sebesar 0,001 dan pada kontrol negatif sebesar 0. Maka dari itu, pada uji statistik menggunakan uji alternatif dari Uji *One Way ANOVA* yaitu Uji *Kruskal Wallis*.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji yang bertujuan untuk menentukan variansi data tersebut homogen atau tidak homogen. Uji homogenitas yang telah dilakukan dengan menggunakan Uji *Levene*, kemudian menunjukkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. 6 Uji Homogenitas diameter zona hambat

		Test of Homogeneity of Variances			
		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Zona hambat uji difusi cakram	Based on Mean	7.646	5	18	.001
	Based on Median	1.026	5	18	.432

Based on Median and with adjusted df	1.026	5	3.086	.524
Based on trimmed mean	5.928	5	18	.002

Nilai signifikan pada hasil Uji Homogenitas tersebut adalah $P\text{-value} < 0,05$ yaitu 0,001 sehingga data memiliki variansi yang tidak homogen. Maka dari itu, data diameter zona hambat tersebut tidak dapat dianalisis dengan menggunakan uji parametrik berupa Uji *One Way ANOVA*, akan tetapi dapat menggunakan uji nonparametrik yaitu Uji *Kruskal Wallis*.

c. Uji *Kruskal Wallis*

Uji *Kruskal Wallis* adalah uji nonparametrik, di mana uji ini menjadi alternatif apabila data yang digunakan berjumlah < 50 dan terdistribusi tidak normal. Uji ini bertujuan dalam menentukan perbedaan signifikan secara statistik antara dua kelompok variabel bebas atau lebih terhadap variabel terikat yang berskala numerik (interval/rasio) dan ordinal. Berikut merupakan hasil Uji *Kruskal Wallis*.

Tabel 5. 7 Uji *Kruskal Wallis* diameter zona hambat

Test Statistics^{a,b}	
Zona hambat uji difusi cakram	
Kruskal-Wallis H	21.690
df	5
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik

Nilai signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 5.7 yaitu $P\text{-value} = 0,001$ ($p < 0,05$) yang berarti masing-masing perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan terhadap diameter zona hambat. Hal ini menyimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, di mana H_1 merupakan adanya hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*.

Uji *Kruskal Wallis* hanya dapat digunakan untuk melihat ada atau tidaknya aktivitas antibakteri pada setiap perlakuan, akan tetapi uji ini tidak dapat digunakan untuk melihat seberapa besar perbedaan aktivitas antibakteri pada setiap kelompok perlakuan. Sehingga untuk melihat perbedaan aktivitas antibakteri setiap kelompok perlakuan dilakukan dengan menggunakan Uji *Post Hoc* yaitu uji lanjutan dari Uji *Kruskal Wallis*.

d. Uji Post Hoc

Uji *Post Hoc* dilakukan sebagai uji lanjutan dari Uji *Kruskal Wallis* yang bertujuan untuk mengetahui pada korelasi mana terdapat perbedaan aktivitas antibakteri pada setiap kelompok perlakuan dan kontrol terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Hasil Uji *Post Hoc* didapatkan sebagai berikut.

Tabel 5. 8 Uji *Post Hoc* diameter zona hambat

Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik					
Sample 1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig. ^a
Kontrol Negatif-6.25%	2.125	4.943	.430	.667	1.000
Kontrol Negatif-12.5%	7.250	4.943	1.467	.142	1.000
Kontrol Negatif-25%	11.125	4.943	2.251	.024	.366
Kontrol Negatif-50%	14.625	4.943	2.959	.003	.046

Kontrol Negatif- Kontrol Positif	-18.875	4.943	-3.818	.000	.002
6.25%-12.5%	5.125	4.943	1.037	.300	1.000
6.25%-25%	9.000	4.943	1.821	.069	1.000
6.25%-50%	12.500	4.943	2.529	.011	.172
6.25%-Kontrol Positif	-16.750	4.943	-3.389	.001	.011
12.5%-25%	3.875	4.943	.784	.433	1.000
12.5%-50%	7.375	4.943	1.492	.136	1.000
12.5%-Kontrol Positif	-11.625	4.943	-2.352	.019	.280
25%-50%	3.500	4.943	.708	.479	1.000
25%-Kontrol Positif	-7.750	4.943	-1.568	.117	1.000
50%-Kontrol Positif	-4.250	4.943	-.860	.390	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Tabel 5.8 di atas menunjukkan bahwa terdapat 6 kolom berwarna kuning yang memiliki nilai $P\text{-value} < 0,05$ yang artinya memiliki perbedaan signifikan pada aktivitas antibakteri yaitu terlihat pada pasangan kontrol negatif dengan konsentrasi ekstrak kurma 25% (0,024), terhadap konsentrasi 50% (0,03) dan kontrol positif (0,00). Kemudian pada pasangan konsentrasi ekstrak kurma 6,25% terhadap konsentrasi 50% (0,011) serta pasangan kontrol positif terhadap konsentrasi ekstrak kurma 6,25% (0,001) dan terhadap konsentrasi 12,5% (0,019).

Aktivitas antibakteri dari berbagai macam konsentrasi ekstrak kurma dalam menghambat pertumbuhan pada bakteri *Streptococcus mutans* yang paling efektif dapat diketahui dengan membandingkan masing-masing perlakuan, yaitu berupa kontrol positif dengan kontrol negatif (-18,875), terhadap konsentrasi 6,25% (-

16,750), terhadap konsentrasi 12,5% (-11,625), konsentrasi 25% (-7,750) dan konsentrasi 50% (-4,250). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil nilai uji statistik (*test statistic*) atau semakin sedikit perbedaan antara konsentrasi dan kontrol positif maka ekstrak kurma tersebut memiliki aktivitas antibakteri yang paling efektif karena nilainya mendekati nilai kontrol positif.

Sehingga pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki aktivitas antibakteri paling efektif terhadap bakteri *Streptococcus mutans* pada konsentrasi 50% serta penurunan konsentrasi ekstrak kurma berbanding lurus dengan penurunan aktivitas antibakteri (bakteriostatik) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

e. Uji Korelasi Spearman

Uji korelasi *Spearman* adalah uji analisis data yang digunakan untuk mencari korelasi atau hubungan pada suatu data variabel yang salah satunya berbentuk ordinal serta untuk menguji signifikansi hipotesis asosiatif pada data tersebut. Uji ini juga merupakan uji analisis data yang tidak perlu menggunakan data yang terdistribusi normal, maka dari itu uji *Spearman* ini termasuk dalam uji statistic non parametri. Hasil uji *Spearman* sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Uji Spearman Diameter Zona Hambat

		Correlations	
		Zona hambat uji difusi cakram	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik
Spearman' s rho	Zona hambat uji	Correlation Coefficient	1.000
	difusi cakram	Sig. (2-tailed)	.
		N	24
		Correlation Coefficient	.968**
			1.000

Konsentrasi cairan	Sig. (2-tailed)	.000	.
perlakuan uji antibiotik	N	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pada hasil uji *Spearman* tersebut didapatkan bahwa nilai signifikan pada data adalah $0,00 < 0,05$. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa data pada diameter zona hambat tersebut terdapat korelasi dengan kelompok perlakuan. Selain itu untuk mencari kekuatan dari korelasi tersebut dilihat pada nilai *Correlation coefficient* sebesar 0,96. Pada tabel nilai kekuatan korelasi pada uji *Spearman* yaitu:

Tabel 5. 10 Ketentuan tingkat kekuatan korelasi antar variabel Uji Spearman

Nilai <i>Correlation coefficient</i>	Kekuatan korelasi
0,00 – 0,25	Korelasi sangat lemah
0,26 – 0,50	Korelasi cukup
0,51 – 0,75	Korelasi kuat
0,76 – 0,99	Korelasi sangat kuat
1,00	Korelasi sempurna

Dari ketentuan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada data diameter zona hambat memiliki korelasi dengan kelompok perlakuan yang sangat kuat. Selain itu pada arah korelasi hasil uji *Spearman* tersebut adalah positif, hal ini dilihat dari tanda nilai *Correlation coefficient*, yaitu 0,96. Maka dari itu, hasil positif ini memiliki makna berupa korelasi antar variabel tersebut adalah berbanding lurus, di mana semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar diameter zona hambat tersebut.

5.2.2 Analisis Data Jumlah Koloni *Streptococcus mutans* pada MHA

Data jumlah koloni yang didapatkan dalam satuan CFU (*Colony Forming Unit*) dari media padat MHA yang telah menunjukkan pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* setelah dilakukan metode dilusi tabung. Hasil penghitungan dengan cara manual ini kemudian dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 26.0, analisis data dimulai dengan uji normalitas menggunakan Uji *Shapiro-Wilk* kemudian dilanjutkan uji homogenitas dengan menggunakan Uji *Levene*. Selanjutnya dilakukan Uji *One Way ANOVA* apabila data terdistribusi normal dan homogen, namun dapat menggunakan Uji *Kruskal Wallis* apabila data terdistribusi tidak normal dan tidak homogen. Lalu dapat dilanjutkan dengan Uji *Post Hoc*, kemudian uji korelasi *Spearman* untuk mendapatkan korelasi antara kedua variabel.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk menentukan distribusi residu data yaitu data terdistribusi dengan normal atau tidak. Uji *Shapiro-Wilk* dilakukan karena data yang ada berjumlah <50 di mana data yang didapatkan berjumlah 24.

Tabel 5. 11 Deskripsi statistik data jumlah koloni

	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statisti c	df	Sig.	Statisti c	df	Sig.
Jumlah koloni bakteri	50%	.151	4	.	.993	4	.972
	25%	.283	4	.	.863	4	.272
	12.5%	.236	4	.	.940	4	.653
	6.25%	.274	4	.	.864	4	.275
	Kontrol Negatif	.290	4	.	.843	4	.204
	Kontrol Positif	.347	4	.	.807	4	.115

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan menggunakan Uji *Shapiro-Wilk* didapatkan hasil bahwa data tersebut terdistribusi dengan normal karena *P-value* > 0,05 dan tidak ada salah satu data yang memiliki nilai *P-value* < 0,05.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji yang bertujuan untuk menentukan variansi data tersebut homogen atau tidak homogen. Uji homogenitas yang telah dilakukan dengan menggunakan Uji *Levene*, yang menunjukkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. 12 Uji homogenitas jumlah koloni

		Test of Homogeneity of Variances			
		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Jumlah koloni bakteri	Based on Mean	45.411	5	18	.000
	Based on Median	32.480	5	18	.000
	Based on Median and with adjusted df	32.480	5	8.440	.000
	Based on trimmed mean	44.415	5	18	.000

Nilai signifikan yang terdapat pada uji homogenitas menunjukkan bahwa *P-value* < 0,05 (0,000) sehingga data tersebut merupakan data yang tidak homogen. Maka dari itu, data tersebut tidak dapat memenuhi syarat Uji *One Way ANOVA*, maka dapat dilanjutkan dengan Uji *Kruskal Wallis* sebagai uji alternatif dari Uji *One Way ANOVA*. Uji *Kruskal Wallis* juga merupakan uji nonparametrik untuk data yang tidak homogen.

c. Uji *Kruskal Wallis*

Uji *Kruskal Wallis* adalah uji nonparametrik, di mana uji ini menjadi alternatif apabila data yang digunakan berjumlah <50 dan terdistribusi tidak normal. Uji ini bertujuan dalam menentukan perbedaan signifikan secara statistik antara dua kelompok variabel bebas atau lebih terhadap variabel terikat yang berskala numerik (interval/rasio) dan ordinal. Berikut merupakan hasil Uji *Kruskal Wallis*.

Tabel 5. 13 Uji *Kruskal Wallis* jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans*

Test Statistics ^{a,b}	
	Jumlah koloni bakteri
Kruskal-Wallis H	21.301
Df	5
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM

Nilai signifikan yang ditunjukkan pada Tabel 5.11 yaitu $P\text{-value} = 0,001$ ($p < 0,05$) yang berarti masing-masing perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan terhadap jumlah koloni bakteri. Hal ini menyimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, di mana H_1 merupakan adanya hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*.

Uji *Kruskal Wallis* hanya dapat digunakan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan, akan tetapi uji ini tidak dapat digunakan untuk melihat seberapa besar dan pada konsentrasi yang terdapat perbedaan signifikan pada setiap kelompok perlakuan. Sehingga untuk melihat perbedaan yang signifikan pada setiap kelompok perlakuan, perlu dilakukan

analisis dengan menggunakan Uji *Post Hoc* yaitu uji lanjutan dari Uji *Kruskal Wallis*.

d. Uji Post Hoc

Uji *Post Hoc* dilakukan sebagai uji lanjutan dari Uji *Kruskal Wallis* yang bertujuan untuk mengetahui pada korelasi mana terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap kelompok perlakuan dan kontrol terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Hasil Uji *Post Hoc* didapatkan sebagai berikut.

Tabel 5. 14 Uji *Post Hoc* jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutan*

Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM					
Sample 1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig. ^a
50%-25%	-4.375	4.998	-.875	.381	1.000
50%-Kontrol Positif	-5.750	4.998	-1.151	.250	1.000
50%-12.5%	-11.375	4.998	-2.276	.023	.343
50%-6.25%	-15.375	4.998	-3.076	.002	.031
50%-Kontrol Negatif	-19.375	4.998	-3.877	.000	.002
25%-Kontrol Positif	-1.375	4.998	-.275	.783	1.000
25%-12.5%	-7.000	4.998	-1.401	.161	1.000
25%-6.25%	-11.000	4.998	-2.201	.028	.416
25%-Kontrol Negatif	-15.000	4.998	-3.001	.003	.040
Kontrol Positif-12.5%	5.625	4.998	1.125	.260	1.000
Kontrol Positif-6.25%	9.625	4.998	1.926	.054	.812
Kontrol Positif-Kontrol Negatif	13.625	4.998	2.726	.006	.096
12.5%-6.25%	-4.000	4.998	-.800	.424	1.000
12.5%-Kontrol Negatif	-8.000	4.998	-1.601	.109	1.000
6.25%-Kontrol Negatif	-4.000	4.998	-.800	.424	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Tabel 5.12 di atas menunjukkan bahwa terdapat 6 kolom berwarna kuning yang memiliki nilai *P-value* < 0,05 yang artinya memiliki perbedaan signifikan pada aktivitas antibakteri yaitu terlihat pada pasangan konsentrasi ekstrak kurma 50% terhadap konsentrasi ekstrak kurma 12,5% (0,023), terhadap konsentrasi 25% (0,002) dan kontrol positif (0,00). Kemudian pada pasangan konsentrasi ekstrak kurma 25% terhadap konsentrasi 6,25% (0,028) dan terhadap kontrol negatif (0,03). Kemudian pasangan kontrol positif terhadap dan terhadap kontrol negatif (0,006).

Aktivitas antibakteri dari berbagai macam konsentrasi ekstrak kurma dalam menghambat pertumbuhan pada bakteri *Streptococcus mutans* yang paling efektif dapat diketahui dengan membandingkan masing-masing perlakuan, yaitu berupa kontrol positif dengan kontrol negatif (13,625), terhadap konsentrasi 6,25% (9,625), terhadap konsentrasi 12,5% (5,625), konsentrasi 25% (-1,375) dan konsentrasi 50% (-5,750). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil nilai uji statistik (*test statistic*) atau semakin sedikit perbedaan antara konsentrasi dan kontrol positif maka ekstrak kurma tersebut memiliki aktivitas antibakteri yang paling efektif karena nilainya mendekati nilai kontrol positif.

e. Uji Korelasi Spearman

Uji korelasi *Spearman* adalah uji analisis data yang digunakan untuk mencari korelasi atau hubungan pada suatu data variabel yang salah satunya

berbentuk ordinal serta untuk menguji signifikansi hipotesis asosiatif pada data tersebut. Uji ini juga merupakan uji analisis data yang tidak perlu menggunakan data yang terdistribusi normal, maka dari itu uji *Spearman* ini termasuk dalam uji statistic non parametri. Hasil uji *Spearman* sebagai berikut.

Tabel 5. 15 Uji *Spearman* jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans*

			Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Jumlah koloni bakteri
Spearman's rho	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Correlation Coefficient	1.000	.548**
		Sig. (2-tailed)	.	.006
		N	24	24
	Jumlah koloni bakteri	Correlation Coefficient	.548**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.006	.
		N	24	24

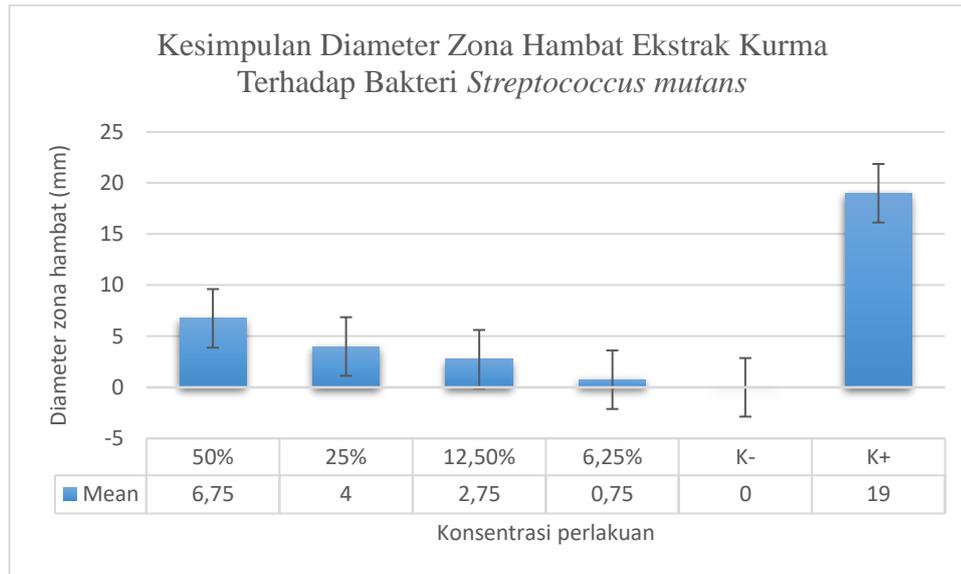
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pada hasil uji *Spearman* tersebut didapatkan bahwa nilai signifikan pada data adalah $0,06 < 0,05$. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa data pada jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans* tersebut terdapat korelasi dengan kelompok perlakuan. Selain itu untuk mencari kekuatan dari korelasi tersebut dilihat pada nilai *Correlation coefficient* sebesar 0,54. Pada tabel 5.14 mengenai ketentuan tingkat kekuatan korelasi antar variabel, dapat disimpulkan bahwa pada data jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans* memiliki korelasi dengan kelompok perlakuan yang kuat. Selain itu pada arah korelasi hasil uji *Spearman* tersebut adalah positif, hal ini dilihat dari tanda nilai *Correlation coefficient*, yaitu 0,54. Maka dari itu, hasil positif ini bermakna yaitu korelasi antar variabel tersebut adalah berbanding lurus, di mana semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans* tersebut.

Sehingga pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki aktivitas antibakteri paling efektif terhadap bakteri *Streptococcus mutans* pada konsentrasi 50% karena memiliki nilai yang terkecil, serta penurunan konsentrasi ekstrak kurma berbanding lurus dengan penurunan aktivitas antibakteri (bakteriostatik) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

5.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data uji aktivitas antibakteri ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro* dengan metode difusi cakram dapat disimpulkan bahwa diameter zona hambat (mm) ekstrak kurma terbesar hingga terkecil secara berurutan yaitu konsentrasi ekstrak kurma 50% ($X = 6,75 \pm SD = 2,5$ mm), konsentrasi 25% ($X = 4 \pm SD = 0,82$ mm), konsentrasi 12,5% ($X = 2,75 \pm SD = 0,5$ mm), dan yang paling kecil merupakan konsentrasi 6,25% ($X = 0,75 \pm SD = 0,9$ mm).



Gambar 5. 6 Diagram batang kesimpulan diameter zona hambat

Apabila dilihat dari Uji *Post Hoc* pada data diameter zona hambat didapatkan bahwa kontrol negatif aquades memiliki perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi ekstrak kurma 25%, 50% dan kontrol positif Amoksilin 50mg/ml. Sedangkan pada konsentrasi ekstrak kurma 6,25% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi 50% dan pada kontrol positif Amoksilin memiliki perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi ekstrak kurma 6,25% dan konsentrasi 12,5%. Selain itu, pada uji ini didapatkan hasil bahwa konsentrasi ekstrak kurma yang paling efektif adalah ekstrak dengan konsentrasi 12,5%.

Pembentukan dari zona hambat ini menunjukkan adanya aktivitas antibakteri ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Penelitian eksperimental mikrobiologi terdahulu dengan judul “Efek Antibakteri Cuka Kurma Terhadap *Streptococcus mutans* Secara *in vitro*” yang dilakukan oleh Haris (2016), menyimpulkan bahwa cuka kurma mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara *in vitro* dengan diameter

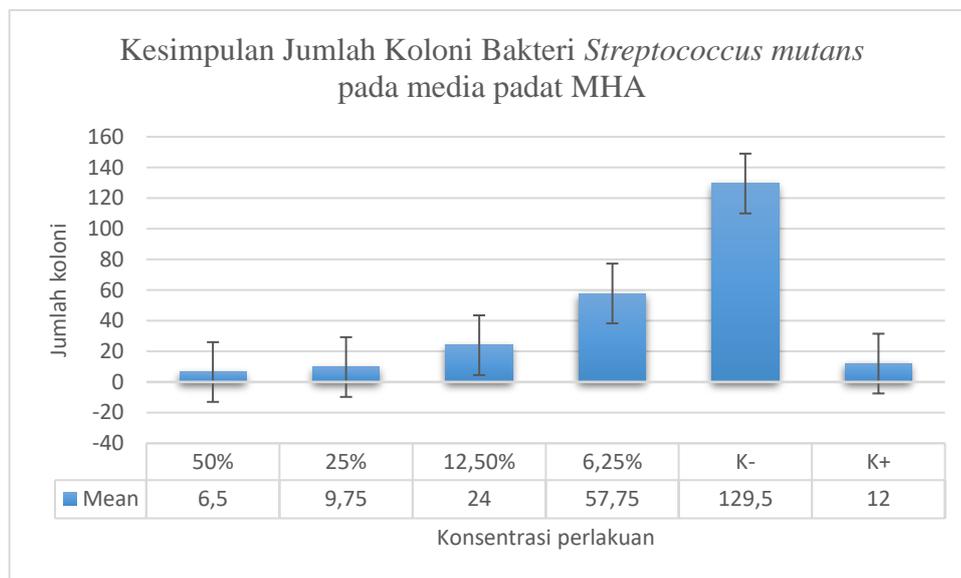
zona hambat terbesar 17,40 milimeter pada konsentrasi cuka kurma 100% dan diameter zona hambat terkecil 11,70 milimeter pada konsentrasi cuka kurma 50%. (Haris, 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Nova Rosdiana dan Abdillah Imron Nasution (2016) di mana peneliti membandingkan kemampuan daya hambat minyak kelapa murni dan minyak kayu putih dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*, pada minyak kayu putih terbukti memiliki daya hambat yang lebih besar dibandingkan minyak kelapa murni. Diameter zona hambat pada minyak kelapa murni sebesar 7 mm, sedangkan minyak kayu putih memiliki diameter zona hambat sebesar 14 mm (Rosdiana and Nasution, 2016).

Hasil pengamatan dan analisis data uji aktivitas antibakteri ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro* dengan metode difusi cakram menunjukkan kesimpulan bahwa KHM terdapat pada konsentrasi ekstrak kurma 12,5%. Hal ini terlihat dari konsentrasi ekstrak kurma yang masih didapatkan zona hambat adalah konsentrasi 12,5% ($X = 1,375 \pm SD = 0,25$ mm). Hasil tersebut dapat dilihat pada diagram berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Dewi Olivia (2018) menunjukkan bahwa KHM ekstrak etil asetat daun surian terhadap *Streptococcus mutans* pada konsentrasi 0,4 mg/mL dan KHM ekstrak n-heksana daun surian terhadap *Streptococcus mutans* pada konsentrasi 0,5 mg/mL (Olivia, 2018).

Sedangkan hasil penghitungan jumlah koloni pada data uji aktivitas antibakteri ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro* dengan metode dilusi tabung dan dilanjutkan dengan metode *streak plate* pada media padat MHA, dapat disimpulkan bahwa KBM terdapat pada

konsentrasi ekstrak kurma 50% karena merupakan konsentrasi ekstrak kurma terendah dengan jumlah koloni yang sedikit, maka memiliki arti bahwa konsentrasi ekstrak kurma tersebut masih mampu membunuh bakteri *Streptococcus mutans* ($X = 6,5 \pm SD = 1,29$). Sehingga mempunyai kesimpulan bahwa penelitian ini sesuai dengan hipotesis H1, yaitu adanya hubungan antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*.



Gambar 5. 7 Diagram batang kesimpulan jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans*

Penelitian dahulu yang dilakukan Harun Gunawan, Ariadna Djais, dan Soeherwin Mangundjaja (2010) dengan judul “*The Effect of Phoenix dactylifera on Salivary Mutans Streptococci*” menyebutkan bahwa jumlah koloni *Streptococcus mutans* setelah mengonsumsi kurma (*Phoenix dactylifera*) ($X = 89,60 \pm SD = 83,02$) lebih rendah dari sebelum mengonsumsi kurma (*Phoenix dactylifera*) ($X = 385,60 \pm SD = 320,80$) (Gunawan *et al.*, 2010). Penelitian lain yang dilakukan oleh Adedayo, Ajiboye dan Adetula (2020) yang berjudul “*Antibacterial Screening of Phoenix dactylifera L. (Date palm) Seed Extracts on Some Bacterial Isolates*

Associated with Dental Caries” menjelaskan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus casei* menunjukkan KHM dan KBM pada konsentrasi 20 mg/ml dan 80 mg/ml. KHM dan KBM pada dua jenis ekstrak aquades dan etanol biji *Phoenix dactylifera* juga menunjukkan kesimpulan yang sama pada kedua konsentrasi tersebut (Adedayo *et al.*, 2020).

Hasil analisis pada penelitian ini selaras dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa ekstrak kurma memiliki aktivitas antibakteri. Namun pada penelitian ini menunjukkan KBM yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya KBM ditentukan pada media padat MHA yang sama sekali tidak menunjukkan adanya koloni (Wahyuni, 2020), tetapi pada penelitian ini mendapatkan KBM dengan beberapa koloni yang masih tumbuh. Hal ini mungkin dikarenakan kontaminasi yang terjadi pada saat inokulasi hasil dilusi tabung pada media padat MHA dengan bakteri lain. Selain itu ekstrak maserasi dengan *rotary evaporator* menghasilkan ekstrak kurma yang kental berwarna coklat tua. Warna yang lebih cerah dan bening memudahkan dalam penghitungan manual dan pengamatan visual koloni bakteri *Streptococcus mutans*.

Selain itu pada analisis data uji *Spearman* yang menguji korelasi antar variabel menjelaskan bahwa pada data diameter zona hambat dan data jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans* memiliki korelasi atau berhubungan dengan kelompok perlakuan. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar pula nilai diameter zona hambat dan jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans*.

Ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) memiliki aktivitas antibakteri dan terdapat hubungan antara dosis ekstrak kurma terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara *in vitro*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kurma maka semakin tinggi pula aktivitas antibakterinya. Mekanisme yang mendasari aktivitas antibakteri kurma diperankan oleh kandungan yang ada di dalam daging buahnya seperti tanin dan alkaloid. Alkaloid yang berperan dalam mengganggu sintesis dari peptidoglikan sehingga sel tidak mengandung peptidoglikan dan dinding selnya hanya berupa membran sel (Roy *et al.*, 2018). Sedangkan tanin memiliki peran penting dalam merusak dinding sel dengan cara mengerutkan dinding sel dari bakteri *Streptococcus mutans* (Retnowati *et al.*, 2011). Sehingga kedua kandungan yang berada dalam daging buah kurma ini memiliki tujuan sama yaitu melisiskan dinding sel bakteri *Streptococcus mutans*.

Bakteri *Streptococcus mutans* merupakan bakteri yang dapat menghasilkan produk fermentasi sehingga pH mulut akan turun dan menyebabkan asam (Bidarisugma *et al.*, 2012). Apabila pH mulut turun dan menjadi asam, maka akan semakin mudah terbentuk karies, karies merupakan biofilm dari bakteri *Streptococcus mutans* atau tempat hidup bagi bakteri tersebut (Kriswandini *et al.*, 2019). Akan tetapi semakin tinggi keasamaan juga dapat membuat bakteri *Streptococcus mutans* mati. Hal ini dikarenakan pada keadaan dengan asam tinggi, hampir sebagian bakteri akan mati. Namun pada bakteri *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan untuk menghindari hal tersebut, bakteri ini memiliki kemampuan yang dinamakan *Acid Tolerance Response* (ATR) (Baker *et al.*, 2017). ATR ini bekerja apabila keasaman mulut mencapai pH 5.0 maka secara otomatis pada bakteri *Streptococcus mutans* akan menghentikan glikolisis dan mengatur lagi

keasaman mulut dan akan seterusnya berada dalam mulut (Matsui *and* Cvitkovitch, 2010).

Selain itu, kapsul dinding sel bakteri *Streptococcus mutans* sendiri yang terdiri atas peptidoglikan ini juga membantu bakteri *Streptococcus mutans* untuk berlekatan dengan bakteri mulut lain, sehingga karies gigi akan semakin lebar (Nishimura *et al.*, 2012). Maka dari itu penelitian mengenai bakteri *Streptococcus mutans* masih dilakukan dalam tujuan untuk menemukan berbagai macam antibakteri terbaik untuk mengurangi pertumbuhan bahkan sampai membunuh bakteri *Streptococcus mutans*, yang merupakan bakteri penyebab penyakit karies gigi, karena karies gigi merupakan penyakit yang sangat banyak diderita oleh masyarakat hingga menyerang pada anak-anak (Widita *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini terbukti dengan konsentrasi ekstrak kurma yang kecil saja masih bisa menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Sehingga ekstrak kurma yang telah terbukti memiliki sifat antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* pada penelitian ini, diharapkan dapat menjadi terapi alternatif untuk eradikasi penyakit karies gigi akibat bakteri *Streptococcus mutans*.

Pada penelitian ini seharusnya menggunakan inkubator anaerob untuk perkembang biakkan dan inkubasi dari bakteri, hal ini juga dikarenakan bakteri ini merupakan bakteri anaerob. Hal ini dikarenakan adanya oksigen pada inkubator aerob dapat memengaruhi komposisi dari biofilm bakteri sehingga menghambat pembentukan biofilm serta mengubah biogenesis dari permukaan sel bakteri *Streptococcus mutans* (Ahn *et al.*, 2007). *Streptococcus mutans* didapatkan melalui CV. Wiyasa Mandiri Malang seharusnya disertai dengan identitas asal dari bakteri,

sehingga bakteri dapat dikatakan valid berasal dari penderita karies gigi atau dari orang yang sehat, selain itu agar dapat diketahui juga asal bakteri dari air liur atau dari gigi yang terdapat karies. Pada media yang digunakan untuk perkecambahan bakteri seharusnya juga menggunakan media MHA atau media TYCSB yang lebih selektif terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Selain itu, pada penggunaan kontrol positif dan negatif yang seharusnya dipakai adalah cairan NaCl pada kontrol negatif karena pembuatan suspensi bakteri juga menggunakan NaCl supaya memiliki validitas yang baik dan kesamaan pada penggunaan saat penelitian. Sedangkan pada kontrol positif seharusnya menggunakan amoksilin murni yang tidak berwarna dan jernih, apabila menggunakan amoksilin sirup dan berwarna akan membuat hasil dari uji aktivitas antibakteri menjadi tidak valid. Hal ini dikarenakan pada amoksilin sirup terdapat glukosa dan zat pati yang justru akan membantu pertumbuhan dari bakteri *Streptococcus mutans*.

Penggunaan kurma yang pada tahap Tamr jenis Ajwa ini memang memiliki kandungan polisakarida yang tinggi serta kandungan senyawa tanin yang paling rendah dibandingkan tahap lainnya. Hal tersebut merupakan penyebab utama mengapa hasil diameter zona hambat sangat kecil dibandingkan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan di atas, juga pada hasil jumlah koloni bakteri pada uji *streak plate* dalam menentukan KBM di mana hasilnya tetap terdapat koloni bakteri pada konsentrasi tertinggi bahkan pada kontrol positif.

5.4 Kajian Integrasi Islam

Allah SWT adalah pencipta alam semesta beserta dengan segala kebesaran dan kesempurnaan-Nya. Segala hal yang Dia ciptakan pasti memberikan manfaat

bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Kurma sendiri merupakan buah yang sangat disukai oleh Nabi Muhammad SAW dan beliau selalu rutin mengonsumsi buah ini setiap harinya. Manfaat dari buah kurma sendiri telah disebutkan dalam firman Allah SWT dalam Alquran surah An-Nahl ayat 11 yang berbunyi:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾ (النحل: ١١)

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (Q.S An-Nahl; 11) (Departemen Agama RI, 2017).

Pada ayat di atas disebutkan bahwa Allah SWT menurunkan hujan dengan tujuan untuk dapat menumbuhkan buah-buahan yang bermanfaat bagi manusia. Pada ayat tersebut telah ditegaskan bahwa kurma termasuk dalam buah-buahan yang disebut sebagai salah satu tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang berakal (Departemen Agama RI, 2017). Hal tersebut menjadi petunjuk kepada manusia bahwa kurma mempunyai manfaat yang berarti, dalam hal ini yaitu manfaat bagi kesehatan mulut dan gigi karena pada kurma mengandung suatu zat yang disebut dengan tanin dan alkaloid (Gunawan *et al.*, 2010).

Nabi Muhammad SAW sendiri pernah menyebutkan mengenai buah kurma yang terdapat pada hadits yang diriwayatkan oleh Aisyah r.a. berikut ini.

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ بْنِ قَعْنَبٍ حَدَّثَنَا يَعْقُوبُ بْنُ مُحَمَّدِ بْنِ طَحْلَاءَ عَنْ أَبِي الرَّجَالِ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَنْ أُمِّهِ عَن عَائِشَةَ قَالَتْ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَا عَائِشَةُ بَيْتٌ لَا تَمْرٌ فِيهِ جِيَاعٌ أَهْلُهُ أَوْ جِيعٌ أَهْلُهُ قَالَهَا مَرَّتَيْنِ أَوْ ثَلَاثًا

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Abdullah bin Maslamah bin Qa’nabi, telah menceritakan kepada kami Ya’qub bin Muhammad bin Thahlaa’ dari Abu Rijal Muhammad bin Abdurrahman, dari ibunya dari ‘Aisyah, dia berkata; Rasulullah SAW bersabda: “Wahai ‘Aisyah! Rumah yang di dalamnya tidak ada kurma, maka penghuninya akan lapar. Wahai ‘Aisyah! Rumah yang di dalamnya tidak ada kurma, maka penghuninya akan lapar.” Beliau mengucapkannya sebanyak dua atau tiga kali.” (HR. Muslim, *Shahih Muslim*: No. 3812) (Soebahar *et al.*, 2015).

Hadits yang diriwayatkan oleh Imam Muslim tersebut menjelaskan bahwa pentingnya persediaan kurma pada setiap rumah tangga untuk mencukupi kebutuhan nutrisi sehari-hari. Khususnya bagi bangsa Arab yang menganggap kurma sebagai makanan pokok layaknya nasi bagi kita. Selain itu, hadits di atas memiliki kualitas *sanad* yang *shahih*, hal ini disepakati oleh para ulama. Bukti ke-*shahih*-an pada hadits ini adalah di mana banyaknya hadits *shahih* yang menjelaskan mengenai manfaat buah kurma bagi kesehatan (Soebahar *et al.*, 2015).

Bukti lain dijelaskan dengan lengkap pada ilmu sains, di mana kandungan nutrisi pada kurma memberikan banyak manfaat seperti kandungannya berupa asam salisilat yang bersifat anti pembekuan darah dan anti inflamasi. Kalium yang terkandung di dalamnya juga dapat menstabilkan denyut jantung sekaligus mengatur tekanan darah, sehingga bermanfaat bagi kesehatan jantung dan mencegah penyakit stroke. Selain itu terdapat kandungan polifenol dalam daging buah kurma serta ekstrak kurma yang telah dicerna di usus, sehingga membuat peningkatan pada kesehatan usus. Usus yang semakin sehat disebabkan karena adanya pertumbuhan bakteri yang baik untuk tubuh (*bifido-bacteria*) dan dapat menghambat proliferasi dari sel kanker usus (sel caco-2) (Soebahar *et al.*, 2015).

Maka dari itu, tugas manusia di bumi memiliki tujuan untuk memakmurkan bumi yang telah diciptakan dan disediakan oleh Allah SWT untuk membantu segala kehidupan manusia, yang dijelaskan melalui istilah berikut (Wahyuni, 2020).

1. *Al-Intifa'* yang artinya mengambil manfaat dan menggunakan dengan sebaik-baiknya.
2. *Al-I'tibar* yang artinya mengambil pelajaran. Memikirkan dan mensyukuri atas alam semesta yang diciptakan dan disediakan oleh Allah SWT.
3. *Al-Islah* yang artinya memelihara dan menjaga kelestarian alam.

Penelitian ini merupakan implementasi dari *Al-Intifa'* dan *Al-I'tibar*, di mana penelitian ini berusaha mengambil manfaat dari alam dan mempelajarinya, sehingga dapat mensyukuri atas pemberian Allah SWT terhadap buah kurma. Penelitian ini juga menyimpulkan bahwa konsentrasi ekstrak kurma yang kecil yaitu pada konsentrasi 12,5% sudah mampu menghambat pertumbuhan dari bakteri *Streptococcus mutans*, sehingga dapat mencegah penyakit karies gigi yang mengganggu kesehatan gigi mulai dari anak-anak hingga dewasa. Bakteri *Streptococcus mutans* yang menyebabkan karies gigi pada dasarnya sulit untuk dihilangkan eksistensinya di mulut, karena bakteri ini merupakan flora normal yang ada di mulut dan gigi. Maka dari itu, peneliti ingin membantu supaya bakteri *Streptococcus mutans* setidaknya dapat dikurangi dan tidak menyebabkan karies gigi. Kurma yang dinilai menjadi obat untuk penyakit karies ini didukung juga oleh firman Allah SWT yang berbunyi:

وَ إِذَا مَرَضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ (سورة الشعراء 26 : 80)

Artinya: “Dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkanku.” (QS. Asy-Syua'ara [26]: 80) (Departemen Agama RI, 2017).

Sedangkan pada hadits yang dijelaskan Nabi Muhammad SAW juga menjelaskan mengenai hal yang sama seperti Surat *Asy-Syu'ara*.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ الْمُثَنَّى حَدَّثَنَا أَبُو أَحْمَدَ الزُّبَيْرِيُّ حَدَّثَنَا عُمَرُ بْنُ سَعِيدٍ بْنِ أَبِي
حُسَيْنٍ قَالَ حَدَّثَنِي عَطَاءُ بْنُ أَبِي رَبَاحٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ . رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ . عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ "مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً".

Artinya: “*Diriwayatkan oleh Abu Hurairah bahwa Rasulullah SAW bersabda: ‘Tidaklah Allah SWT menurunkan penyakit kecuali Dia juga menurunkan penawarnya (obat).’*” (Shahih Al-Bukhari 5768, Buku 76, Nomor 1) (Wahyuni, 2020).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data serta pembahasan yang telah dilakukan di atas, kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Terdapat aktivitas antibakteri pada dosis konsentrasi 50% dan konsentrasi 12,5% ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) yang masing-masing efektif dalam menghambat serta membunuh bakteri *Streptococcus mutans*.
2. Terdapat hubungan yang searah antara dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*, di mana semakin tinggi dosis ekstrak kurma (*Phoenix dactylifera*) maka semakin berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri *Streptococcus mutans*.

6.2 Saran

Pengembangan penelitian harus terus dilakukan dengan tujuan untuk kemajuan ilmu, sehingga bermanfaat bagi kesehatan dan kehidupan manusia. Maka dari itu, saran yang dapat diambil dari penelitian ini untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan bahan-bahan aktif lainnya yang terdapat dalam ekstrak daging kurma melalui proses ekstraksi metode maserasi dan dilanjutkan dengan *roatry evaporatoy* yang belum diteliti pada penelitian ini.

2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode in vivo untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak kurma terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dengan menggunakan metode difusi sumuran untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak kurma terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.
4. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai penentuan Konsentrasi Bunuh Minimum (KHM) dengan hasil jumlah koloni bakteri 0 untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak kurma terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.
5. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat memerhatikan mengenai kesterilan saat dilakukan penelitian di laboratorium, sehingga tidak terjadi kontaminasi.
6. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efek samping dari penggunaan ekstrak kurma sebagai alternatif obat untuk penyakit karies gigi yang disebabkan oleh bakteri *Streptococcus mutans*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M.M., Nazilah, N.R.K., *et al.* 2018. Identification of Active Substance in Ajwa Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Flesh Methanol Extract. *Biotropic* 1, 23–31. <https://doi.org/10.29080/biotropic.2017.1.1.23-31>
- Abu bakar, A.R., Haque, M., 2020. Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. *J Pharm Bioall Sci* 12, 1. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_175_19
- Adedayo, M.R., Ajiboye, A.E., *et al.* 2020. Antibacterial screening of *Phoenix dactylifera* L. (Date palm) seed extracts on some bacterial isolates associated with dental caries. *Bio-Research* 18. <https://doi.org/10.4314/br.v18i2.1>
- Ahn, S.-J., Wen, Z.T., *et al.* 2007. Effects of Oxygen on Virulence Traits of *Streptococcus mutans*. *J Bacteriol* 189, 8519–8527. <https://doi.org/10.1128/JB.01180-07>
- Ajdic, D., McShan, W.M., *et al.* 2002. Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99, 14434–14439. <https://doi.org/10.1073/pnas.172501299>
- Al-Alawi, R.A., Al-Mashiqri, J.H., *et al.* 2017. Date Palm Tree (*Phoenix dactylifera* L.): Natural Products and Therapeutic Options. *Front. Plant Sci.* 8, 845. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00845>
- Albab, L.U., Husin, U.A., *et al.* 2020. Efek Antibakteri Ekstrak Akuades Buah Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) Varietas Ajwa terhadap *Staphylococcus aureus* Secara In vitro. *Jurnal Integrasi Kesehatan dan Sains* 2, 135–139. <https://doi.org/10.29313/jiks.v2i2.5769>
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., *et al.* 2005. Comparison of Antioxidant Activity, Anthocyanins, Carotenoids, and Phenolics of Three Native Fresh and Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties Grown in Oman. *J. Agric. Food Chem.* 53, 7592–7599. <https://doi.org/10.1021/jf050579q>
- Al-Najada, A.R., Mohamed, S.A., 2014. Changes of antioxidant capacity and oxidoreductases of Saudi date cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) during storage. *Scientia Horticulturae* 170, 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.028>
- Al-Shwyeh, H.A., 2019. Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit as Potential Antioxidant and Antimicrobial Agents. *J Pharm Bioallied Sci* 11, 1–11. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_168_18
- Altemimi, A., Lakhssassi, N., *et al.* 2017. Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants* 6, 42. <https://doi.org/10.3390/plants6040042>

- Al-Turki, S., Shahba, M.A., *et al.* 2010. Diversity of antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits as affected by cultivar and location 9.
- Amira, E.A., Behija, S.E., *et al.* 2012. Effects of the Ripening Stage on Phenolic Profile, Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Date Palm Fruit. *J. Agric. Food Chem.* 60, 10896–10902. <https://doi.org/10.1021/jf302602v>
- Amorós, A., Pretel, M.T., *et al.* 2009. Antioxidant and Nutritional Properties of Date Fruit from Elche Grove as Affected by Maturation and Phenotypic Variability of Date Palm. *Food sci. technol. int.* 15, 65–72. <https://doi.org/10.1177/1082013208102758>
- Ananthanarayan, R., Paniker, C.J., 2006. Ananthanarayan and Paniker's Textbook of Microbiology, 2nd ed. *Orient Longman Private*, India.
- Ancient Science of Life, Vol XIII No 3 & 4, 1994. XIII, 7.
- Ar, N.I., Kadang, Y., *et al.* 2019. Uji Identifikasi Senyawa Alkaloid Ekstrak Metanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Dari Kab. Ende Nusa Tenggara Timur Secara Kromatografi Lapis Tipis. *JFS* 5, 52–56. <https://doi.org/10.36060/jfs.v5i1.38>
- Ashok, P.K., 2012. Tannins are Astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 1, 6.
- Ato Koomson, D., Kwakye, B.D., *et al.* 2018. Phytochemical Constituents, Total Saponins, Alkaloids, Flavonoids and Vitamin C Contents of Ethanol Extracts of five *Solanum torvum* Fruits. *PJ* 10, 946–950. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.5.160>
- Awad, M.A., Al-Qurashi, A.D., *et al.* 2011. Antioxidant capacity, antioxidant compounds and antioxidant enzyme activities in five date cultivars during development and ripening. *Scientia Horticulturae* 129, 688–693. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.05.019>
- Baker, J.L., Faustoferri, R.C., *et al.* 2017. Acid-adaptive mechanisms of *Streptococcus mutans* -the more we know, the more we don't. *Mol oral Microbiol* 32, 107–117. <https://doi.org/10.1111/omi.12162>
- Banas, J., A., 2004. Virulence Properties of *Streptococcus mutans*. *Front Biosci* 9, 1267. <https://doi.org/10.2741/1305>
- Bender, G.R., Sutton, S.V., *et al.* 1986. Acid tolerance, proton permeabilities, and membrane ATPases of oral *streptococci*. *Infection and Immunity* 53, 331–338. <https://doi.org/10.1128/IAI.53.2.331-338.1986>
- Bidarisugma, B., Putri Timur, S., *et al.* 2012. Antibodi Monoklonal *Streptococcus mutans* 1 (c) 67 kDa sebagai Imunisasi Pasif dalam Alternatif Pencegahan

Karies Gigi secara Topikal, in: *BIMKGI: Berkala Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Gigi Indonesia*. Surat Keputusan No. 1/Sekjen/PSMKGI/X/2012, 1. BIMKES: Berkala Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Indonesia, Surabaya, p. 42.

- Black, J.G., 2008. *Microbiology: Principles and Explorations*, 7th ed. ed. J. Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., *et al.* 2015. Antioxidant and Antiatherogenic Properties of Phenolic Acid and Flavonol Fractions of Fruits of ‘Amari’ and ‘Hallawi’ Date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 63, 3189–3195. <https://doi.org/10.1021/jf506094r>
- Boudries, H., Kefalas, P., *et al.* 2007. Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry* 101, 1372–1377. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.043>
- Bowen, W.H., Koo, H., 2011. Biology of *Streptococcus mutans* Derived Glucosyltransferases: Role in Extracellular Matrix Formation of Cariogenic Biofilms. *Caries Res* 45, 69–86. <https://doi.org/10.1159/000324598>
- Brooks, G., Carroll, K.C., *et al.* 2012. *Jawetz Melnick & Adelbergs Medical Microbiology*. McGraw-Hill Publishing, Blacklick.
- Budijanto, D., 2019. *Pusat Data dan Informasi: Kementerian Kesehatan RI* 6.
- Chismirina, S., Rezeki, S., *et al.* 2014. Konsentrasi Hambat dan Bunuh Minimum Ekstrak Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* 6.
- De Furio, M., Ahn, S.J., *et al.* 2017. Oxidative Stressors Modify the Response of *Streptococcus mutans* to Its Competence Signal Peptides. *Appl Environ Microbiol* 83, e01345-17, e01345-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.01345-17>
- de Soet, J.J., Nyvad, B., *et al.* 2000. Strain-Related Acid Production by Oral *Streptococci*. *Caries Res* 34, 486–490. <https://doi.org/10.1159/000016628>
- Departemen Agama RI, 2017. *Al-Quran dan Terjemahan*.
- Desmara, S., Rezeki, S., *et al.* 2017. Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh Minimum Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum* L.) Terhadap Pertumbuhan *Candida Albicans*. *Journal Caninus Dentistry*, 1 2, 31–39.
- Dias, D.A., Urban, S., *et al.* 2012. A Historical Overview of Natural Products in Drug Discovery. *Metabolites* 2, 303–336. <https://doi.org/10.3390/metabo2020303>

- El Sohaimy, S.A., Abdelwahab, A.E., *et al.* 2015. Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Egyptian Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits.
- El-Far, A.H., Oyinloye, B.E., *et al.* 2019. Date Palm (*Phoenix dactylifera*): Novel Findings and Future Directions for Food and Drug Discovery. *CDDT* 16, 2–10. <https://doi.org/10.2174/1570163815666180320111937>
- El-Far, A.H., Shaheen, H.M., *et al.* 2016. Date Palm (*Phoenix dactylifera*): Protection and Remedy Food 10.
- Endarini, L.H., 2016. *Farmakognisi dan Fitokimia. Modul Bahan Ajar Cetak Farmasi* 215.
- Fathurrahman, N.R., Musfiroh, I., 2018. *Artikel Tinjauan: Teknik Analisis Instrumentasi Senyawa Tanin* 16, 8.
- Fatmawati, D.W.A., 2011. *Hubungan Biofilm Streptococcus mutans Terhadap Resiko Terjadinya Karies Gigi* 8, 4.
- Fitzgerald, R.J., Adams, B.O., *et al.* 1989. Cariogenicity of a lactate dehydrogenase-deficient mutant of *Streptococcus mutans* serotype c in gnotobiotic rats. *Infection and Immunity* 57, 823–826. <https://doi.org/10.1128/IAI.57.3.823-826.1989>
- Forssten, S.D., Björklund, M., *et al.* 2010. *Streptococcus mutans*, Caries and Simulation Models. *Nutrients* 2, 290–298. <https://doi.org/10.3390/nu2030290>
- Galvão, L.C.C., Miller, J.H., *et al.* 2015. Transcriptional and Phenotypic Characterization of Novel Spx-Regulated Genes in *Streptococcus mutans*. *PLoS ONE* 10, e0124969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124969>
- González Mera, I.F., González Falconí, D.E., *et al.* 2019. Secondary Metabolites in Plants: Main Classes, Phytochemical Snaalysis and Pharmacological Activities. *RB* 4, 1000–1009. <https://doi.org/10.21931/RB/2019.04.04.11>
- Gros-Balthazard, M., Newton, C., *et al.* 2016. The Domestication Syndrome in *Phoenix dactylifera* Seeds: Toward the Identification of Wild Date Palm Populations. *PLoS ONE* 11, e0152394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152394>
- Gunawan, H.A., Djais, A., *et al.* 2010. The Effect of *Phoenix dactylifera* on Salivary *Mutans Streptococci* 3.
- Hamad, I., AbdElgawad, H., *et al.* 2015. Metabolic Analysis of Various Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera* L.) Cultivars from Saudi Arabia to Assess Their Nutritional Quality. *Molecules* 20, 13620–13641. <https://doi.org/10.3390/molecules200813620>

- Hammouda, H., Chérif, J.K., *et al.* 2013. Detailed Polyphenol and Tannin Composition and Its Variability in Tunisian Dates (*Phoenix dactylifera* L.) at Different Maturity Stages. *J. Agric. Food Chem.* 61, 3252–3263. <https://doi.org/10.1021/jf304614j>
- Handa, S.S., Khanuja, S.P.S., *et al.* 2008. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. *United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, Italy.*
- Haris, M.F., 2016. *Efek Antibakteri Cuka Kurma Terhadap Streptococcus Mutans Secara in vitro (Sarjana)*. Universitas Brawijaya.
- Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M.A., *et al.* 2010. Chemical Composition and Microbial Quality of Dates Grown in Figuig Oasis of Morocco. *Int. J. Agric. Biol.* 12, 4.
- Hayati, M., Herman, H., *et al.* 2014. *Peran Immunoglobulin A (SIgA) dalam Menghambat Pembentukan Biofilm Streptokokus Mutans Pada Permukaan Gigi* 18, 5.
- Hillman, J.D., Chen, A., *et al.* 1996. Genetic and Physiological Analysis of the Lethal Effect of L-(2)-Lactate Dehydrogenase Deficiency in *Streptococcus mutans*: Complementation by Alcohol Dehydrogenase from. *INFECT. IMMUN.* 64, 5.
- Hogg, S., 2005. *Essential Microbiology*. John Wiley and Sons, West Sussex ; Hoboken, NJ.
- Hong, Y.J., Tomas-Barberan, F.A., *et al.* 2006. The Flavonoid Glycosides and Procyanidin Composition of Deglet Noor Dates (*Phoenix dactylifera*). *J. Agric. Food Chem.* 54, 2405–2411. <https://doi.org/10.1021/jf0581776>
- Ikalinus, R., Widyastuti, S.K., *et al.* 2015. *Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (Moringa oleifera)*. *Indonesia Medicus Veterinus* 9.
- Imlay, J.A., 2013. The molecular mechanisms and physiological consequences of oxidative stress: lessons from a model bacterium. *Nat Rev Microbiol* 11, 443–454. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3032>
- ITIS Standard Report Page: *Streptococcus mutans* [WWW Document], 2012. URL https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=966483#null (accessed 1.10.21).
- Julianto, T.S., 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Kampus Terpadu UII, 1 116.
- Kajfasz, J.K., Ganguly, T., *et al.* 2017. Transcriptome responses of *Streptococcus mutans* to peroxide stress: identification of novel antioxidant pathways regulated by Spx. *Sci Rep* 7, 16018. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16367-5>

- Kajfasz, J.K., Rivera-Ramos, I., *et al.* 2010. Two Spx Proteins Modulate Stress Tolerance, Survival, and Virulence in *Streptococcus mutans*. *JB* 192, 2546–2556. <https://doi.org/10.1128/JB.00028-10>
- Kawengian, S.A.F., Wuisan, J., *et al.* 2017. Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Serai (*Cymbopogon citratus* L) terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *eG* 5. <https://doi.org/10.35790/eg.5.1.2017.14736>
- Kayser, F.H. (Ed.), 2005. Medical Microbiology. *Georg Thieme Verlag, Stuttgart; New York, NY.*
- Köhler, B., Birkhed, D., *et al.* 1995. Acid Production by Human Strains of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. *Caries Res* 29, 402–406. <https://doi.org/10.1159/000262099>
- Kriswandini, I.L., Diyatri, I., *et al.* 2019. Density of *Streptococcus mutans* biofilm protein induced by glucose, lactose, soy protein and iron. *Dent. J. (Maj. Ked. Gigi)* 52, 86. <https://doi.org/10.20473/j.djmkkg.v52.i2.p86-89>
- Larson, G., Piperno, D.R., *et al.* 2014. Current perspectives and the future of domestication studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, 6139–6146. <https://doi.org/10.1073/pnas.1323964111>
- Lemos, J., Palmer, S., Zeng, L., Wen, Z., Kajfasz, J., Freires, I., Abranches, J., Brady, L., 2019. The Biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr* 7. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0051-2018>
- Lemos, J.A., Burne, R.A., 2008. A model of efficiency: stress tolerance by *Streptococcus mutans*. *Microbiology* 154, 3247–3255. <https://doi.org/10.1099/mic.0.2008/023770-0>
- Liao, Y., Chen, J., *et al.* 2015. Identification and Functional Analysis of Genome Mutations in a Fluoride-Resistant *Streptococcus mutans* Strain. *PLoS ONE* 10, e0122630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122630>
- Mallhi, T.H., Qadir, M.I., *et al.* 2014. Ajwa Date (*Phoenix dactylifera*): An Emerging Plant in Pharmacological Research. *Pak. J. Pharm. Sci.* 11.
- María Alejandra, B., Mariano Daniel, O., 2020. Virulence Factors of *Streptococcus mutans* Related to Dental Caries, in: Kırmusaoğlu, S. (Ed.), *Staphylococcus and Streptococcus. IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85807>
- Marliana, S.D., Suryanti, V., *et al.* 2005. The phytochemical screenings and thin layer chromatography analysis of chemical compounds in ethanol extract of labu siam fruit (*Sechium edule* Jacq. Swartz.). *J Nat Prod Biochem* 3, 26–31. <https://doi.org/10.13057/biofar/f030106>
- Martín-Sánchez, A.M., Cherif, S., *et al.* 2014. Phytochemicals in Date Co-Products and Their Antioxidant Activity. *Food Chemistry* 158, 513–520. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.172>

- Matsui, R., Cvitkovitch, D., 2010. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiology* 5, 403–417. <https://doi.org/10.2217/fmb.09.129>
- Melani, I., Satari, M.H., *et al.* 2018. Difference Between the Number of *Streptococcus mutans* Colonies in Kretek Smokers and Non-Smokers. *JKG* 30, 95. <https://doi.org/10.24198/jkg.v30i3.18510>
- Mendoza, N., Silva, E.M.E., 2018. Introduction to Phytochemicals: Secondary Metabolites from Plants with Active Principles for Pharmacological Importance, *in*: Asao, T., Asaduzzaman, M. (Eds.), *Phytochemicals - Source of Antioxidants and Role in Disease Prevention*. *InTech*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78226>
- Monchois, V., Willemot, R.-M., *et al.* 1999. Glucansucrases: mechanism of action and structure–function relationships. *FEMS Microbiology Reviews* 23, 131–151. [https://doi.org/10.1016/S0168-6445\(98\)00041-2](https://doi.org/10.1016/S0168-6445(98)00041-2)
- Moss, J.W.E., Ramji, D.P., 2016. Nutraceutical therapies for atherosclerosis. *Nat Rev Cardiol* 13, 513–532. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.103>
- Mukhriani, 2014. *Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif*. UIN Alauddin Makassar VII.
- Muni, L.L., 2020. *Faktor Berbuahnya Pohon Kurma (Phoenix dactylifera) di Kampus 2 UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. *bioeducatio* 5. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.1893>
- Murray, P.R., Rosenthal, K.S., *et al.* 2016. *Medical Microbiology*, 8th edition. ed. Elsevier, Philadelphia, PA.
- Nishimura, J., Saito, T., *et al.* 2012. Biofilm Formation by *Streptococcus mutans* and Related Bacteria. *AiM* 02, 208–215. <https://doi.org/10.4236/aim.2012.23025>
- Olivia, D., 2018. *Aktivitas Antimikroba Dari Ekstrak Daun Surian (Toona sureni Merr.) Terhadap Streptococcus mutans dan Candidan albicans*. Program Studi Biologi S-1 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan 39.
- Perveen, K., 2012. Antibacterial activity of *Phoenix dactylifera* L. leaf and pit extracts against selected Gram negative and Gram positive pathogenic bacteria. *J. Med. Plants Res.* 6. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1380>
- Petersen, F.C., Assev, S., *et al.* 2002. Functional Variation of the Antigen I/II Surface Protein in *Streptococcus mutans* and *Streptococcus intermedius*. *IAI* 70, 249–256. <https://doi.org/10.1128/IAI.70.1.249-256.2002>
- Phoenix dactylifera* L. [WWW Document], 2019. *Global Biodiversity Information Facility*. URL <https://www.gbif.org/species/6109699> (accessed 10.6.20).

- Pinta, Lolo, W.A., *et al.* 2017. *Identifikasi Kandungan Fitokimia dan Uji Kadar Hambat Minimum dan Kadar Bunuh Minimum Ekstrak Etanol Daun Pangi (Pangium edule reinw. ex blume) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli* 6, 8.
- Pintaud, J.-C., Ludeña, B., *et al.* 2013. Biogeography of The Date Palm (*Phoenix dactylifera L., Arecaceae*): Insights on The Origin and on The Structure of Modern Diversity. *Acta Hort.* 19–38. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.994.1>
- Pizzi, A., 2019. Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications. *Biomolecules* 9, 344. <https://doi.org/10.3390/biom9080344>
- Prajitno, A., 2017. *Uji Sensitifitas Flavonoid Rumput Laut (Eucheuma Cottoni) Sebagai Bioaktif Alami Terhadap Bakteri Vibrio Harveyi*. Jurnal PROTEIN: *The Sensitivity Test of Flavonoid* 15.
- Praptiwi, 2017. *Manfaat Buah Kurma*. Universitas Muhammadiyah Semarang 1, 21.
- Pratama, L.P., 2019. *Efektivitas Ekstrak Etanol Biji Kurma Mesir (Phoenix dactylifera L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Streptococcus pyogenes Secara In Vitro*. Jurnal Kedokteran Syiah Kuala 19. <https://doi.org/10.24815/jks.v19i3.14591>
- Qodri, U.L., Masruri, *et al.* 2014. *Skrining Fitokimia Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Dari Kulit Batang Mahoni (Swietenia mahagony Jacq.)*. KIMIA STUDENT JOURNAL, 2 2.
- Ramadhan, A., Mardiaty Lubis, Y., *et al.* 2019. *Uji Efektivitas Ekstrak Buah Kurma (Phoenix dactylifera) dan Ekstrak Buah Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa) Sebagai Nefroprotektor Terhadap Tikus yang Di Induksi Paracetamol*. JURNAL FARMACIA, 1 1, 8.
- Retnowati, Y., Bialangi, N., *et al.* 2011. *Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus pada Media yang Diekspos dengan Infus Daun Sambiloto (Andrographis Paniculata)*. FMIPA Universitas Negeri Gorontalo 6, 9.
- Riedel, S., Hobden, J.A., *et al.* 2019. *Jawetz Melnick & Adelbergs Medical Microbiology, Twenty-Eighth Edition* 827.
- Rosdiana, N., Nasution, A.I., 2016. *Gambaran Daya Hambat Minyak Kelapa Murni dan Minyak Kayu Putih Dalam Menghambat Pertumbuhan Streptococcus mutans*. Syiah Kuala Dent Soc 1, 8.
- Roy, R., Tiwari, M., *et al.* 2018. Strategies for combating bacterial biofilms: A focus on anti-biofilm agents and their mechanisms of action. *Virulence* 9, 522–554. <https://doi.org/10.1080/21505594.2017.1313372>

- Sadeghi, Z., Kuhestani, K., 2014. Ethnobotany of Date Palm (*Phoenix Dactylifera*) in Baluch Tribe of Saravan region, Baluchistan, Iran. *International Journal of Agricultural Technology* 10, 1563–1571.
- Saleh, E.A., Tawfik, M.S., *et al.* 2011. Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Various Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits from Saudi Arabia. *FNS* 02, 1134–1141. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.210152>
- Sari, P.P., Rita, W.S., 2015. *Identifikasi dan Uji Aktivitas Senyawa Tanin Dari Ekstrak Daun Trembesi (Samanea saman (Jacq.) Merr) Sebagai Antibakteri Escherichia coli (E. coli)*. *JURNAL KIMIA* 9, 8.
- Saxena, M., Saxena, J., *et al.* 2013. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 1, 15.
- Schilling, K.M., Bowen, W.H., 1992. Glucans synthesized in situ in experimental salivary pellicle function as specific binding sites for *Streptococcus mutans*. *Infection and Immunity* 60, 284–295. <https://doi.org/10.1128/IAI.60.1.284-295.1992>
- Schuman, B., Alfaro, J.A., *et al.* 2007. Glycosyltransferase Structure and Function, in: Peters, T. (Ed.), *Bioactive Conformation I, Topics in Current Chemistry*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 217–257. https://doi.org/10.1007/128_2006_089
- Selwitz, R.H., Ismail, A.I., *et al.* 2007. Dental Caries. *The Lancet* 369, 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60031-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60031-2)
- Sieniawska, E., Baj, T., 2017. Tannins, in: *Pharmacognosy*. Elsevier, pp. 199–232. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00010-X>
- Siregar, Y.D.I., Rudiana, T., *et al.* 2018. *Identifikasi Komposisi Kimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Biji Kurma (Phoenix dactylifera)*. *JKV* 4, 182–189. <https://doi.org/10.15408/jkv.v4i2.8818>
- Soebahar, M.E., Firmansyah, R.A., *et al.* 2015. *Mengungkap Rahasia Buah Kurma dan Zaitun dari Petunjuk Hadits dan Penjelasan Sains* 16, 24.
- Soad Al-daihan, 2012. Antibacterial activities of extracts of leaf, fruit, seed and bark of *Phoenix dactylifera*. *Afr. J. Biotechnol.* 11. <https://doi.org/10.5897/AJB11.4309>
- Sruthi, Indira G., 2016. A comparative evaluation of maceration, soxhlation and ultra sound assisted extraction for the phytochemical screening of the leaves of *Nephelium lappaceum*. L. (*Sapindaceae*) 5, 4.
- Svensäter, G., Larsson, U.-B., *et al.* 1997. Acid tolerance response and survival by oral bacteria. *Oral Microbiol Immunol* 12, 266–273. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302X.1997.tb00390.x>

- Tahmassebi, J.F., Duggal, M.S., 1996. Comparison of the Plaque pH Response to an Acidogenic Challenge in Children and Adults. *Caries Res* 30, 342–346. <https://doi.org/10.1159/000262340>
- Tengberg, M., 2012. Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of Arid Environments* 86, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.022>
- Thatoi, H., Patra, J.K., 2011. Biotechnology and Pharmacological Evaluation of Medicinal Plants: An Overview. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 17, 214–248. <https://doi.org/10.1080/10496475.2011.602471>
- Tiwari, P., Kumar, B., *et al.* 2011. Phytochemical screening and Extraction: A Review. *An International Peer Reviewed Journal* 1.
- Veana, F., Flores-Gallegos, A.C., *et al.* 2018. Invertase: An Enzyme with Importance in Confectionery Food Industry, in: Kuddus, M. (Ed.), *Enzymes in Food Technology*. Springer Singapore, Singapore, pp. 187–212. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1933-4_10
- Wahyuni, N.A., 2020. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bunga Cengkeh (Syzygium aromaticum) Terhadap Klebsiella pneumoniae Secara In vitro*. Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang 142.
- Wan, A.K.L., Seow, W.K., *et al.* 2003. A Longitudinal Study of *Streptococcus mutans* Colonization in Infants after Tooth Eruption. *J Dent Res* 82, 504–508. <https://doi.org/10.1177/154405910308200703>
- Whittaker, C.J., Klier, C.M., *et al.* 1996. Mechanisms of Adhesion by Oral Bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 50, 513–552. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.50.1.513>
- WHO, 2020. Oral Health. WHO (*World Health Organization*).
- WHO, 2019. Ending Childhood Dental Caries: WHO Implementation Manual. Geneva: *World Health Organization* 72.
- WHO, 2017. Sugars and Dental Caries. *WHO Department of Nutrition for Health and Development*.
- Widayati, N., 2014. *Faktor yang Berhubungan Dengan Karies Gigi Pada Anak Usia 4–6 Tahun*. *Jurnal Berkala Epidemiologi* 2, 10.
- Widita, E., Pamardiningsih, Y., *et al.* 2017. Caries Risk Profiles amongst Preschool Aged Children Living in the Sleman District of Yogyakarta, Indonesia. *J Dent Indones* 24, 1–6. <https://doi.org/10.14693/jdi.v24i1.994>

- Yadav, K., Prakash, S., 2016. Dental Caries: A Review. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. <https://doi.org/10.15272/ajbps.v6i53.773>
- Yahia, E.M., Kader, A.A., 2011. Date (*Phoenix dactylifera* L.), in: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Elsevier, pp. 41–81e. <https://doi.org/10.1533/9780857092885.41>
- Yamamoto, Y., Fukui, K., *et al.* 2004. Regulation of the Intracellular Free Iron Pool by Dpr Provides Oxygen Tolerance to *Streptococcus mutans*. *J Bacteriol* 186, 5997–6002. <https://doi.org/10.1128/JB.186.18.5997-6002.2004>
- Yasin, B., El-Fawal, H., *et al.* 2015. Date (*Phoenix dactylifera*) Polyphenolics and Other Bioactive Compounds: A Traditional Islamic Remedy's Potential in Prevention of Cell Damage, Cancer Therapeutics and Beyond. *IJMS* 16, 30075–30090. <https://doi.org/10.3390/ijms161226210>
- Zygler, A., Słomińska, M., *et al.* 2012. Soxhlet Extraction and New Developments Such as Soxtec, in: Pawliszyn, J. (Ed.), *Comprehensive Sampling and Sample Preparation*. Academic Press, Oxford, pp. 65–82. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00037-5>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Etik Penelitian

	<p>FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN Kampus 3 FKIK Gedung Ibnu Thufail Lantai 2 Jalan Locari, Tlekung Kota Batu E-mail: kepk.fkik@uin-malang.ac.id - Website : http://www.kepk.fkik.uin-malang.ac.id</p>
	<p>KETERANGAN KELAIKAN ETIK <i>(ETHICAL CLEARANCE)</i> No. 013/EC/KEPK-FKIK/2021</p>

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN(KEPK) FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG TELAH MEMPELAJARI DENGAN SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN :

Judul : Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh Minimum Pada Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kurma (*Phoenix dactylifera*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*

Peneliti - Irma Trianwarizha Fredela

Unit / Lembaga : Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Tempat Penelitian : Laboratorium FKIK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN TERSEBUT TELAH MEMENUHI SYARAT ATAU LAIK ETIK.

Malang, 12 Maret 2021
Ketua

Dr. Doby Indrawan, MMRS
NIP. 1978100120170101113

Keterangan :

- Keterangan Laik Etik Ini berlaku 1 (satu) tahun sejak tanggal dikeluarkan.
- Pada akhir penelitian, laporan Pelaksanaan Penelitian harus diserahkan kepada KEPK-FKIK dalam bentuk *soft copy*.
- Apabila ada perubahan protokol dan/atau Perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan Kajian Etik Penelitian (Amandemen Protokol).

Lampiran 2. Uji Fitokimia Ekstrak Kurma



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA**

Jalan Lahor No 87 Telp/Fax (0341) 593396. Batu
KOTA BATU

65313

Nomor : 074 / 052 / 102.7-D / 2021
Sifat : Biasa
Perihal : **Surat Keterangan Analisa Kualitatif**

Bersama ini kami sampaikan hasil analisa berikut ini :

1. Identitas Pemohon
 Nama : Irma Trianwarizha Fredela
 NIM : 17910032
 Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Maulana Malik Ibrahim
 Alamat : Malang
2. Identitas Sampel
 Nama sampel : Kurma
 Nama latin : *Phoenix dactylifera*
 Bagian sampel : Daging Buah
 Bentuk sampel : Ekstrak
 Pelarut : Etanol 96%
 Tanggal penerimaan : 29 Maret 2021
 Tanggal pemeriksaan : 29 Maret 2021

3. Hasil

No	Identifikasi Senyawa	Parameter	Hasil
1.	Flavonoid	Jingga, Merah Bata, Merah Muda, Merah Tua	(-) Negatif
2.	Alkaloid		
	Meyer	Endapan Putih	(-) Negatif
	Dragendrof	Endapan Jingga	(-) Negatif
	Bouchardat	Endapan Cokelat	(+) Positif
3.	Tanin	Cokelat Kehitaman, Biru Kehitaman	(+) Positif

4. Lampiran

Nama Sampel	Flavonoid	Alkaloid			Tanin
		Meyer	Dragendrof	Bouchardat	
Ekstrak Kurma					



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA
 Jalan Lahor No.87 Telp/Fax (0341) 593396. Batu
KOTA BATU

65313

5. Pustaka

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1978. "Materia Medika Indonesia", Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.

Demikian disampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Lampiran 3. Uji Normalitas Diameter Zona Hambat

Case Processing Summary

	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Zona	50%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
hambat uji	25%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
difusi	12.5%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
cakram	6.25%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	Kontrol Negatif	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	Kontrol Positif	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Descriptives

	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik	Statistic	Std. Error
Zona	50%	Mean	6.750
hambat uji		95% Confidence Lower Bound	2.772
difusi		Interval for Mean Upper Bound	10.728
cakram		5% Trimmed Mean	6.722
		Median	6.500
		Variance	6.250
		Std. Deviation	2.5000

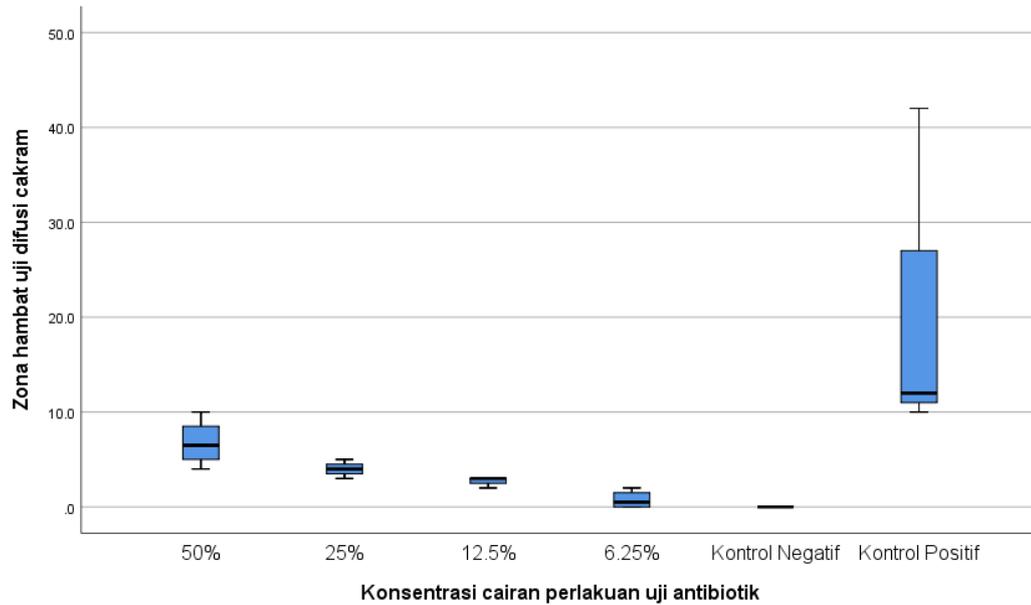
	Minimum		4.0	
	Maximum		10.0	
	Range		6.0	
	Interquartile Range		4.8	
	Skewness		.560	1.014
	Kurtosis		.928	2.619
25%	Mean		4.000	.4082
	95% Confidence	Lower Bound	2.701	
	Interval for Mean	Upper Bound	5.299	
	5% Trimmed Mean		4.000	
	Median		4.000	
	Variance		.667	
	Std. Deviation		.8165	
	Minimum		3.0	
	Maximum		5.0	
	Range		2.0	
	Interquartile Range		1.5	
	Skewness		.000	1.014
	Kurtosis		1.500	2.619
12.5	Mean		2.750	.2500
%	95% Confidence	Lower Bound	1.954	
	Interval for Mean	Upper Bound	3.546	
	5% Trimmed Mean		2.778	
	Median		3.000	
	Variance		.250	
	Std. Deviation		.5000	
	Minimum		2.0	
	Maximum		3.0	
	Range		1.0	
	Interquartile Range		.8	
	Skewness		-2.000	1.014
	Kurtosis		4.000	2.619
6.25	Mean		.750	.4787
%	95% Confidence	Lower Bound	-.773	
	Interval for Mean	Upper Bound	2.273	
	5% Trimmed Mean		.722	
	Median		.500	
	Variance		.917	
	Std. Deviation		.9574	

	Minimum		.0	
	Maximum		2.0	
	Range		2.0	
	Interquartile Range		1.8	
	Skewness		.855	1.014
	Kurtosis		-1.289	2.619
Kontr	Mean		.000	.0000
ol	95% Confidence	Lower Bound	.000	
Nega	Interval for Mean	Upper Bound	.000	
tif	5% Trimmed Mean		.000	
	Median		.000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0000	
	Minimum		.0	
	Maximum		.0	
	Range		.0	
	Interquartile Range		.0	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
Kontr	Mean		19.000	7.6811
ol	95% Confidence	Lower Bound	-5.445	
Positi	Interval for Mean	Upper Bound	43.445	
f	5% Trimmed Mean		18.222	
	Median		12.000	
	Variance		236.000	
	Std. Deviation		15.3623	
	Minimum		10.0	
	Maximum		42.0	
	Range		32.0	
	Interquartile Range		24.0	
	Skewness		1.977	1.014
	Kurtosis		3.928	2.619

Tests of Normality							
	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	50%	.210	4	.	.982	4	.911

Zona	25%	.250	4	.	.945	4	.683
hambat	12.5%	.441	4	.	.630	4	.001
uji difusi	6.25%	.283	4	.	.863	4	.272
cakram	Kontrol Negatif	.	4	.	.	4	.
	Kontrol Positif	.426	4	.	.683	4	.007

a. Lilliefors Significance Correction



Lampiran 3. Uji Homogenitas Diameter Zona Hambat

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Zona	Based on Mean	7.646	5	18	.001
hambat uji	Based on Median	1.026	5	18	.432
difusi	Based on Median and	1.026	5	3.086	.524
cakram	with adjusted df				
	Based on trimmed	5.928	5	18	.002
	mean				

ANOVA

Zona hambat uji difusi cakram

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	985.708	5	197.142	4.846	.006
Within Groups	732.250	18	40.681		

Total	1717.958	23		
-------	----------	----	--	--

Lampiran 4. Uji *Kruskal Wallis* Diameter Zona Hambat

Ranks			
	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik	N	Mean Rank
Zona hambat uji difusi cakram	50%	4	18.13
	25%	4	14.63
	12.5%	4	10.75
	6.25%	4	5.63
	Kontrol Negatif	4	3.50
	Kontrol Positif	4	22.38
	Total	24	

Test Statistics^{a,b}

Zona hambat uji difusi cakram	
Kruskal-Wallis H	21.690
df	5
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik

Lampiran 5. Uji *Post Hoc* Diameter Zona Hambat

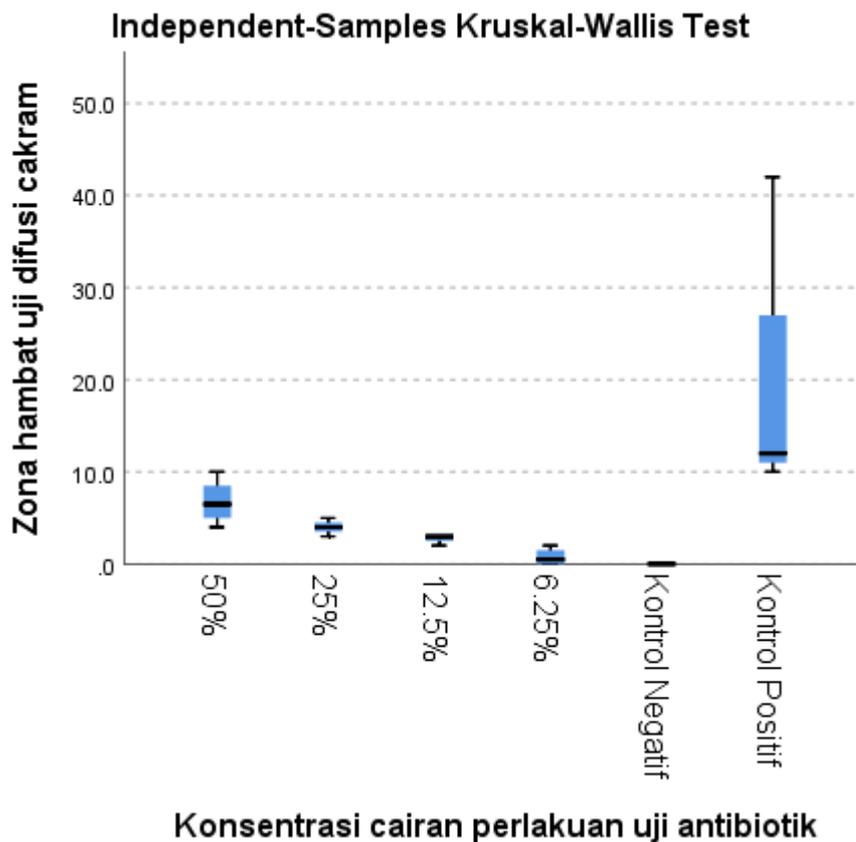
Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Zona hambat uji difusi cakram is the same across categories of Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .050.

Independent-Samples Kruskal-Wallis Test Summary

Total N	24
Test Statistic	21.690 ^a
Degree Of Freedom	5
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.001

a. The test statistic is adjusted for ties.



Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik

Sample 1-Sample 2	Test	Std. Error	Std. Test	Sig.	Adj. Sig. ^a
	Statistic		Statistic		
Kontrol Negatif-6.25%	2.125	4.943	.430	.667	1.000
Kontrol Negatif-12.5%	7.250	4.943	1.467	.142	1.000
Kontrol Negatif-25%	11.125	4.943	2.251	.024	.366
Kontrol Negatif-50%	14.625	4.943	2.959	.003	.046
Kontrol Negatif-Kontrol Positif	-18.875	4.943	-3.818	.000	.002
6.25%-12.5%	5.125	4.943	1.037	.300	1.000
6.25%-25%	9.000	4.943	1.821	.069	1.000

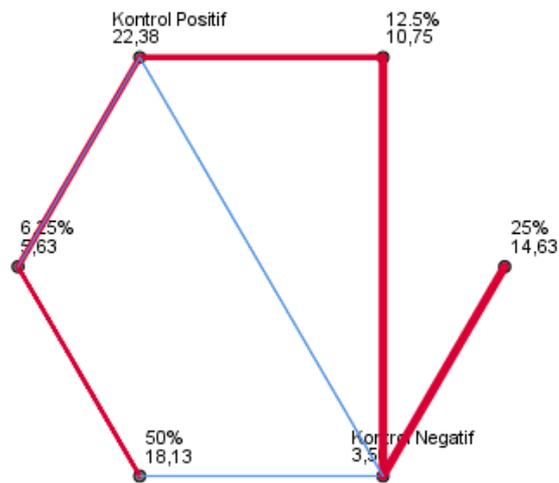
6.25%-50%	12.500	4.943	2.529	.011	.172
6.25%-Kontrol Positif	-16.750	4.943	-3.389	.001	.011
12.5%-25%	3.875	4.943	.784	.433	1.000
12.5%-50%	7.375	4.943	1.492	.136	1.000
12.5%-Kontrol Positif	-11.625	4.943	-2.352	.019	.280
25%-50%	3.500	4.943	.708	.479	1.000
25%-Kontrol Positif	-7.750	4.943	-1.568	.117	1.000
50%-Kontrol Positif	-4.250	4.943	-.860	.390	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05.

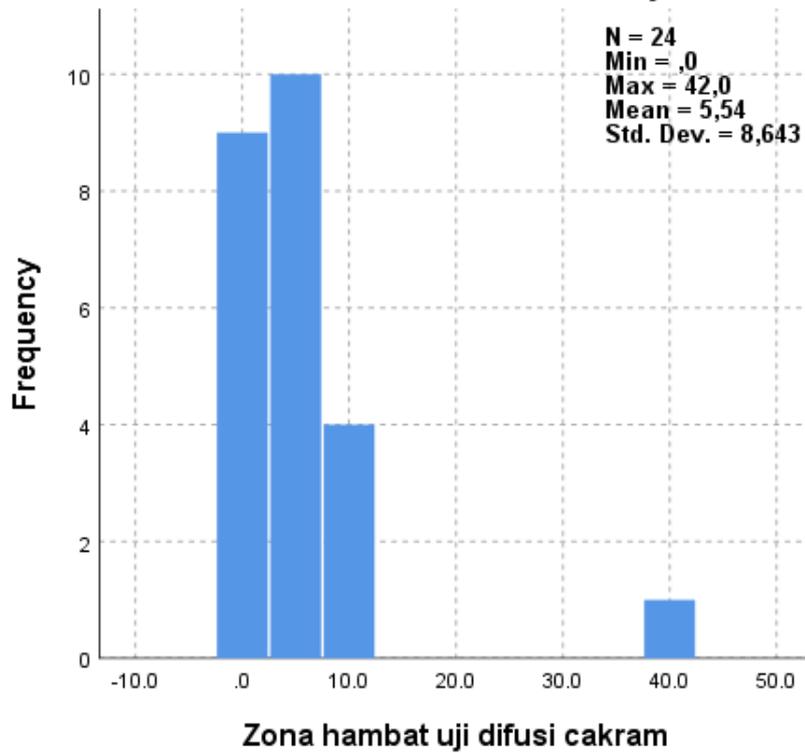
a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik

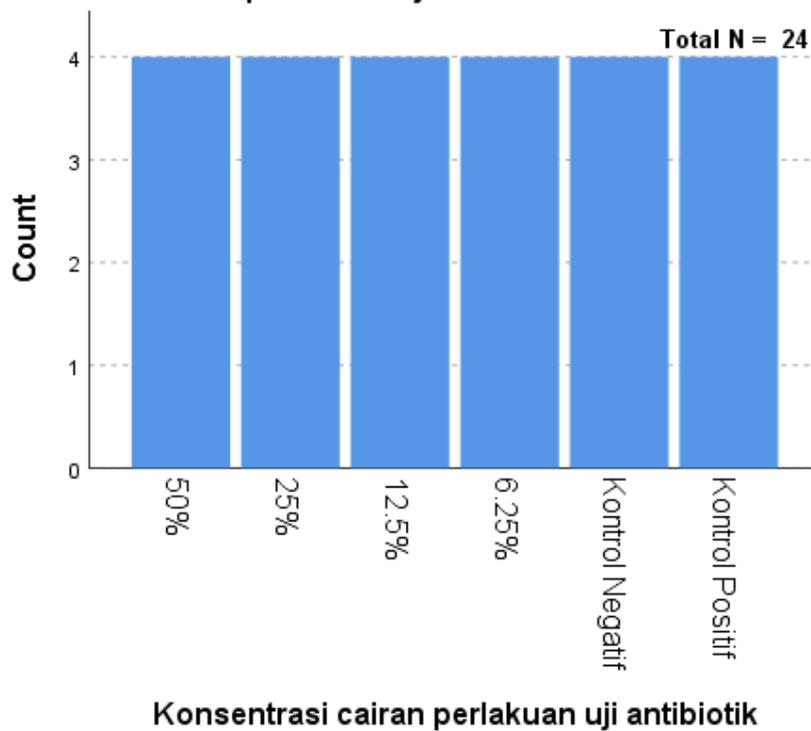


Each node shows the sample average rank of Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik.

Continuous Field Information Zona hambat uji difusi ...



Categorical Field Information Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik



Lampiran 6. Uji Normalitas Jumlah Koloni Bakteri *Streptococcus mutans*

Case Processing Summary

	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Jumlah koloni bakteri	50%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	25%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	12.5%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	6.25%	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	Kontrol Negatif	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
	Kontrol Positif	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Descriptives

		Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM		Statistic	Std. Error
Jumlah koloni bakteri	50%	Mean		6.50	.645
		95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	4.45
				Upper Bound	8.55
		5% Trimmed Mean		6.50	
		Median		6.50	
		Variance		1.667	
		Std. Deviation		1.291	
		Minimum		5	
		Maximum		8	
		Range		3	
		Interquartile Range		3	
		Skewness		.000	1.014
		Kurtosis		-1.200	2.619
			25%	Mean	
95% Confidence Interval for Mean				Lower Bound	8.23
				Upper Bound	11.27
5% Trimmed Mean				9.72	
Median				9.50	
Variance				.917	
Std. Deviation				.957	
Minimum				9	

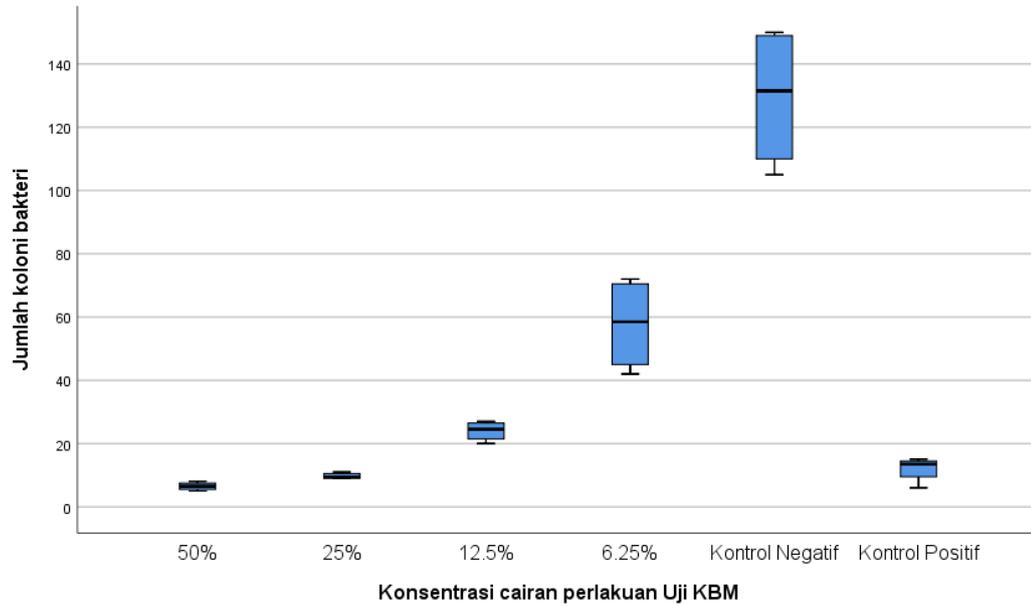
	Maximum		11	
	Range		2	
	Interquartile Range		2	
	Skewness		.855	1.014
	Kurtosis		-1.289	2.619
12.5%	Mean		24.00	1.581
	95% Confidence	Lower Bound	18.97	
	Interval for Mean	Upper Bound	29.03	
	5% Trimmed Mean		24.06	
	Median		24.50	
	Variance		10.000	
	Std. Deviation		3.162	
	Minimum		20	
	Maximum		27	
	Range		7	
	Interquartile Range		6	
	Skewness		-.632	1.014
	Kurtosis		-1.700	2.619
6.25%	Mean		57.75	7.487
	95% Confidence	Lower Bound	33.92	
	Interval for Mean	Upper Bound	81.58	
	5% Trimmed Mean		57.83	
	Median		58.50	
	Variance		224.250	
	Std. Deviation		14.975	
	Minimum		42	
	Maximum		72	
	Range		30	
	Interquartile Range		28	
	Skewness		-.103	1.014
	Kurtosis		-5.027	2.619
Kontrol	Mean		129.50	11.449
Negatif	95% Confidence	Lower Bound	93.06	
	Interval for Mean	Upper Bound	165.94	
	5% Trimmed Mean		129.72	
	Median		131.50	
	Variance		524.333	
	Std. Deviation		22.898	
	Minimum		105	

	Maximum		150	
	Range		45	
	Interquartile Range		42	
	Skewness		-.156	1.014
	Kurtosis		-5.034	2.619
Kontrol	Mean		12.00	2.041
Positif	95% Confidence	Lower Bound	5.50	
	Interval for Mean	Upper Bound	18.50	
	5% Trimmed Mean		12.17	
	Median		13.50	
	Variance		16.667	
	Std. Deviation		4.082	
	Minimum		6	
	Maximum		15	
	Range		9	
	Interquartile Range		7	
	Skewness		-1.764	1.014
	Kurtosis		3.228	2.619

Tests of Normality

	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah	50%	.151	4	.	.993	4	.972
koloni	25%	.283	4	.	.863	4	.272
bakteri	12.5%	.236	4	.	.940	4	.653
	6.25%	.274	4	.	.864	4	.275
	Kontrol Negatif	.290	4	.	.843	4	.204
	Kontrol Positif	.347	4	.	.807	4	.115

a. Lilliefors Significance Correction



Lampiran 7. Uji Homogenitas Jumlah Koloni Bakteri *Streptococcus mutans*

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jumlah koloni bakteri	Based on Mean	45.411	5	18	.000
	Based on Median	32.480	5	18	.000
	Based on Median and with adjusted df	32.480	5	8.440	.000
	Based on trimmed mean	44.415	5	18	.000

ANOVA

Jumlah koloni bakteri

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45610.333	5	9122.067	70.365	.000
Within Groups	2333.500	18	129.639		
Total	47943.833	23			

Lampiran 8. Uji *Kruskal Wallis* Jumlah Koloni Bakteri *Streptococcus mutans*

Ranks			
	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	N	Mean Rank
Jumlah koloni bakteri	50%	4	3.13
	25%	4	7.50
	12.5%	4	14.50
	6.25%	4	18.50
	Kontrol Negatif	4	22.50
	Kontrol Positif	4	8.88
	Total	24	

Test Statistics^{a,b}

Jumlah koloni bakteri	
Kruskal-Wallis H	21.301
df	5
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Konsentrasi
cairan perlakuan Uji KBM

Lampiran 9. Uji *Post Hoc* Jumlah Koloni

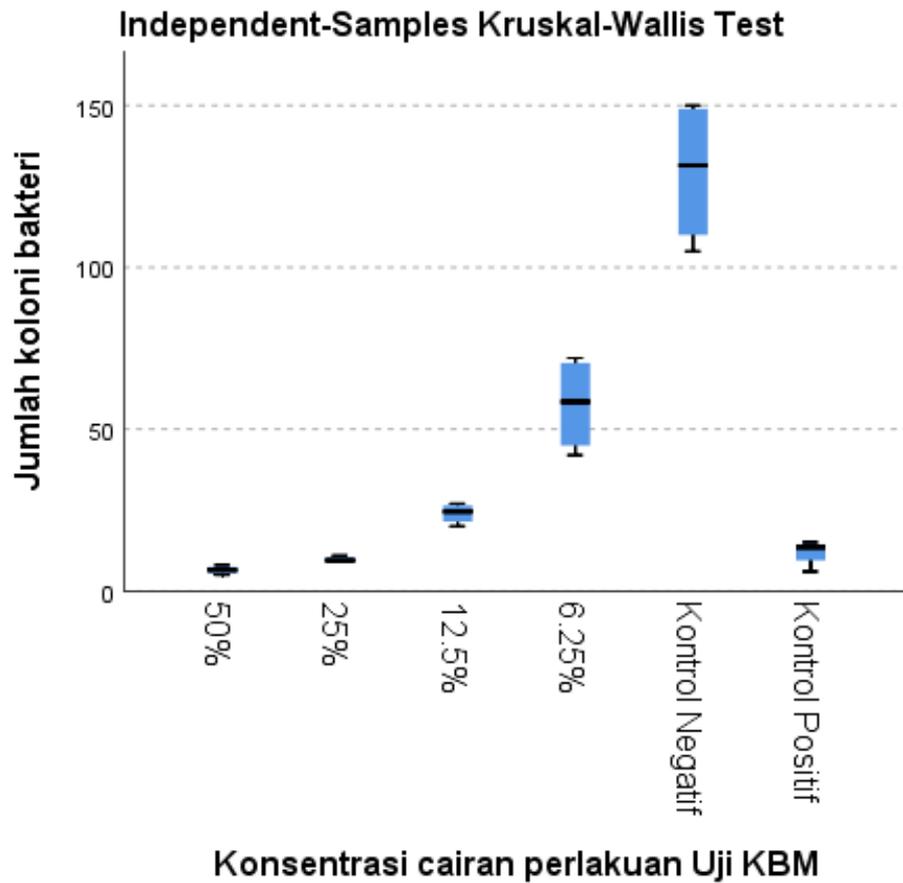
Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Jumlah koloni bakteri is the same across categories of Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test
Summary**

Total N	24
Test Statistic	21.301 ^a
Degree Of Freedom	5
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.001

a. The test statistic is adjusted for ties.



Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM

Sample 1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig. ^a
50%-25%	-4.375	4.998	-.875	.381	1.000
50%-Kontrol Positif	-5.750	4.998	-1.151	.250	1.000
50%-12.5%	-11.375	4.998	-2.276	.023	.343
50%-6.25%	-15.375	4.998	-3.076	.002	.031
50%-Kontrol Negatif	-19.375	4.998	-3.877	.000	.002
25%-Kontrol Positif	-1.375	4.998	-.275	.783	1.000

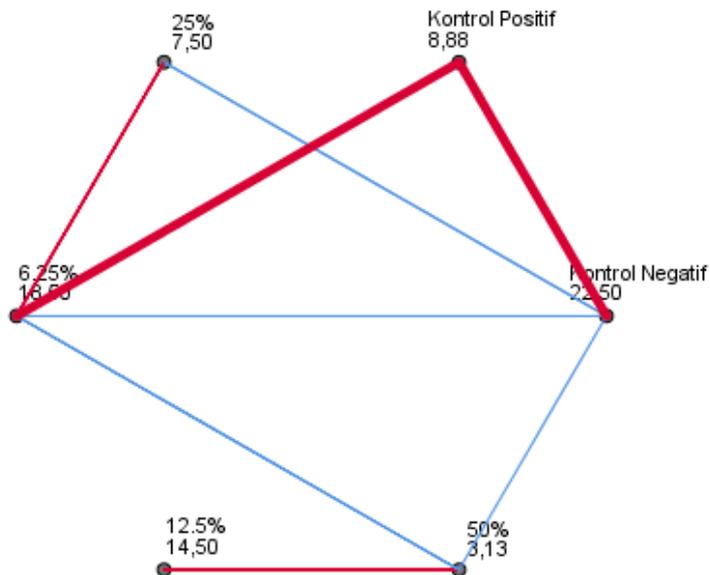
25%-12.5%	-7.000	4.998	-1.401	.161	1.000
25%-6.25%	-11.000	4.998	-2.201	.028	.416
25%-Kontrol Negatif	-15.000	4.998	-3.001	.003	.040
Kontrol Positif-12.5%	5.625	4.998	1.125	.260	1.000
Kontrol Positif-6.25%	9.625	4.998	1.926	.054	.812
Kontrol Positif-Kontrol Negatif	13.625	4.998	2.726	.006	.096
12.5%-6.25%	-4.000	4.998	-.800	.424	1.000
12.5%-Kontrol Negatif	-8.000	4.998	-1.601	.109	1.000
6.25%-Kontrol Negatif	-4.000	4.998	-.800	.424	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

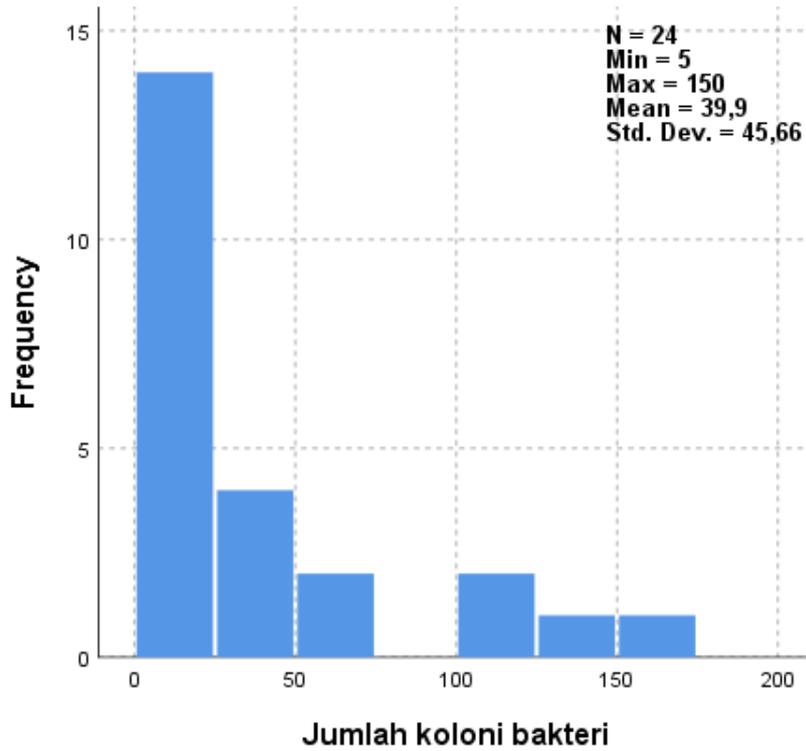
a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Pairwise Comparisons of Konsentrasi cairan perlakua...

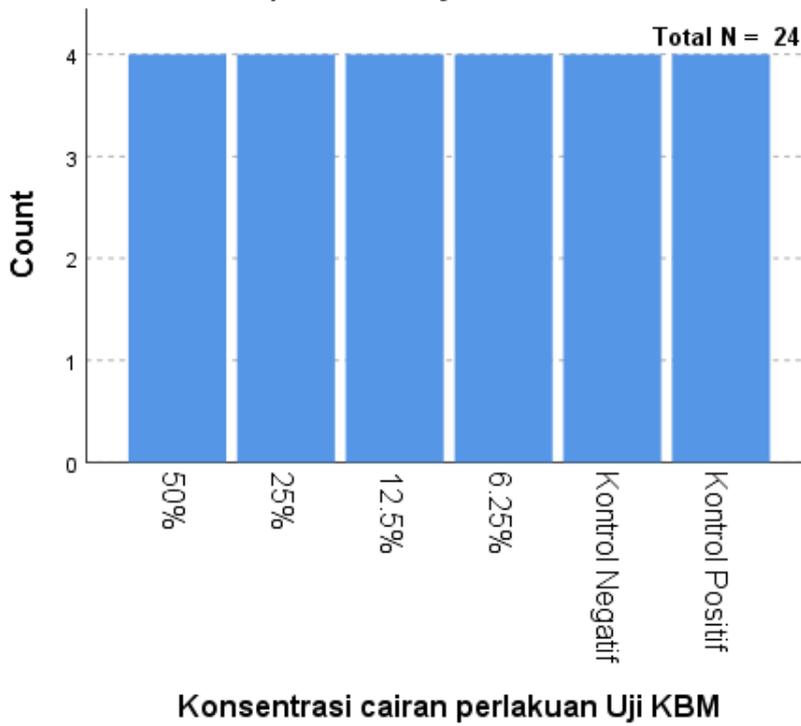


Each node shows the sample average rank of Konsentrasi cairan perlaku...

Continuous Field Information Jumlah koloni bakteri



Categorical Field Information Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM



Lampiran 10. Uji Korelasi *Spearman* Diameter Zona Hambat

Correlations

			Zona hambat uji difusi cakram	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik
Spearman's rho	Zona hambat uji difusi cakram	Correlation Coefficient	1.000	.968**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	24	24
	Konsentrasi cairan perlakuan uji antibiotik	Correlation Coefficient	.968**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 11. Uji Korelasi *Spearman* Jumlah Koloni Bakteri *Streptococcus mutans*

Correlations

			Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Jumlah koloni bakteri
Spearman's rho	Konsentrasi cairan perlakuan Uji KBM	Correlation Coefficient	1.000	.548**
		Sig. (2-tailed)	.	.006
		N	24	24
	Jumlah koloni bakteri	Correlation Coefficient	.548**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.006	.
		N	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).