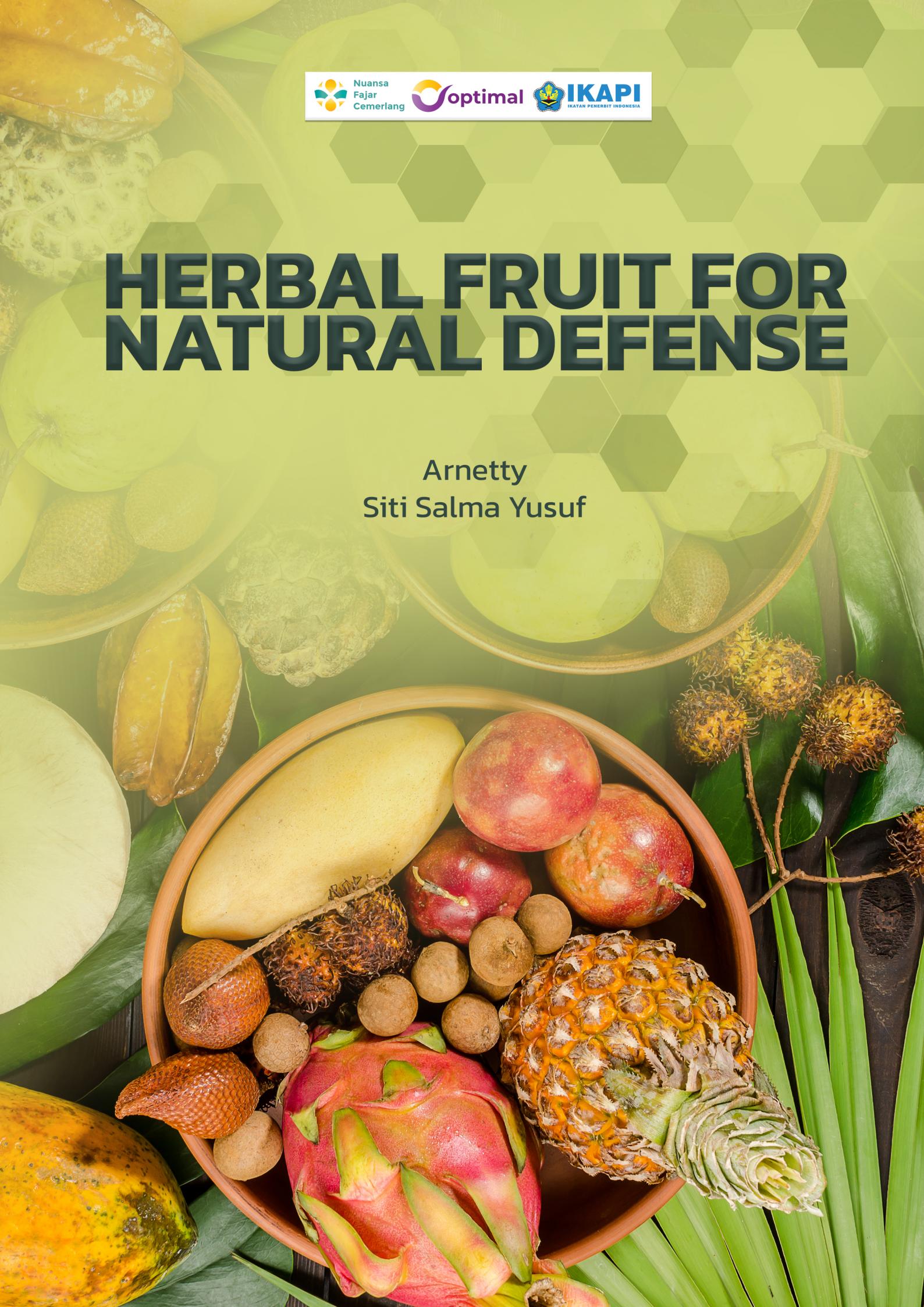


HERBAL FRUIT FOR NATURAL DEFENSE

Arnetty
Siti Salma Yusuf



HERBAL FRUIT FOR NATURAL DEFENSE

Penulis:

drg. Arnetty, M.Kes.

Siti Salma Yusuf, S.Farm., M.Farm.



Herbal Fruit For Natural Defense

Penulis: drg. Arnetty, M.Kes.
Siti Salma Yusuf, S.Farm., M.Farm.

Desain Sampul: Ivan Zumarano
Tata Letak: Helmi Syaukani

ISBN: 978-634-7097-68-2

Cetakan Pertama: Februari, 2025

Hak Cipta 2025

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2025

by Penerbit Nuansa Fajar Cemerlang Jakarta

All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Website : www.nuansafajarcemerlang.com

Instagram : @bimbel.optimal



PENERBIT:
Nuansa Fajar Cemerlang
Grand Slipi Tower, Lantai 5 Unit F
Jakarta Barat, 11480
Anggota IKAPI (624/DKI/2022)

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

| | |
|----------------------------|---|
| JUDUL DAN PENANGGUNG JAWAB | Herbal fruit for natural defense / drg. Arnetty, M.Kes., Siti Salma Yusuf, S.Farm., M.Farm. |
| EDISI | Cetakan Pertama, Februari 2025 |
| PUBLIKASI | Jakarta : PT Nuansa Fajar Cemerlang, 2025 |
| DESKRIPSI FISIK | 86 halaman ; 30 cm |
| IDENTIFIKASI | ISBN 978-634-7097-68-2 |
| SUBJEK | Buah tropik, Penggunaan dalam terapi -- Buah tropik - Gizi |
| KLASIFIKASI | 615.321.464 [23] |
| PERPUSNAS ID | https://isbn.perpusnas.go.id/bo-penerbit/penerbit/isbn/data/view-kdt/1073906 |

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku dengan judul "**Herbal Fruit For Natural Defense**" dapat tersusun dan disajikan kepada para pembaca. Buku ini hadir dari keprihatinan terhadap semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan cara hidup sehat yang alami. Buku ini sebagai upaya untuk mengangkat potensi kekayaan alam yang melimpah, terutama buah-buahan herbal, yang selama ini dikenal memiliki manfaat luar biasa bagi kesehatan tubuh manusia. Dalam dunia yang semakin kompleks dan penuh tantangan, dan di tengah perubahan gaya hidup modern kembali kepada alam menjadi sebuah kebutuhan kesehatan yang menjadi prioritas utama bagi setiap individu. Sementara berbagai kemajuan medis telah memberikan kita banyak pilihan dengan mencari cara-cara alami untuk meningkatkan kesehatan dan memperkuat sistem kekebalan tubuh.

Buku ini bertujuan untuk mengeksplorasi kekuatan luar biasa dari buah-buahan herbal yang telah digunakan selama berabad-abad dalam berbagai budaya di seluruh dunia. Dari buah-buahan yang kaya antioksidan hingga yang memiliki sifat anti-inflamasi, dengan kandungan senyawa aktifnya seperti flavonoid, polifenol, vitamin, dan mineral, menjadi salah satu solusi alami untuk mendukung sistem pertahanan tubuh. Pada setiap halaman menawarkan wawasan yang mendalam tentang manfaat unik yang dapat diperoleh dari beberapa buah-buahan ini. Buku ini tidak hanya berisi informasi tentang jenis-jenis buah herbal, tetapi juga mengulas kandungan kimia yang terdapat di dalam nya.

Selain itu, buku ini memberikan penjelasan ilmiah mengenai mekanisme kerja senyawa bioaktif dalam buah herbal, manfaatnya dalam mencegah penyakit berbagai penyakit, serta bagaimana kombinasi buah herbal tertentu dapat meningkatkan efektivitasnya dan manfaatnya bagi kesehatan, serta cara sederhana mengolahnya agar dapat dimanfaatkan secara maksimal. juga berbagai tips praktis untuk mengintegrasikan buah-buahan herbal ini ke dalam pola makan sehari-hari. Dilengkapi dengan panduan resep minuman, ekstrak herbal, dan ramuan tradisional yang mudah dibuat di rumah, buku ini memberikan nilai praktis yang dapat diterapkan langsung oleh pembaca. Tidak hanya itu, pembaca juga diajak untuk memahami lebih jauh potensi pengembangan buah herbal sebagai bagian dari pengobatan komplementer yang ramah lingkungan dan mendukung keseimbangan ekosistem. Dengan pendekatan yang terstruktur, buku ini menjadi panduan komprehensif untuk siapa saja yang ingin menjalani hidup sehat secara alami dan holistik.

Dengan pendekatan berbasis ilmiah yang disajikan secara sederhana, buku ini dapat dibaca oleh siapa saja, baik praktisi kesehatan, pelajar, maupun masyarakat untuk memanfaatkan sumber daya alam untuk menjaga kesehatan umum yang ingin

menjalani gaya hidup sehat. Dengan demikian, buku ini tidak hanya menyajikan fakta-fakta ilmiah, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi pembaca untuk mengintegrasikan buah-buahan herbal ke dalam pola makan sehari-hari. Buku ini memberikan nilai praktis yang dapat diterapkan langsung oleh pembaca. Tidak hanya itu, pembaca juga diajak untuk memahami manfaat buah herbal bagi kesehatan.

Kami berharap buku ini dapat menginspirasi Anda untuk mengeksplorasi dan menghargai kebaikan alam yang tersedia di sekitar kita. Buku ini menjadi panduan yang praktis sekaligus membuka wawasan baru bagi pembaca tentang pentingnya mengenal dan memanfaatkan kekayaan alam secara bijak. Kami percaya bahwa dengan memahami dan memanfaatkan potensi alam, kita bisa membangun pertahanan alami yang lebih kuat terhadap berbagai penyakit.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung proses penulisan buku ini. Terima kasih kepada keluarga rekan-rekan sejawat, para ahli yang berkontribusi dan memberikan inspirasi, masukan, serta motivasi. Kami juga berterima kasih kepada penerbit yang telah memberikan kepercayaan untuk menerbitkan karya ini. Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami terbuka terhadap kritik dan saran sangat kami nantikan dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat menjadi inspirasi dan bermanfaat bagi semua pembaca dalam menjalani kehidupan yang lebih sehat, seimbang, dan selaras dengan alam. Mari bersama-sama kita wujudkan masa depan yang lebih sehat dengan memanfaatkan kekayaan herbal yang telah disediakan oleh alam.

Januari, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Prakata..... | iii |
| Daftar Isi | v |
| BAB 1 DAYA ANTIBAKTERI KANDUNGAN APEL VARIETAS MANALAGI(MALUS SYLVESTRIS MILL) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS..... | 1 |
| A.....Pendahuluan | 1 |
| B.....Apel Varietas Manalagi (Malus sylvestris mill) | 3 |
| C.....Farmakologi Apel Manalagi | 8 |
| D.....Komponen Anti Bakteri Apel Manalagi | 11 |
| E.....Senyawa Flavonoid Apel Manalagi | 15 |
| F.....Senyawa Pektin Apel Manalagi | 17 |
| G.....Senyawa Tanin Apel Manalagi | 19 |
| H.....Senyawa Saponin Apel Manalagi | 20 |
| I.....Senyawa Asam Fenolat Apel Manalagi | 21 |
| J.....Senyawa Asam Malat Apel Manalagi | 23 |
| K.....Bahteri Lactobacillus Acidophilus | 24 |
| L.Aktivitas Antimikroba Lactobacillus Acidophilus terhadap Patogen Oral..... | 27 |
| M.....Efek Lactobacillus Acidophilus Terhadap pH Saliva | 29 |
| N.Potensi Lactobacillus acidophilus Pengurangan Pertumbuhan Plak..... | 30 |
| O.Apel Manalagi dan Bahteri Lactobacillus acidophilus serta Perannya Dalam Kesehatan Gigi..... | 33 |
| P.....Penutup | 41 |
| Referensi..... | 43 |
| Glosarium | 52 |
| BAB 2 MINUMAN SEGAR BERASAL DARI BUAH HERBAL | 55 |
| A.....Pendahuluan | 55 |
| B.....MINUMAN HERBAL..... | 56 |
| C.....Kandungan Kimia Buah Herbal | 57 |
| D.....Identifikasi Metabolit Sekunder pada Pisang | 62 |
| E.....Identifikasi Metabolit Sekunder pada Buah Nanas | 65 |
| F.....Identifikasi Metabolit Sekunder pada Buah Melon | 67 |
| G.....Pembuatan Minuman Herbal | 69 |
| H.....Penutup | 73 |
| Referensi..... | 74 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| Glosarium | 77 |
| PROFIL PENULIS..... | 79 |

BAB 1

DAYA ANTIBAKTERI KANDUNGAN APEL VARIETAS MANALAGI(MALUS SYLVESTRIS MILL) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS

Arnetty

A. Pendahuluan

Apel varietas Manalagi (*Malus sylvestris mill.*) merupakan salah satu jenis buah yang banyak disukai karena rasanya yang manis dan segar, serta kandungan nutrisinya yang tinggi. Selain itu, apel juga dikenal memiliki berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan, termasuk sifat antibakteri. Kumar, S., et al. 2019 Penelitian tentang aktivitas antibakteri dari ekstrak atau komponen tertentu dalam apel semakin menarik perhatian, mengingat meningkatnya resistensi terhadap antibiotik dan kebutuhan akan alternatif alami dalam pengendalian bakteri patogen. Salah satu mikroorganisme yang sering diteliti dalam konteks kesehatan adalah *Lactobacillus acidophilus*, bakteri probiotik yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan kesehatan pencernaan. Meskipun *Lactobacillus acidophilus* umumnya dikenal sebagai bakteri yang bermanfaat, pertumbuhannya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk keberadaan senyawa antibakteri dari sumber alami seperti buah (Yuan, Y., et al. 2018)

Masalah kesehatan mulut dan gigi, khususnya terkait bakteri plak dan kerusakan gigi, telah menjadi fokus utama dunia kedokteran. "*Lactobacillus acidophilus*" merupakan bakteri unik yang biasanya ditemukan di dalam tubuh manusia, termasuk di dalam rongga mulut, usus, dan saluran pencernaan lainnya. Bakteri ini adalah salah satu bakteri dari jenis probiotik, yaitu bakteri yang memberikan manfaat kepada tubuh manusia selama jumlahnya seimbang dalam tubuh. Namun, tidak sedikitnya *acidophilus* juga perlu diperhatikan. Bila jumlah bakteri *acidophilus* dalam mulut tidak seimbang, ia juga mungkin melakukan proses fermentasi sejenis gula menjadi asam laktat. Asam laktat tersebut kemudian memecah gula menjadi granular, menyebabkan penurunan pH di dalam mulut pada permukaan email gigi serta membuat gigi mengalami pengelupas tengah. (Arweiler & Netuschil, 2016).

Uji coba menunjukkan bahwa kandungan apel Manalagi dapat memberikan efek positif yang signifikan pada pertumbuhan bakteri *Lactobacillus acidophilus* di dalam rongga mulut, sehingga dapat membantu menciptakan lingkungan rongga mulut yang sehat dan mengurangi jumlah bakteri patogen. Sejalan dengan peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya kesehatan gigi, diperlukan pengembangan alternatif yang efektif mengenai upaya dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. Salah satu pendekatan alami yang mulai banyak diteliti adalah penggunaan buah-buahan dengan kandungan antibakteri, seperti apel Manalagi (*Malus sylvestris* mill). Kandungan serat pada apel Manalagiberperan sebagai sikat alami dan membantu proses pengunyahan, sehingga merangsang sekresi saliva dan menstimulasi rongga mulut untuk melakukan proses self-cleansing pada rongga mulut (Arnetty & ika 2023).

Apel Manalagi diketahui kaya akan senyawa bioaktif, termasuk asam malat, polifenol, dan flavonoid, yang memiliki potensi antibakteri (Anderson et al., 2018). Asam malat pada apel membantu meningkatkan produksi air liur dan menjaga keseimbangan pH di dalam mulut, sehingga dapat mengurangi lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri (Kaya & Toker., 2020). Selain itu, kandungan polifenol dan flavonoid dikenal sebagai senyawa antimikroba yang efektif dalam mengganggu membran sel bakteri (Iwashita et al, 2015). Kandungan apel Manalagi dapat memberikan efek positif yang signifikan terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* di rongga mulut yang dapat mengurangi jumlah bakteri patogen, apel dapat berkontribusi pada kesehatan gigi dan mulut secara keseluruhan, juga dapat membuka peluang bagi apel Manalagi sebagai sumber bahan alami yang bernilai tambah, yang tidak hanya berguna dalam industri pangan tetapi juga dalam bidang kesehatan.

Daya antibakteri kandungan apel Manalagi terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* dapat memberikan wawasan baru tentang potensi buah ini sebagai agen probiotik yang dapat mendukung kesehatan. Selain itu, pemahaman tentang mekanisme kerja senyawa bioaktif dalam apel dapat membantu dalam pengembangan produk kesehatan berbasis alami. Dengan demikian, buku ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkaji potensi antibakteri dari ekstrak apel Manalagi terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus*, serta untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa bioaktif yang terlibat dalam aktivitas tersebut. Diharapkan ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan strategi baru dalam pengendalian bakteri menggunakan sumber daya alam yang aman dan efektif.

B. Apel Varietas Manalagi (*Malus sylvestris mill*)

Apel Manalagi dipercaya sebagai hasil adaptasi dari apel liar atau varietas lain yang diintroduksi ke Indonesia oleh para penjajah atau pedagang pada masa kolonial. Nama "Manalagi" konon berasal dari ekspresi rasa puas yang berarti "ingin lagi" atau "minta tambah" karena rasanya yang manis dan disukai masyarakat. Seiring waktu, apel Manalagi menjadi sangat populer dan dibudidayakan secara luas di dataran tinggi Malang dan Batu, yang memiliki iklim sejuk dan tanah yang cocok untuk pertumbuhan apel (Sutopo, 2012). Apel Manalagi memiliki sifat unik yang berbeda dari apel lain, terutama dalam hal ketahanan, tekstur renyah, dan rasa manisnya yang khas. Adaptasi apel ini di Indonesia membuatnya memiliki daya tahan lebih baik terhadap lingkungan tropis. Hingga saat ini, apel Manalagi masih menjadi salah satu varietas apel yang paling banyak dikonsumsi dan dijadikan komoditas pertanian penting di wilayah Malang. Seiring dengan meningkatnya minat pada bahan-bahan alami dalam kesehatan, apel Manalagi mulai dilirik dalam penelitian untuk potensi kandungan antibakteri dan antioksidan yang terdapat di dalamnya. Asam malat, polifenol, dan flavonoid dalam apel ini berpotensi memberikan manfaat kesehatan, termasuk dalam menjaga kesehatan gigi dan mencegah penyakit akibat bakteri (Iwashita et al., 2015). Pengembangan ini turut membantu meningkatkan nilai ekonomi dan peran apel Manalagi sebagai komoditas unggulan.

1. Daerah asal dan penyebaran tanaman apel Manalagi (*Malus sylvestris mill.*)

Apel berasal dari daerah Asia Tengah, di sekitar pegunungan Tian Shan, yang kemudian menyebar ke seluruh dunia. Pada masa kolonial Belanda di Indonesia, banyak tanaman baru yang diperkenalkan, termasuk berbagai varietas apel. Apel yang ditanam di Indonesia kemudian beradaptasi dengan baik di wilayah dataran tinggi dan beriklim sejuk seperti di Malang dan Batu (Sutopo, 2012). Tanaman Apel dapat tumbuh pada kondisi subtropis dengan iklim 4 musim, namun juga dapat tumbuh di Indonesia. Menurut penelitian yang dilakukan di kawasan Malang Raya, tanaman apel dengan produksi buah yang tinggi dapat tumbuh pada ketinggian 800-1200 mdpl. Curah hujan yang ideal untuk tanaman apel adalah 1000-2600 mm/tahun, dengan 6-7 bulan basah dan 3-4 bulan kering (Baskara, 2010)

Apel (*Malus sylvestris Mill*) merupakan tanaman tahunan subtropis (Untung, 1994), telah ditemukan di Indonesia sejak tahun 1934 dan dapat menghasilkan buah yang baik (Soelarso, 1997). Tanaman apel adalah tumbuhan yang dibudidayakan oleh petani. Tanaman apel ditemukan oleh

Iskandar Agung pada 300 SM berupa tanaman apel kerdil di Asia. Apel dipanen pada akhir musim gugur dan disimpan pada suhu beku, apel ini biasa disebut dengan apel musim dingin, yang telah lama menjadi makanan pokok di Asia, Argentina, Amerika Serikat, dan Eropa (Kurniawan, 2014). Tanaman apel dapat tumbuh subur di daerah yang bersuhu dingin atau sejuk. Di Eropa tanaman apel dibudidayakan di daerah subtropis bagian utara, sedangkan di Indonesia daerah penghasil buah apel lokal berasal dari Malang yang biasa disebut dengan apel Malang. Selain dari Malang, apel lokal juga dapat tumbuh di daerah Gunung Pangrango, Jawa Barat. Tanaman apel dapat hidup dan tumbuh dengan baik di Indonesia apabila tumbuh pada ketinggian sekitar 700 sampai 1200 meter di atas permukaan laut (Sufrida, 2006).

Daerah penghasil apel terbesar di Indonesia adalah Kabupaten Malang (Batu dan Poncokusumo) dan Pasuruan (Nongkojar). Tanaman apel pertama kali dibudidayakan di daerah ini pada 1950-an. Di Indonesia, tanaman apel telah berkembang sejak diperkenalkannya teknik budidaya apel yaitu teknik perompesan daun dan pelengkungan cabang atau ranting. Teknik ini berfungsi agar tanaman dapat berbuah sesuai kemauan dan sebagai pengganti suhu rendah dimana hal tersebut merupakan syarat utama pemecahan masa dormansi di daerah iklim sedang. Faktor teknis dan ekonomi yang menguntungkan telah meningkatkan komoditas apel di Indonesia. Oleh karena itu, komoditas apel Jawa Timur tumbuh pesat dari tahun 1984 hingga 1988. Pada tahun 1984, 7.303.327 tanaman apel tumbuh, dan pada tahun 1988, tanaman apel berkembang menjadi 9.046.276. Artinya komoditas apel Jawa Timur mengalami peningkatan rata-rata 4,07% setiap tahunnya. Di sisi lain, produksinya juga meningkat mencapai 17,50% per tahun (Soelarso, 1997).

2. Morfologi Tanaman Apel (*Malus sylvestris mill*)

Spesies *Malus sylvestris mill* memiliki beberapa varietas dan umumnya tidak berbeda secara morfologi (Soelarso, 1997). Tanaman apel termasuk dalam kategori pohon kecil karena tingginya antara 3 sampai 12 meter. Setiap pohon apel dapat menghasilkan 7,5 kg buah per musim. Apel memiliki aroma yang harum (Hamidah, 2016). Kulitnya jarang berpori, rasanya manis dan tidak asam walaupun belum matang, memiliki daging buah berwarna putih, sedikit berair, dan memiliki 13 tekstur yang sedikit kenyal, memiliki biji pendek, bulat dan berwarna coklat tua. Rata-rata produksi buah per pohon sekitar 75 kg per musim (Sufrida, 2006). Tanaman apel ada yang muncul dari biji dan bibit yang membentuk akar tunggang. Artinya, akar yang tumbuh lurus atau tegak lurus dengan tanah. Akar tunggang bertindak sebagai penguat tanaman, menembus lapisan tanah yang keras dan menarik air dan nutrisi ke dalam tanah.

Kesuburan tanah dan sifat tanah sebagai media tanam sangat berpengaruh terhadap seberapa dalam dan lebar akar menyebar. Pada tanah tandus, akar menjulur jauh ke dalam tanah untuk mencari makanan. Pada tanaman apel yang berasal dari stek dan pucuk akar, serat akar dan akar cabang tumbuh cukup baik sehingga tidak memiliki akar tunggang, akibatnya batangnya kurang kuat dan rentan terhadap kekurangan air dan nutrisi (Soelarso, 1997). Tanaman apel memiliki batang yang keras dan cukup kuat. Cabang-cabangnya akan tumbuh lurus dan tanpa ranting jika dibiarkan atau tidak dipangkas. Tanaman apel juga memiliki kulit batang yang tebal (Soelarso, 1997). Daun apel diklasifikasikan menjadi enam kategori: lonjong, elips jalanan, elips sempit, runcing, runcing lebar, dan runcing sempit. Daun apel memiliki permukaan yang rata atau sedikit bergelombang. Terdapat sisi daun yang melipat kebawah dan ada juga sisi daun yang melipat keatas. Daun apel biasanya ditutupi oleh bulu-bulu halus dibagian bawah daun apel (Untung, 1994). Bunga apel bertangkai pendek, menghadap keatas, dan bertandan dengan setiap tandannya berisi 7 sampai 9 bunga.

Penyerbukan silang terjadi pada bunga apel. Faktor yang mempengaruhi pembungaan bunga apel, yaitu suhu, pada kultivar yang berbeda memberikan respons suhu secara berbeda. Pada suhu antara 12°C sampai 18°C merupakan suhu yang optimal untuk pembungaan (Soelarso, 1997). 14 Buah apel dibagi menjadi 15 bagian dari kulit sampai biji. Setiap jenis memiliki 15 bagian tersebut dengan bagian-bagian yang berbeda. Tetapi, perbedaan yang terlihat hanya dibeberapa bagian saja seperti bentuk buah, warna kulit, benang sari, biji, dan lekukan pada buah. Terdapat delapan bentuk buah apel yaitu, flat, flat-

round, round, round-conical, conical, long conical, oblong dan oblong-conical. Iklim dan tanah tempat tanaman ini tumbuh merupakan faktor yang mempengaruhi bentuk buah. Bentuk bijinya juga berbeda. Ada yang berbentuk lonjong ujung runcing, berujung tumpul, dan bentuk pertengahan. Warna buah tergantung pada varietasnya ada yang merah-hijau, kuning-hijau, kuning-kekuningan, hijau dengan bintik-bintik dan semacamnya (Untung, 1994).

Apel Manalagi (*Malus sylvestris* mill) merupakan suatu jenis apel yang berasal dari Malang yang banyak dikonsumsi oleh masayarakat Indonesia karena memiliki Varietas apel Manalagi memiliki warna kulit hijau kekuningan serta memiliki daging buah bewarna putih kekuningan. Apel Manalagi mempunyai karakteristik warna yang tetap hijau kekuningan walaupun buahnya sudah matang. Bentuk buah ini jorong, pangkal dan pucuk berlekuk dalam. Apel jenis ini mempunyai pori kulit buah yang nyata, halus dan renggang. Daging buahnya berwarna putih, halus, dan berair. Tangkai buahnya panjang berwarna kelabu dan kecil. Bijinya berbentuk kelabu agak bulat dan berwarna coklat tua. Rasa apel yaitu segar dan mempunyai aroma yang kuat yang disukai oleh konsumen. Apel merupakan buah yang banyak dikonsumsi karena mengandung polifenol tinggi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Muchlisun dkk., 2015). Apel Manalagi memiliki rasa yang lebih manis daripada jenis apel lainnya meskipun apel belum matang. Apel Manalagi mempunyai aroma yang harum dan memiliki rasa manis walau buah apel masih muda, bentuk buahnya bulat dan kulit buah berpori putih. Jika dibungkus kulit buahnya berwarna hijau muda kekuningan. Diameter buah berkisar antara 5-7 cm dan berat 75-100 gram/buah (Untung, 1994). Daging buah apel Manalagi memiliki kadar air sebesar 84,05% dan lebih renyah dibandingkan apel Anna dan apel Rome Beauty. Bentuk bijinya bulat dengan ujung tumpul dan berwarna cokelat tua. Tanaman apel dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian 800-1200 mdpl. Apel merupakan tanaman buah tahunan yang bersal dari Asia Barat yang beriklim sub tropis. Apel dapat juga tumbuh di Indonesia setelah tanaman apel beradaptasi dengan iklim tropis di Indonesia (Baskara, 2010).

Natural Resource and Conservation Service, United State Department of Agricultural (USDA) mendefinisikan kedudukan taksonomi apel Manalagi sebagai berikut:

Kerajaan: Plantae

Sub Kerajaan: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi: Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)

Divisi: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)

Kelas: Magnoliopsida (Tumbuhan dikotil)

Sub Kelas: Rosidae

Bangsa: Rosales

Suku: Rosaceae

Marga: Malus

Jenis: *Malus sylvestris*

Sumber: United State Departement of Agricultural (USDA) (2012)



Gambar 1.1 Buah Apel Manalagi (Lintang Pricilia 2022)

Buah apel Manalagi khususnya jenis yang asam banyak diolah kembali oleh industri besar ataupun UMKM untuk dijadikan sebagai produk awetan seperti selai apel dan kripik apel. Buah apel Manalagi merupakan buah yang tahan lama dibandingkan jenis buah lainnya (umur petik 114 hari umur dan umur pemasaran/penyimpanan 21-28 hari). Buah apel Manalagiyang telah disimpan memiliki rasa yang lebih enak dibandingkan pada saat dipetik dari kebun tetap mengalami respiresai dan penguapan. Maka apabila didiamkan buah akan tetap mengalami proses pematangan lewat proses pematangan akan mengalami pembusukan (Bambang, 2005)

C. Farmakologi Apel Manalagi

Apel Manalagi merupakan suatu jenis apel lokal Malang yang memiliki tekstur lebih keras dengan kandungan pektin yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis apel lainnya, yaitu sebesar 1,28% (Putri dkk. 2017). Selain itu, buah apel Manalagi memiliki kandungan vitamin C dan kuersetin yang dapat berperan sebagai antioksidan (Zaddana dkk. 2020). Kandungan apel Manalagi lainnya adalah flavonoid, fruktosa dan serat buah sebanyak 2,1 gram dalam 100 gram berat buah. Saat kulit apel dikupas, serat buah masih tetap tinggi yaitu sebesar 1,9 gram. Buah apel Manalagikaya akan kandungan gizi, tetapi yang paling dominan yang terkandung dalam buah apel Manalagiyaitu vitamin. Ada banyak vitamin yang terkandung dalam buah apel Manalagidiantaranya adalah vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, vitamin B9 dan vitamin C (Dalmartha dkk. 2013). Kandungan gizi dalam apel Manalagididuga dapat mengurangi kadar kolesterol dalam darah yaitu pektin, flavonoid, niasin dan vitamin

Menurut (Sa'adah dan Estiasih, 2015). Berikut ini gambaran dan kandungan gizi dari buah apel Manalagi per 100 gram buah:

Total gula 8,29 g

Kadar asam 0,32 g

Glukosa 3,72 g
Fruktosa 4,5 g
sukrosa 4,54 g
Gula/asam 42,56 g
pH 4,62
Vitamin C 6,60 mg
Gula pereduksi 6,96 g
Aktivitas antioksidan 6,53 g

Total padatan terlarut 17,10^o Brix Sumber : (Sa'adah dan Estiasih, 2015)

Buah apel Manalagi juga mengandung Tanin yang berfungsi membersihkan dan menyegarkan mulut, Baron yang berfungsi mempertahankan jumlah hormon estrogen dalam tubuh wanita, senyawa flavonoid yang dapat berfungsi sebagai penurun resiko kanker, Asam tartart yang dapat menjaga saluran pencernaan dan membunuh bakteri jahat pada pencernaan, Asam D-glucaric yang dapat menurunkan kadar kolesterol (Agroteknologi, 2017). Kandungan Flavonoid yang terkandung pada buah apel Manalagi seperti proasianidin, katekin, epikatekin dan kuersetin, mampu menghambat oksidasi LDL kolesterol serta memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Damayanti, 2016)

Asam malat adalah asam organik alami yang terdapat dalam konsentrasi tinggi pada apel manalagi. Senyawa ini berperan dalam meningkatkan produksi air liur, yang membantu menjaga pH mulut tetap seimbang dan menghambat pertumbuhan bakteri penyebab plak gigi, seperti *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus acidophilus* (Watanabe et al., 2014). Selain menjaga kesehatan mulut, asam malat juga berfungsi sebagai agen detoksifikasi alami dan membantu penyerapan mineral dalam tubuh (Basu et al., 2016). Polifenol, termasuk flavonoid, merupakan antioksidan kuat yang dapat menetralkan radikal bebas dan mengurangi peradangan dalam tubuh (Khan et al., 2015). Sebagai antioksidan, polifenol membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif, mendukung kesehatan jantung, dan mengurangi risiko penyakit kronis. Polifenol juga memiliki sifat antibakteri yang bisa menghambat pertumbuhan bakteri di mulut, sehingga mendukung kesehatan gigi (Wang et al., 2018). Flavonoid dalam apel Manalagi, seperti quercetin, memiliki sifat antiinflamasi, antikanker, dan imunomodulator. Flavonoid dapat menghambat enzim yang memicu peradangan dan membantu meningkatkan respons imun tubuh (Li et al., 2017). Flavonoid membantu menjaga kesehatan jantung, mengurangi risiko diabetes, dan berpotensi menghambat perkembangan sel kanker dan sifat antiinflamasinya juga baik untuk kesehatan kulit dan organ lainnya (Cao et al., 2019). Serat pangan dalam apel, terutama pektin, bertindak sebagai prebiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di usus

(Liu et al., 2020). Pektin membantu memperlambat penyerapan gula di usus, yang dapat mengontrol kadar gula darah. Selain mendukung kesehatan usus, serat dalam apel membantu menjaga kadar kolesterol, mencegah sembelit, dan menjaga berat badan dengan memberikan rasa kenyang lebih lama (Micha et al., 2017).

Vitamin C adalah antioksidan kuat yang berperan penting dalam meningkatkan daya tahan tubuh dan melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif (Bhattacharya et al., 2018). Vitamin C yang ada dalam apel berfungsi penting bagi kesehatan gusi membantu pembentukan kolagen yang memperkuat jaringan gusi dan menjaga agar gusi tetap sehat. Kandungan fitokimia dalam apel manalagi, termasuk asam fenolat dan beberapa senyawa volatil, memiliki efek antimikroba dan antijamur (Chen et al., 2021). Senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen yang berbahaya bagi tubuh. Efek antimikroba ini dapat membantu melawan infeksi ringan pada tubuh serta menjaga kesehatan mulut dengan menghambat bakteri penyebab plak gigi. Keunggulan lain buah apel Manalagi yaitu memiliki kandungan pektin didalam buahnya. Pektin banyak terkandung sebesar 15-20% pada bagian ampas (daging yang sudah diambil sarinya) dan 4-7% pada bagian kulit buah (Suhardi dalam Subagyo, 2010). Penelitian yang telah dilakukan oleh Cempaka (2014) menunjukkan kandungan buah apel banyak mengandung Quercetin yang merupakan salah satu senyawa flavonoid yang berfungsi untuk melindungi tubuh

Secara keseluruhan, apel Manalagi memiliki beragam efek farmakologis yang dapat memberikan manfaat kesehatan penting, terutama melalui kandungan antioksidan, antiinflamasi, dan antibakterinya. Kandungan asam malat pada apel dapat merangsang produksi air liur, yang penting untuk menjaga kelembapan rongga mulut dan membantu menyeimbangkan pH mulut. Produksi air liur yang cukup juga dapat membantu mencegah bau mulut, serta melawan bakteri penyebab kerusakan gigi, flavonoid dan polifenol antioksidan ini dapat membantu mengurangi peradangan di jaringan gusi, mencegah pembentukan plak berlebih, serta melindungi gusi dari radikal bebas yang dapat memperburuk kesehatan gusi. Meskipun ringan, apel memiliki sifat antibakteri yang membantu mengurangi pertumbuhan bakteri di rongga mulut, khususnya bakteri *Streptococcus mutans* yang berkontribusi dalam pembentukan plak dan kerusakan gigi. Manalagi menjadikannya buah yang bermanfaat dalam menjaga kesehatan mulut, mendukung fungsi pencernaan, melindungi jantung, serta meningkatkan daya tahan tubuh (Chen et al., 2021).

D. Komponen Anti Bakteri Apel Manalagi

Komponen antibakteri seringkali adalah senyawa bioaktif, yaitu zat yang memiliki efek fisiologis atau biokimia dalam tubuh. Contoh senyawa bioaktif termasuk polifenol, flavonoid, alkaloid, dan senyawa sulfur. Komponen ini berfungsi untuk menghambat pertumbuhan dan reproduksi bakteri patogen, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit. Mereka dapat mengganggu proses metabolisme sel bakteri atau merusak struktur sel bakteri (Kumar & Sharma, 2016). Banyak komponen antibakteri berasal dari sumber alami, termasuk buah-buahan, sayuran, rempah-rempah, dan tanaman obat misalnya, bawang putih mengandung allicin, dan jahe mengandung gingerol, yang memiliki sifat antibakteri (Gurung et al., 2020).

Komponen antibakteri dapat merusak membran sel bakteri, menyebabkan kebocoran isi sel dan kematian bakteri (Zhou et al., 2019). Senyawa antibakteri dapat juga menghambat proses sintesis protein dalam sel bakteri, yang penting untuk pertumbuhan dan reproduksi mereka (Lee et al., 2018). Beberapa senyawa antibakteri mengganggu jalur metabolisme penting dalam bakteri, mengakibatkan gangguan fungsi sel (Yuan et al., 2017). Komponen antibakteri juga berfungsi sebagai antioksidan, menetralkan radikal bebas yang dapat merusak sel-sel tubuh, termasuk sel-sel bakteri (Nouri et al., 2020).

Komponen antibakteri yang terdapat dalam makanan yaitu senyawa polifenol ditemukan dalam buah-buahan seperti apel, anggur, dan teh hijau, mereka memiliki aktivitas antibakteri yang kuat (Liu et al., 2019). Asam organik asam sitrat terdapat dalam lemon sedangkan asam malat terdapat dalam apel, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Saxena et al., 2021). Selain fungsi antibakteri, asam malat juga memiliki manfaat kesehatan lainnya, seperti mendukung metabolisme energi, berperan dalam siklus asam sitrat (siklus Krebs) yang penting untuk produksi energi dalam tubuh (Jung et al., 2017). Senyawa allicin yang terdapat dalam bawang putih, memiliki sifat antibakteri dan antifungi (Sharma et al., 2017). Gingerol ditemukan dalam jahe, berfungsi sebagai antibakteri dan antiinflamasi (Gupta et al., 2020). Meskipun bukan antibakteri langsung, vitamin C meningkatkan fungsi sistem imun, membantu melawan infeksi (Berkel et al., 2018).

Apel memiliki sejumlah komponen aktif yang diketahui memiliki sifat antibakteri, termasuk flavonoid, asam organik, dan polifenol, yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan aktivitas antibakteri dari ekstrak apel, baik dari buah, kulit, maupun produk olahannya seperti cuka apel (Aryasa, et al 2022). Flavonoid yang terkandung dalam apel, seperti quercetin, telah terbukti memiliki sifat antibakteri

terhadap berbagai jenis bakteri patogen. Quercetin dan katekin dapat menghambat pembentukan biofilm pada bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Jannata et al, 2014)

Asam Askorbat (Vitamin C) - Dikenal memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa patogen bakteri, asam askorbat dalam apel dapat merusak dinding sel bakteri, mengurangi pertumbuhan mikroorganisme Asam Organik - Cuka apel yang mengandung asam asetat dapat menghambat pertumbuhan bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* melalui pengasaman pH yang mempengaruhi metabolisme bakteri Penelitian lain juga menunjukkan hasil uji antibakteri dari ekstrak kulit apel, seperti pada penelitian ekstrak kulit apel Manalagi yang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* dengan diameter zona hambat yang signifikan, terutama pada konsentrasi 100% (Aryasa,et al., 2022).

Kulit apel mengandung pektin atau dikenal sebagai asam poligalakturonat, pektin bermanfaat bagi industri farmasi dan pengobatan. Pada industri farmasi sebagai pengganti plasma darah, zat pengemulsi dan pensuspensi, sedangkan dibidang pengobatan antara lain untuk perbaikan otot pencernaan, menurunkan kolesterol dan trigleserida (penyebab penyakit jantung), menghentikan peredaran darah internal (diminum) maupun eksternal (dikompres), juga menyerap kelebihan air dalam usus serta mengikat dan menghilangkan racun dalam usus pada penyakit diare (Purwo Subagyo, 2010). Flavonoid mencakup banyak pigmen yang terdapat dalam fungus hingga angiospermae umumnya terdapat pada tumbuhan dalam bentuk terikat pada gula sebagai glikosida sehingga untuk menganalisis flavonoid, lebih baik ekstrak tumbuhan dihidrolisis terlebih dahulu untuk memecah ikatan gula dengan aglikon (Harborne, 1987). Senyawa ini adalah senyawa pereduksi yang dapat menghambat reaksi oksidasi sehingga dapat dijadikan sebagai antioksidan (Robinson, 1995). Senyawa ini berperan sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas karena mengandung gugus hidroksil (Silalahi, 2006). Komponen-komponen antibakteri dalam kulit apel Manalagi yang bermanfaat untuk kesehatan gigi diantaranya Polifenol, Flavonoid Tanin, Saponin, Asam Fenolat dan Asam Malat.

Senyawa Polifenol Apel Manalagi

Senyawa polifenol adalah kelompok senyawa kimia alami yang ditemukan dalam berbagai tumbuhan, termasuk buah, sayuran, teh, kopi, dan rempah-rempah. Polifenol memiliki struktur kimia yang mengandung beberapa gugus fenol, yang memberikan kemampuan antioksidan yang kuat. Senyawa ini dikenal karena berbagai manfaat kesehatannya, termasuk melawan radikal bebas, mengurangi peradangan, dan memiliki sifat antibakteri (Hertog et al., 1993). Polifenol terbesar, ditemukan dalam buah-buahan, teh, dan cokela, contohnya quercetin, kaempferol, catechin, dan epicatechin, yang berfungsi sebagai antioksidan, antiradang, dan antikanker (Middleton et al., 2000; Goh et al., 2020). Fenolik asam jenis polifenol yang ditemukan dalam kopi, buah-buahan, dan gandum, seperti asam caffeic, asam ferulat, dan asam galat, yang berfungsi menghambat pertumbuhan mikroba, menjaga kesehatan pencernaan (Gao et al., 2005; Cacace et al., 2003). Jenis polifenol stilbenes ditemukan dalam anggur merah dan kacang tanah, contohnya resveratrol, yang bersifat antioksidan, antiinflamasi, dan mendukung kesehatan jantung (Baur & Sinclair, 2006). Polifenol jenis Lignans banyak ditemukan dalam biji-bijian, terutama biji rami, dapat mendukung kesehatan hormonal dan memiliki sifat antikanker (Sparrow et al., 2015; Tham et al., 2014).

Polifenol sebagai anti oksidan melawan radikal bebas dalam tubuh yang bisa merusak sel, sehingga mencegah penuaan dini dan risiko penyakit kronis (Vinson et al., 2001; Saura-Calixto, 2011). Sebagai antiinflamasi dapat mengurangi peradangan dalam tubuh yang dapat menyebabkan penyakit kronis seperti diabetes dan penyakit jantung (Vissers et al., 2004; Calder, 2006). Sifat antibakteri dan antiviral beberapa polifenol dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan virus, termasuk bakteri yang menyebabkan masalah mulut (Manach et al., 2004). Polifenol juga mendukung kesehatan jantung dengan membantu menurunkan tekanan darah, meningkatkan elastisitas pembuluh darah, dan mengurangi risiko aterosklerosis (Davies et al., 2010). Dalam menjaga kesehatan pencernaan: Polifenol dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri baik di usus, mendukung kesehatan mikrobiota usus (Li et al., 2014). Polifenol bisa ditemukan dalam berbagai makanan seperti buah_buahan apel, anggur, stroberi, dan buah beri (Wang et al., 2008), dan juga terdapat dalam sayuran brokoli, bawang merah, dan bayam (Guo et al., 2018). ditemukan juga dalam minuman teh hijau, teh hitam, kopi, dan anggur merah (Skerget et al., 2005), dalam rempah-rempah ditemukan dalam kayu manis, cengkeh, dan kunyit (Kong et al., 2018). Beberapa jenis senyawa polifenol utama yang terdapat dalam apel Manalagi adalah termasuk quercetin, kaempferol, epicatechin, dan rutin. Flavonoid berperan sebagai antioksidan kuat,

melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas, membantu mengurangi peradangan dalam tubuh, dan memiliki sifat antibakteri yang dapat mendukung kesehatan gigi dan pencernaan (Mohan & Banerjee, 2013). Asam fenolat yang ditemukan dalam apel termasuk asam chlorogenic dan asam caffeic. asam fenolat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Zhao et al., 2017). Procyanidin adalah jenis polifenol yang terdapat di kulit apel. Senyawa ini memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi dan. Flavonoid yang ada dalam jumlah signifikan di apel Manalagi. Katekin dan epikatekin tidak hanya bekerja sebagai antioksidan serta memiliki sifat antiinflamasi yang membantu mengurangi risiko pembentukan plak gigi (Hassan et al., 2020). Phloridzin adalah polifenol unik yang terutama ditemukan dalam apel.

Polifenol mencegah pembentukan plak dan karies gigi, polifenol dalam apel Manalagi, seperti flavonoid dan asam fenolat, memiliki aktivitas antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab plak gigi seperti *Streptococcus mutans*. Pembentukan plak yang berlebihan adalah faktor utama penyebab karies gigi. Dengan menghambat pertumbuhan bakteri ini, polifenol membantu mencegah terjadinya pembentukan plak dan karies. Penelitian Fiona Anjani (2018) ekstrak apel Manalagiyang mengandung polifenol dapat mengurangi pembentukan plak pada gigi. Polifenol dalam apel terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*, bakteri utama penyebab pembentukan plak pada gigi.

Menjaga kesehatan gusi polifenol dalam apel juga memiliki efek anti-inflamasi yang dapat mengurangi peradangan pada gusi. Gusi yang meradang dapat menyebabkan penyakit periodontal jika tidak segera ditangani. Sifat anti-inflamasi ini membantu mengurangi risiko peradangan gusi dan meningkatkan kesehatan jaringan gusi. Penelitian Karyadi (2029) polifenol dalam apel Manalagi dapat mengurangi risiko karies gigi pada anak-anak. Polifenol bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab karies dan mengurangi pembentukan plak pada gigi. Polifenol memiliki sifat antioksidan yang membantu melawan radikal bebas yang dapat merusak enamel gigi. Enamel yang rusak dapat menyebabkan gigi menjadi sensitif dan rentan terhadap kerusakan. Polifenol membantu melindungi enamel dari kerusakan oksidatif akibat paparan makanan dan minuman yang mengandung zat asam atau berbahaya. Haryanto Prabowo (2019) penelitian ini menunjukkan bahwa polifenol dalam apel Manalagi dapat membantu melawan radikal bebas yang merusak enamel gigi, terutama pada pengguna rokok. Polifenol bertindak sebagai antioksidan yang melindungi enamel gigi dari kerusakan yang disebabkan oleh paparan zat berbahaya dari rokok.

Mengurangi reisiko erosi gigi polifenol membantu menetralkan asam dalam mulut, yang dapat menyebabkan erosi pada enamel gigi. Mengatur keseimbangan pH mulut sangat penting untuk melindungi gigi dari kerusakan yang disebabkan oleh asam dari makanan atau minuman asam. Polifenol dalam apel berperan dalam menjaga keseimbangan pH mulut yang sehat penelitian Aditya Prabowo (2022) Menunjukkan bahwa polifenol dalam apel Manalagi dapat membantu menetralkan asam di mulut dan menjaga keseimbangan pH mulut. Ini berfungsi untuk mencegah erosi gigi yang disebabkan oleh penurunan pH mulut yang dapat merusak enamel gigi.

E. Senyawa Flavonoid Apel Manalagi

Flavonoid merupakan sekelompok antioksidan berupa polifenol yang terdiri dari antosianin, katekin, flavanon, flavon dan flavanl. Fungsi dari katekin adalah sebagai antibakteri, antioksidan dan antivirus. Katekin dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* melalui dua cara yaitu sebagai bakterisida dan menghambat proses glikosilasi bakteri. Arnetty & Fitri (2024) Flavonoid adalah kelompok senyawa alami yang termasuk dalam kelas polifenol dan ditemukan dalam berbagai jenis tumbuhan, termasuk buah-buahan, sayuran, teh, kopi, dan biji-bijian. Flavonoid terkenal karena memiliki manfaat kesehatan yang penting, terutama berkat sifat antioksidan dan antiinflamasinya, yang membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dan mengurangi peradangan (Bors et al., 2001; Lila, 2004). Flavonol jenis flavonoid ditemukan pada apel, bawang merah, kangkung, brokoli, dan berfungsi sebagai antioksidan kuat yang membantu mencegah peradangan dan kerusakan sel (Bukhari et al., 2012). Flavon jenis flavonoid ditemukan pada seledri, peterseli, membantu melawan peradangan dan memperkuat sistem imun (Li et al., 2011). Flavanol jenis yang ditemukan pada teh hijau, anggur, cokelat, dapat mendukung kesehatan jantung dan sirkulasi darah (Serafini et al., 2003). Isoflavon ditemukan pada kacang kedelai dan produk berbasis kedelai, dapat membantu menjaga keseimbangan hormonal, terutama pada wanita (Setchell et al., 2001). Flavanon ditemukan pada jeruk, lemon, dan buah jeruk lainnya, membantu mendukung kesehatan pembuluh darah dan menurunkan risiko penyakit jantung (Vitaglione et al., 2005). Anthocyanin salah satu jenis flavonoid yang ditemukan pada buah beri, anggur merah, dan terong, berfungsi sebagai antioksidan yang kuat, melindungi kesehatan jantung, dan memberikan warna pada buah-buahan (Dai & Mumper, 2010).

Manfaat flavonoid untuk kesehatan sebagai antioksidan melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas yang dapat menyebabkan penuaan dini dan berbagai penyakit (Vinson et al., 2001). Membantu mengurangi peradangan dalam

tubuh, mengurangi risiko penyakit kronis seperti penyakit jantung dan diabetes (Ho et al., 2013). Flavonoid dapat membantu menurunkan tekanan darah, meningkatkan elastisitas pembuluh darah, dan mengurangi kolesterol jahat (Basu et al., 2013). Beberapa flavonoid menunjukkan aktivitas antikanker dengan menghambat pertumbuhan sel kanker dan mencegah penyebaran kanker (Soleas et al., 2001). Flavonoid mendukung fungsi otak dan menurunkan risiko penyakit neurodegeneratif, seperti Alzheimer (Lam et al., 2013). Flavonoid mendukung kesehatan mikrobiota usus dan mengurangi pertumbuhan bakteri patogen (Tsao & Yang, 2003). Sumber flavonoid dalam buah-buahan terdapat pada apel, anggur, beri, jeruk, lemon (Borek et al., 2003), pada sayuran bawang merah, brokoli, bayam, paprika (Gao et al., 2007), dalam teh terutama teh hijau dan teh hitam (Müller et al., 2012), terdapat dalam cokelat terutama cokelat hitam atau dark chocolate (Cao et al., 2015), juga banyak ditemui dalam rempah-rempah seperti parsley dan thyme (Burton-Freeman, 2010).

Apel Manalagi dan mempunyai peran masing-masing quercetin salah satu flavonoid dalam apel bertindak sebagai antioksidan kuat yang dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. flavonoid membantu melindungi jaringan gusi dan enamel gigi dari kerusakan oksidatif yang bisa menyebabkan peradangan dan kerusakan gigi. Menurut penelitian Dwi Prasetyo (2019) ekstrak apel Manalagi mengandung flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Aktivitas antioksidan ini membantu melindungi sel-sel gigi dan gusi dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, yang dapat mempercepat proses peradangan dan kerusakan gigi.

Flavonoid juga memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat mengurangi peradangan pada gusi dan rongga mulut. Ini sangat bermanfaat untuk mencegah atau mengurangi gejala penyakit gusi, seperti radang gusi atau gingivitis, yang dapat merusak kesehatan mulut secara keseluruhan. Penelitian Edi Karyadi (2020) konsumsi buah apel, terutama apel Manalagi, dapat mengurangi peradangan pada gusi. Flavonoid yang terkandung dalam apel memiliki sifat anti-inflamasi yang efektif dalam menurunkan gejala radang gusi (gingivitis) dan menjaga kesehatan jaringan gusi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa flavonoid dalam apel dapat memiliki sifat antibakteri yang membantu membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya dalam mulut, terutama bakteri yang berkontribusi pada pembentukan plak, karies gigi, dan penyakit gusi. Penelitian Siti Mariyam (2018) Flavonoid dalam apel Manalagi terbukti memiliki sifat antibakteri yang signifikan terhadap bakteri *Streptococcus mutans*, bakteri utama yang menyebabkan pembentukan plak dan karies gigi. Penggunaan ekstrak apel dapat mengurangi pertumbuhan bakteri penyebab penyakit gigi. Flavonoid dapat

membantu memperkuat enamel gigi. Senyawa ini bekerja dengan menghambat aktivitas enzim yang dapat merusak enamel, sehingga memberikan perlindungan tambahan terhadap kerusakan gigi dan meningkatkan ketahanan gigi terhadap asam. Penelitian Aulia Dwi Kurniawati (2021) bahwa konsumsi apel secara teratur dapat meningkatkan kesehatan gigi pada anak-anak. Flavonoid yang terkandung dalam apel membantu mengurangi jumlah plak pada gigi, yang merupakan faktor utama dalam perkembangan karies dan penyakit gusi.

Pengurangan plak ini berkontribusi pada kesehatan gigi yang lebih baik flavonoid dapat mengurangi pembentukan plak pada gigi dan menghambat pertumbuhan bakteri penyebab karies. Dengan demikian, konsumsi apel Manalagi secara teratur dapat membantu mencegah terjadinya gigi berlubang. Penelitian Dina Melani (2020) Flavonoid dalam apel dapat mengurangi risiko terjadinya karies gigi pada anak-anak. Flavonoid berfungsi menghambat pembentukan plak dan pertumbuhan bakteri patogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada enamel gigi. Flavonoid dalam apel berperan dalam menetralkan asam yang dihasilkan bakteri dalam mulut, yang jika dibiarkan dapat merusak enamel gigi. Dengan menjaga pH mulut tetap seimbang, flavonoid membantu mencegah erosi gigi. Penelitian Putri Siti Aisyah (2022) bahwa konsumsi apel Manalagi yang mengandung flavonoid dapat membantu menetralkan asam dalam mulut dan menjaga keseimbangan pH mulut. Keseimbangan pH yang baik membantu mencegah erosi gigi yang disebabkan oleh asam, yang dapat merusak enamel gigi.

F. Senyawa Pektin Apel Manalagi

Pektin adalah polisakarida yang terdapat dalam dinding sel tanaman, terutama dalam buah-buahan. Pektin berfungsi sebagai pengikat yang memberikan struktur pada buah dan membantu dalam proses pematangan Willats, W. G. T., McCartney, L., & Mackie, W. (2001). Apel Manalagi mengandung pektin dalam jumlah yang signifikan. Kandungan pektin dalam apel dapat bervariasi tergantung pada varietas dan tingkat kematangan. Pektin di dalam apel memiliki kemampuan untuk membentuk gel, yang menjadikannya bermanfaat dalam industri makanan. Sinha, A. K., & Raghunandan, T. (2012). Pectin: A versatile polysaccharide. International Journal of Food Science & Technology, 47(3), 445-458. Pektin memiliki berbagai manfaat kesehatan, antara lain membantu mengatur kadar kolesterol, meningkatkan kesehatan pencernaan, dan berfungsi sebagai prebiotik. Pektin dapat membantu mengikat kolesterol dalam usus, sehingga mengurangi penyerapan kolesterol ke dalam darah. Slavin, J. L. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. Nutrients, 5(4), 1417-1435. Pektin berfungsi sebagai prebiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik dalam

usus, seperti bifidobacteria dan lactobacilli. Konsumsi pektin dapat meningkatkan kesehatan mikrobiota usus dan mendukung pencernaan yang sehat Mikkelsen, M. S., & Dalsgaard, T. K. (2016).

Pektin dari Apel Manalagi sering digunakan dalam industri makanan sebagai bahan pengental dan pembentuk gel, terutama dalam pembuatan selai dan jeli. Pektin juga digunakan untuk meningkatkan tekstur produk makanan dan sebagai agen stabilizer. Mendez, J. A., et al. (2019). Pectin: A functional ingredient in food products. *Food Hydrocolloids*, 89, 1-10. Pektin dalam Apel Manalagi merupakan senyawa yang memiliki banyak manfaat kesehatan dan aplikasi dalam industri makanan. Dengan kandungan pektin yang tinggi, apel ini dapat berkontribusi pada diet sehat dan meningkatkan kualitas produk makanan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020).

Pektin dapat membantu mengurangi risiko karies gigi dengan meningkatkan produksi saliva. Saliva yang cukup dapat menetralkan asam di mulut dan membantu membersihkan sisa-sisa makanan, sehingga mengurangi pembentukan plak gigi. O'Neill, C. A., & McAuliffe, F. M. (2013). Pektin memiliki sifat prebiotik yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri baik di rongga mulut. Dengan meningkatkan jumlah bakteri probiotik, pektin dapat membantu menyeimbangkan mikroflora oral dan mengurangi jumlah bakteri patogen yang berkontribusi pada penyakit gusi. Caglar, E., et al. (2005). Pektin memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan di jaringan gusi. Dengan mengurangi peradangan, pektin dapat membantu mencegah penyakit gusi, yang merupakan masalah umum dalam kesehatan rongga mulut. Tzeng, T. F., et al. (2014). Pektin dapat berkontribusi pada kesehatan gusi dengan membantu memperkuat jaringan ikat di sekitar gigi. Pektin yang mengandung serat dapat membantu memperbaiki dan mempertahankan kesehatan gusi, yang penting untuk pencegahan penyakit periodontal. Koss, D. J., et al. (2017). D. Pektin dapat membantu mencegah pembentukan plak di permukaan gigi. Dengan meningkatkan kebersihan mulut dan mengurangi akumulasi bakteri, pektin berkontribusi pada kesehatan rongga mulut secara keseluruhan. Marsh, P. D. (2010). Senyawa pektin dalam Apel Manalagi memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan rongga mulut, termasuk pengurangan risiko karies, mendukung keseimbangan mikroflora, dan meningkatkan kesehatan gusi. Dengan demikian, mengonsumsi apel ini dapat menjadi bagian penting dalam menjaga kesehatan mulut (Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020).

G. Senyawa Tanin Apel Manalagi

Tanin adalah kelompok senyawa organik yang termasuk dalam kelas polifenol. Tanin biasanya ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan, seperti kulit kayu, daun, buah, dan biji. Senyawa ini dikenal memiliki rasa pahit dan sifat astringen, yaitu kemampuannya untuk mengendapkan protein. Tanin Hidrolisis mudah dipecah oleh asam atau enzim menjadi asam fenolat (seperti asam galat) dan gula. Terdapat pada kulit pohon ek dan daun teh. Tanin terkondensasi: polimer flavonoid yang lebih stabil, tidak mudah dipecah. ditemukan dalam anggur merah, apel, dan kakao. (Khanbabae, K., & Van Ree, T. 2001) Sumber alami pada kulit kayu oak, mimba. buah dan kulitnya anggur merah, apel, pir, pada minuman teh hitam, teh hijau, anggur merah.

Manfaat tanin sebagai antibakteri tanin dapat merusak dinding sel bakteri dan mengganggu metabolisme enzimatik dari hasil studi tanin dalam teh hijau efektif melawan *Streptococcus mutans*, bakteri penyebab karies gigi. (Daglia, M., 2012). Tanin dapat mencegah pembentukan biofilm pada gigi dan sebagai antioksidan mampu menetralkan radikal bebas yang merusak sel, penelitian oleh (Khanbabae dan Van Ree 2001) menunjukkan bahwa tanin adalah antioksidan alami yang sangat efektif dan sebagai astringen memberikan sensasi "kering" dengan mengikat protein mukosa, melindungi jaringan tubuh.

Dalam perawatan luka untuk mengurangi perdarahan, sebagai antiinflamasi: mengurangi peradangan melalui penghambatan enzim yang memicu reaksi inflamasi. Tanin dalam kulit pohon mimba terbukti efektif mengurangi peradangan. (Chung et al., 1998). Tanin dapat menghambat pertumbuhan bakteri mulut seperti *Porphyromonas gingivalis* dan *Fusobacterium nucleatum*, yang menyebabkan penyakit periodontal. Tanin digunakan dalam obat tradisional untuk diare, infeksi mulut, dan pendarahan ringan. Industri pembuatan tinta (tinta besi-galus), penyamakan kulit, dan sebagai pengawet kayu. Tanin juga memberikan rasa khas pada anggur merah dan teh. Diantara itu kelebihan tanin mudah didapatkan dari tumbuhan alami. Multifungsi dalam kesehatan, pangan, dan industri.

Tanin dalam apel Manalagi (*Malus sylvestris mill.*) adalah salah satu senyawa polifenol yang terkonsentrasi terutama di bagian kulitnya. Tanin dalam apel ini berperan sebagai senyawa bioaktif dengan sifat antibakteri, antioksidan, dan astringen. Sifat tanin dalam apel Manalagi sebagai kandungan utama termasuk tanin terkondensasi, yang stabil dan memiliki potensi lebih tinggi sebagai agen antibakteri dibandingkan tanin hidrolisis. Mekanisme aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengendapkan protein dan menghalangi aktivitas

enzim, membantu mengurangi pembentukan biofilm oleh bakteri seperti *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis* (Febriyanti, F., et al. 2018).

Manfaat tanin dalam apel Manalagi sebagai antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang menyebabkan karies gigi dan infeksi gusi. Penelitian oleh Febriyanti et al. (2018) menunjukkan bahwa ekstrak kulit apel Manalagi yang kaya tanin efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans*. Sebagai antioksidan dapat melindungi jaringan gigi dan gusi dari kerusakan akibat stres oksidatif yang dipicu oleh bakteri. Hasil uji fitokimia pada apel Manalagi menunjukkan kandungan tanin berkontribusi pada efek antioksidan tinggi. (Setiawan & Dewi, 2019. Jurnal. Sebagai astringen memberikan sensasi "kering" yang mengurangi pertumbuhan mikroba di rongga mulut karena ahwa tanin dari apel Manalagi membantu melawan biofilm bakteri penyebab penyakit periodontal. Tanin mencegah pembentukan plak dan karies mengurangi infeksi gusi akibat bakteri, berpotensi digunakan dalam obat kumur herbal atau pasta gigi alami. Tanin pada apel Manalagi adalah senyawa penting yang mendukung kesehatan gigi dan mulut, selain manfaat antioksidan yang luas. (Febriyanti, F., et al. 2018).

H. Senyawa Saponin Apel Manalagi

Saponin adalah senyawa kimia alami yang termasuk dalam kelompok glikosida. Saponin banyak ditemukan di berbagai tanaman, termasuk kulit dan biji buah, serta memiliki sifat khas berbusa jika dicampur dengan air. Senyawa ini memiliki beragam manfaat biologis, termasuk sebagai antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan antikanker. Struktur kimia saponin bagian aglikon (Sapogenin) yaitu komponen non-gula yang terdiri dari steroid atau triterpen, bagian gula (Glikosida) terikat pada sapogenin melalui ikatan glikosidik. Kombinasi struktur ini memberikan sifat surfaktan pada saponin, yaitu kemampuan untuk mengurangi tegangan permukaan dan membentuk busa. Sifat dan mekanisme kerja mekanisme antibakteri saponin dapat merusak membran sel bakteri dengan meningkatkan permeabilitasnya, menyebabkan lisis atau kematian sel, sebagai antijamur dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan merusak integritas membran sel mereka, kemampuan antioksidan dapat mengurangi kerusakan sel akibat radikal bebas. Dapat membantu mengemulsi lemak, yang bermanfaat dalam industri makanan dan kosmetik. (Pradayani, M.P., et al 2021).

Saponin menghambat pertumbuhan bakteri penyebab karies seperti *Streptococcus mutans*. penelitian menunjukkan bahwa saponin dari tanaman herbal dapat digunakan dalam formulasi obat kumur alami. (Kumar et al., 2021). Membantu mengurangi kadar kolesterol dengan mengikat asam empedu. Saponin

dalam makanan menunjukkan penurunan kadar LDL dalam darah. (Francis et al., 2002) Saponin mengurangi peradangan dan meningkatkan respons imun. Studi: Penggunaan saponin dalam formulasi vaksin telah diteliti secara ekstensif. (Sun et al., 2009) Saponin dalam industri farmasi digunakan dalam pembuatan vaksin karena sifat imunostimulan. Pada industri kosmetik sebagai agen pembersih dan pembentuk busa dalam sabun dan sampo, pada industri pangan sebagai emulsifier dalam produk makanan. Saponin adalah senyawa serbaguna dengan banyak manfaat biologis dan aplikasi luas di berbagai bidang, termasuk kesehatan dan industri. (Pradayani, M.P. et al 2021)

Apel Manalagi (*Malus sylvestris* mill.) mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk saponin, yang terkonsentrasi terutama pada bagian kulitnya. Saponin dikenal memiliki sifat antibakteri, antioksidan, dan antijamur, yang berkontribusi pada berbagai manfaat kesehatan. Kandungan Saponin dalam Apel Manalagi Kulit Apel: Penelitian menunjukkan bahwa kulit apel Manalagi mengandung saponin bersama dengan senyawa lain seperti flavonoid, tanin, dan polifenol. Manfaat saponin dalam apel Manalagi dapat menghambat pertumbuhan bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, yang merupakan patogen umum penyebab infeksi. (Pradayani, M.P., et al 2021). Aktivitas antijamur: saponin memiliki kemampuan untuk mengganggu membran sel jamur, sehingga dapat digunakan sebagai agen antijamur alami. Saponin berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif, yang dapat membantu dalam pencegahan berbagai penyakit degeneratif. Dengan sifat antibakterinya, saponin dari kulit apel Manalagi berpotensi digunakan dalam formulasi produk perawatan mulut untuk mencegah pertumbuhan bakteri penyebab karies dan penyakit periodontal. Saponin dapat dimanfaatkan dalam pengembangan obat herbal untuk mengatasi infeksi bakteri dan jamur (Francis, G., et al. 2002). Saponin dalam apel Manalagi menawarkan berbagai manfaat kesehatan yang dapat dieksplorasi lebih lanjut untuk aplikasi dalam bidang medis dan kesehatan. (Pradayani, M.P. et al 2021)

I. Senyawa Asam Fenolat Apel Manalagi

Asam fenolat adalah kelompok senyawa organik yang termasuk dalam keluarga polifenol. Senyawa ini mengandung struktur kimia dasar berupa cincin aromatik (cincin fenol) dengan satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) dan gugus asam karboksilat (-COOH). Asam fenolat ditemukan secara alami di banyak tumbuhan dan memiliki sifat antioksidan serta bioaktif yang penting untuk kesehatan manusia (Pereira, J.A., et al. (2009). Cincin fenol dengan gugus asam karboksilat contohnya asam galat, asam ferulat, asam kafeat, dan asam klorogenat.

Sumber alami pada buah-buahan apel, anggur, beri pada sayuran brokoli, wortel, ada minuman terdapat pada teh hijau, kopi.

Bagian kulit apel kaya akan asam fenolat, larut dalam air karena sifat polar dari gugus hidroksil dan karboksilat. Fungsi dan manfaat asam fenolat sebagai antioksidan dapat mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Asam fenolat telah terbukti mengurangi risiko penyakit kronis seperti kanker dan penyakit kardiovaskular. (Dai & Mumper, 2010). Sebagai antibakteri dan antijamur dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, termasuk *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi dan *Escherichia coli* (Pereira et al. (2009). Sebagai antiinflamasi dapat mengurangi peradangan dengan menghambat enzim pro-inflamasi seperti COX-2. Asam kafeat dan asam ferulat menunjukkan efek anti-inflamasi dalam penelitian pada tikus. (Kawabata et al., 2011). Melindungi kulit dari kerusakan UV. Mencegah pembentukan biofilm bakteri di permukaan gigi. Asam klorogenat yang terdapat dalam apel efektif dalam melawan bakteri mulut. (Park et al., 2013). Asam fenolat ditemukan dalam kopi, anggur, dan apel. berfungsi sebagai antioksidan kuat Asam ferulat: terdapat pada dedak padi, gandum, dan jagung. Melindungi sel dari kerusakan oksidatif Asam galat ditemukan dalam anggur, teh hijau, dan buah beri. Berperan sebagai agen antibakteri dan antikanker. Asam klorogenat terkonsentrasi di kopi hijau dan apel. Berfungsi sebagai antioksidan dan pelindung jaringan tubuh. Pada industri farmasi digunakan dalam formulasi suplemen antioksidan, industri makanan sebagai pengawet alami karena aktivitas antimikrobanya. Sangat potensial digunakan dalam formulasi obat kumur untuk mencegah pembentukan plak. Asam fenolat adalah senyawa penting dengan manfaat besar dalam kesehatan dan berbagai aplikasi medis, terutama karena sifat antioksidan dan antibakterinya

Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill.*) mengandung berbagai senyawa asam fenolat yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan dan kesehatan secara keseluruhan. Beberapa asam fenolat utama yang terdapat dalam apel Manalagi diantaranya sam klorogenat merupakan komponen fenol utama dalam apel, termasuk varietas manalagi, berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Asam kafeat ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil, asam kafeat memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi yang dapat mendukung kesehatan tubuh. Katekol dan katekin senyawa ini termasuk dalam kelompok flavonoid dan berfungsi sebagai antioksidan yang kuat, membantu dalam mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Asam galat meskipun tidak disebutkan secara spesifik dalam sumber yang tersedia, asam galat umumnya ditemukan dalam berbagai buah, termasuk apel, dan dikenal memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba.

Kandungan asam fenolat ini berkontribusi pada manfaat kesehatan apel manalagi, seperti aktivitas antibakteri, antijamur, dan antioksidan, yang dapat mendukung kesehatan gigi dan mulut serta kesehatan secara umum. Asam fenoat, termasuk dalam kelompok senyawa fenolik, adalah salah satu komponen bioaktif yang ditemukan dalam berbagai buah, termasuk apel. Dalam apel, senyawa ini berkontribusi terhadap kesehatan rongga mulut melalui beberapa mekanisme. Senyawa fenolik, termasuk asam fenoat, memiliki sifat antimikroba yang dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya di rongga mulut, yang dapat menyebabkan gigi berlubang dan penyakit gusi (F. A. S. Valdés, et al. 2020). Asam fenoat juga memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat membantu meredakan peradangan di jaringan gusi, yang merupakan faktor risiko utama untuk penyakit periodontal. Senyawa ini bertindak sebagai antioksidan, yang dapat membantu melindungi sel-sel di rongga mulut dari kerusakan akibat radikal bebas. Dengan mengurangi peradangan dan bakteri, asam fenoat dapat berkontribusi terhadap kesehatan gusi yang lebih baik (J. M. R. De la Rosa, et al. 2019).

J. Senyawa Asam Malat Apel Manalagi

Asam malat dalam apel Manalagi dapat berfungsi sebagai antibakteri dapat menghambat pertumbuhan bakteri dalam rongga mulut. Asam Malat membantu menjaga keseimbangan pH di mulut, menciptakan lingkungan yang kurang bersahabat bagi bakteri yang menyebabkan plak dan gigi berlubang, seperti *Streptococcus mutans* (Watanabe et al., 2014). Ini juga dapat membantu mencegah bau mulut dan infeksi gigi lainnya. Asam malat dapat merangsang produksi air liur, yang memiliki efek antibakteri alami. Air liur membantu membersihkan partikel makanan dan bakteri dari mulut, sehingga mengurangi risiko pertumbuhan bakteri patogen (Basu et al., 2016). Asam malat juga memiliki sifat antimikroba yang dapat merusak membran sel bakteri dan mengganggu proses metabolisme mereka, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri atau bahkan membunuhnya (Saxena et al., 2021). . Dengan menjaga pH tubuh, asam malat mendukung penyerapan nutrisi dan kesehatan pencernaan (Bari et al., 2019).

Asam malat dalam apel Manalagi dapat berfungsi sebagai antibakteri membantu menjaga keseimbangan pH di mulut, menciptakan lingkungan yang kurang bersahabat bagi bakteri yang menyebabkan plak dan gigi berlubang, seperti *Streptococcus mutans* (Watanabe et al., 2014). Ini juga dapat membantu mencegah bau mulut dan infeksi gigi lainnya. Asam malat dapat merangsang produksi air liur, yang memiliki efek antibakteri alami. Air liur membantu membersihkan partikel makanan dan bakteri dari mulut, sehingga mengurangi risiko pertumbuhan bakteri patogen (Basu et al., 2016). Asam malat juga memiliki

sifat antimikroba yang dapat merusak membran sel bakteri dan mengganggu proses metabolisme mereka, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri atau bahkan membunuhnya (Saxena et al., 2021).

Asam malat, dalam buah apel, khususnya pada kulit apel manalagi, memiliki beberapa manfaat antibakteri, terutama dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab plak gigi. Asam malat memiliki sifat asam yang tidak hanya memberikan rasa asam pada apel, tetapi juga dapat membantu mengurangi pembentukan plak gigi, yang sering disebabkan oleh bakteri seperti *Streptococcus mutans*. Bakteri ini berperan dalam pembentukan plak yang dapat menyebabkan karies dan masalah kesehatan gigi lainnya. Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit apel Manalagi mengandung senyawa polifenol dan asam malat, yang dapat menekan pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Penurunan plak gigi dan pengurangan risiko karies dapat terjadi setelah penggunaan ekstrak kulit apel sebagai obat kumur. Penelitian dari Jannata et al. 2014 dan Anggraini et al. 2018 membuktikan efektivitas ekstrak kulit apel Manalagi dalam menghambat pertumbuhan bakteri ini

Asam malat dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang berpotensi menyebabkan infeksi di rongga mulut, sehingga dapat berkontribusi pada kesehatan gigi dan gusi (Huang, Y. et al. 2014). Mengonsumsi apel, yang mengandung asam malat, dapat merangsang produksi air liur. Air liur penting untuk menjaga kebersihan rongga mulut, mengurangi risiko pembentukan plak, dan melindungi gigi dari kerusakan (Meyer, J. J. M., et al. 2013) Asam malat dapat membantu menetralkan pH di dalam mulut, yang penting untuk mencegah kondisi asam yang dapat menyebabkan kerusakan enamel gigi (Hoffmann, M. 2016) Apel juga mengandung berbagai vitamin dan mineral yang mendukung kesehatan gigi dan gusi, seperti vitamin C yang penting untuk kesehatan jaringan gusi (Kumar, S., et al. (2019).

K. Bakteri *Lactobacillus Acidophilus*

Bakteri adalah sebuah mikroorganisme yang bersel tunggal dengan konfigurasi seluler probiotik (tidak mempunyai selubung inti). Bakteri merupakan organisme yang bersel-tunggal yang bereproduksi dengan cara sederhana, yaitu dengan pembelahan biner. Pembelahan biner merupakan proses reproduksi maupun perkembangbiakan dengan cara aseksual atau disebut juga dengan vegetatif (tak kawin) adalah dengan melakukan pembelahan diri secara langsung. Bakteri sebagai makhluk hidup tentu memiliki informasi genetik berupa DNA, tapi tidak terlokalisasi dalam tempat khusus (nukleus) dan tidak ada membrane inti. Bentuk DNA bakteri adalah sirkuler, panjang dan biasa disebut nukleoi. Pada DNA

bakteri tidak mempunyai intron dan hanya tersusun atas akson saja. Bakteri juga memiliki DNA ekstrakromosomal yang tergabung menjadi plasmid yang berbentuk kecil dan sirkuler (Koch, A. L. (2001). Probiotik atau bakteri menguntungkan juga merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan dan memiliki efek menguntungkan pada kesehatan manusia dan hewan. Efek menguntungkan dari probiotik adalah meningkatkan keseimbangan mikroflora usus. Probiotik dapat menghilangkan antigen yang masuk ke dalam tubuh bersamaan dengan makanan. Mekanisme utama probiotik adalah penguraian karbohidrat rantai panjang, protein dan lemak karena mikroorganisme memiliki enzim khusus untuk memecah ikatan tersebut. Spesies yang umum digunakan adalah *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Manfaat bakteri probiotik bagi kesehatan manusia adalah meningkatkan sistem kekebalan tubuh, membantu penyerapan nutrisi, mempersingkat durasi diare dan membantu pencernaan laktosa untuk pasien intoleransi laktosa. (Sanders, M. E. 2003).

Banyak usaha telah dilakukan dalam upaya menggunakan bakteri intestinal normal (seperti *Lactobacillus*) untuk rongga mulut, tetapi nampaknya bakteri yang diisolasi dari dalam rongga mulut lebih dapat bermanfaat daripada bakteri intestinal. Tidak semua probiotik dapat mengisi populasi mikroba dalam rongga mulut, karena setiap strain bakteri memiliki afinitas terhadap jaringan tertentu. Selain itu, bakteri juga dapat menghasilkan bacteriocin, yang berfungsi untuk membunuh bakteri kompetitor sehingga probiotik mendapatkan nutrien yang optimal dalam lingkungan tempatnya. Hingga sekarang, dalam bidang kedokteran gigi, probiotik telah digunakan sebagai terapi preventif untuk karies gigi, *Candida albicans* dan halitosis.

Secara khusus probiotik dapat memberi manfaat untuk kesehatan rongga mulut, secara langsung berinteraksi dengan plak gigi, dan mencegah pembentukan plak dengan melawan dan terlibat dengan bakteri yang melekat pada permukaan gigi. Secara tidak langsung probiotik memodulasi sistem imun, meningkatkan imunitas secara lokal, dapat diserap oleh mukosa dan bertindak sebagai antioksidan dan mencegah pembentukan plak. (Citra Kusumasari 2020)

Bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok bakteri gram-positif yang tidak membentuk spora dan dapat memfermentasikan karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Berdasarkan taksonomi, terdapat sekitar 20 genus bakteri yang termasuk BAL. Beberapa BAL yang sering digunakan dalam pengolahan pangan adalah *Aerococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella*. Contoh produk makanan yang dibuat menggunakan bantuan BAL adalah yogurt, keju, mentega,

sour cream (susu asam), dan produk fermentasi lainnya. Dalam pengolahan makanan, BAL dapat melindungi dari pencemaran bakteri patogen, meningkatkan nutrisi, dan berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia. Hasrul Satria Nur (2005).

Beberapa spesies *Lactobacillus* sp. teridentifikasi pada saliva dari penderita karies dan yang paling banyak ditemukan yaitu bakteri *Lactobacillus acidophilus*. *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri gram-positif tidak bergerak, tidak membentuk spora, katalase negatif mampu bertahan pada pH asam (di bawah pH 4),[5] berbentuk batang, dapat menghasilkan senyawa anti bakteri yaitu bakteriosin,[2] dan menghasilkan produk utamanya asam laktat dari fermentasi karbohidrat.] *L. acidophilus* tumbuh optimal dari 37 hingga 42 °C dan dapat berkembang pada suhu setinggi 45 °C. Bakteri ini mencapai pertumbuhan tertinggi pada pH antara 5,5 dan 6,0, dan pertumbuhannya berhenti pada pH 4,0.[6] Bakteri ini merupakan organisme homofermentatif obligat yang memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat, dan merupakan salah satu BAL yang paling toleran terhadap oksigen.*Lactobacillus acidophilus* dapat tumbuh baik dengan oksigen ataupun tanpa oksigen. (Badet dan The baud, 2008).

Beberapa spesies *Lactobacillus* sp. teridentifikasi pada saliva dari penderita karies dan yang paling banyak ditemukan yaitu bakteri *Lactobacillus acidophilus* (Badet dan The baud, 2008). *Lactobacillus acidophilus* adalah bakteri golongan gram positif dan tidak membentuk spora. Bakteri ini berbentuk batang panjang serta bersifat anaerob fakultatif dan katalase negatif (Prescott dan Harley, 2002). Bakteri *Lactobacillus acidophilus* dapat melekat pada permukaan email baik secara langsung ataupun dengan saliva (Ahumada dkk., 2003). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju *Lactobacillus acidophilus* pada saliva adalah asupan karbohidrat (Badet dan Thebaud, 2008). Beberapa penelitian menyatakan bahwa bakteri *Lactobacillus acidophilus* menghasilkan bakteriosin yang berfungsi untuk menghambat bakteri lainnya, sehingga *Lactobacillus acidophilus* ini mampu bersaing dengan bakteri lain dan dapat tumbuh dengan baik meskipun terdapat bakteri lainnya (Percival, 1997).

Menurut Ahumada dkk. (2003) klasifikasi *Lactobacillus acidophilus* adalah sebagai berikut:

Kingdom: Bacteria

Divisi: Firmicutes

Kelas: Bacilli

Ordo: Lactobacillales

Famili: Lactobacillaceae

Genus: Lactobacillus

Spesies: Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus acidophilus merupakan bakteri yang dapat memajukan lesi progresif. Bakteri ini menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir fermentasi dari karbohidrat, dimana asam tersebut sifatnya kariogenik. Asam yang terbentuk dapat melunakkan bagian terkeras gigi yaitu email gigi. Bila lapisan email telah rusak maka bakteri dapat masuk ke lapisan yang lebih dalam lagi yaitu dentin. Selain itu asam yang diproduksi oleh Lactobacillus sp. ini mampu menyerang jalannya proses remineralisasi dari enamel. Lactobacillus sp. potensial untuk menyebabkan lesi karies yang dalam karena pada daerah tersebut tingkat keasamannya cukup tinggi dan merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangannya (Kusumaningsih, 1999)

L. Aktivitas Antimikroba Lactobacillus Acidophilus terhadap Patogen Oral

1. Penghambatan streptococcus sanguinis

Metabolit yang dihasilkan oleh Lactobacillus acidophilus ATCC 4356 mampu menghambat pembentukan biofilm Streptococcus sanguinis ATCC 10556, bakteri yang berperan dalam pembentukan plak gigi. Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi metabolit sebesar 6,25%, 12,5%, dan 25% efektif dalam menghambat biofilm tersebut. Lactobacillus acidophilus efektif melawan bakteri ini yang merupakan penyebab utama karies gigi. Dalam penelitian, produksi asam laktat oleh Lactobacillus acidophilus secara signifikan mengurangi kemampuan S. mutans untuk membentuk biofilm. Referensi: (Aurora, M. R. 2024).

2. Aktivitas antijamur terhadap candida spp.

Lactobacillus acidophilus menunjukkan efek antijamur terhadap berbagai spesies Candida yang diisolasi dari pasien HIV/AIDS. Baik sel hidup maupun supernatan bebas sel dari Lactobacillus acidophilus efektif menghambat pertumbuhan Candida, termasuk C. albicans dan C. parapsilosis. acidophilus menghambat pertumbuhan C. albicans dengan mengubah lingkungan menjadi lebih asam dan memproduksi metabolit antijamur. Dalam percobaan in vitro, supernatan bebas sel dari kultur Lactobacillus acidophilus mengurangi jumlah C. albicans pada biofilm oral secara signifikan. Tiffany, E. (2016).

3. Aktivitas antibiofilm spektrum luas

Biosurfaktan yang dihasilkan oleh Lactobacillus acidophilus memiliki aktivitas antibiofilm terhadap bakteri Gram-negatif seperti Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens, dan Chromobacterium violaceum. Biosurfaktan ini menghambat faktor virulensi yang diatur oleh quorum sensing,

yang berperan dalam pembentukan biofilm dan patogenisitas bakteri. Adnan, M. et al., 2023)

4. Aktivitas antimikroba

Lactobacillus acidophilus ini menjadikannya kandidat potensial dalam pencegahan dan pengendalian infeksi oral yang disebabkan oleh patogen seperti Streptococcus sanguinis dan Candida spp. acidophilus menghasilkan asam laktat sebagai metabolit utama. Asam ini menurunkan pH di lingkungan oral, menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan patogen seperti Streptococcus mutans dan Candida albicans. Asam laktat juga dapat merusak dinding sel bakteri patogen (aurora m 2024).

Bakteri Lactobacillus acidophilus berhubungan langsung dengan karies karena memiliki karakteristik khusus dalam patogenesis karies, yaitu (a) asidogenik, menghasilkan asam laktat dari fermentasi karbohidrat yang dapat menurunkan pH rongga mulut hingga di bawah 4-5 sehingga menyebabkan demineralisasi gigi (b) Asidurik, mampu hidup dalam pH rendah hingga 2,2 sehingga proses fermentasi dan demineralisasi terus berlanjut dan kavitas karies yang terbentuk semakin dalam serta melebar. (c) Hidrofobisitas, mampu menghindar atau menjauh dari media cair sehingga adhesi bakteri pada dental plak tetap terjaga. Adhesi ini juga dibantu oleh *S-layer* protein pada dinding sel menyebabkan lapisan gigi yang dirusak oleh asam yang dihasilkan semakin parah. (d) Produksi matriks eksopolisakarida, protein bersifat lengket yang berperan dalam proses adhesi ke permukaan gigi sehingga proses kolonisasi dan maturasi karies terus terjadi. (Ishimora ME 2023)

Lactobacillus acidophilus memengaruhi *P. gingivalis*, bakteri utama dalam penyakit periodontal. Probiotik ini dapat menekan ekspresi gen virulensi *P. gingivalis* yang terlibat dalam pembentukan biofilm periodontal. (Basri A. Gani, 2016.). Dengan menghambat *S. mutans* dan menjaga pH rongga mulut tetap seimbang, Lactobacillus acidophilus membantu mencegah kerusakan gigi. Aktivitas antijamur terhadap *C. albicans* menjadikan Lactobacillus acidophilus berguna untuk mencegah kandidiasis oral, terutama pada individu dengan sistem imun lemah. Dengan mengurangi populasi bakteri anaerob patogen seperti *P. gingivalis*, probiotik ini dapat membantu mencegah peradangan gusi dan kerusakan jaringan periodontal. Probiotik berbasis Lactobacillus. acidophilus kini banyak digunakan dalam pasta gigi, obat kumur, dan tablet hisap untuk menjaga kesehatan mulut.

M. Efek Lactobacillus Acidophilus Terhadap pH Saliva

Lactobacillus acidophilus adalah bakteri asidogenik yang memetabolisme gula menjadi asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan menurunkan pH saliva, terutama jika terdapat kelebihan substrat karbohidrat di rongga mulut (Adriani, Let al 2008.). Penurunan pH ini menciptakan lingkungan yang tidak mendukung bagi bakteri patogen tertentu seperti *Streptococcus mutans*, yang merupakan penyebab utama karies gigi. Lactobacillus acidophilus berkompetisi dengan bakteri patogen dalam rongga mulut, seperti *porphyromonas gingivalis* dan *fusobacterium nucleatum*, yang cenderung menurunkan pH menjadi sangat asam. Dalam kondisi tertentu, lactobacillus acidophilus dapat membantu menjaga keseimbangan mikroflora, sehingga pH saliva lebih stabil. (Febriani Claudia 2019). Lactobacillus acidophilus menghasilkan senyawa seperti bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Dengan menekan aktivitas bakteri patogen, Lactobacillus acidophilus secara tidak langsung mencegah penurunan drastis pH saliva yang dapat merusak enamel gigi. Penelitian menunjukkan bahwa Lactobacillus acidophilus dalam kombinasi dengan bakteri probiotik lainnya dapat meningkatkan pH saliva setelah konsumsi makanan yang kaya gula. Mekanisme ini terjadi karena probiotik membantu mempercepat netralisasi asam dengan memfermentasi gula secara lebih efisien tanpa menghasilkan asam berlebih (Aninda Feyza et al., 2024)

Dalam lingkungan dengan konsentrasi gula tinggi, Lactobacillus acidophilus dapat menurunkan pH saliva hingga di bawah 5, yang cukup asam untuk menghambat pertumbuhan beberapa patogen oral. Namun, jika diberikan dalam bentuk kontrol (misalnya suplemen probiotik atau yogurt probiotik), pH saliva lebih terkendali dan tidak mencapai tingkat yang merusak enamel gigi. Aninda FeyzaReferensi et al 2024. Lactobacillus acidophilus dalam yogurt probiotik menunjukkan kemampuan untuk mempercepat pemulihan pH saliva ke level netral (pH 6,5–7) setelah konsumsi makanan manis. Efek ini terkait dengan penurunan aktivitas bakteri kariogenik seperti *S. mutans*. (Anastasia E. Siswosubroto 2020)

Pada pasien dengan xerostomia, konsumsi Lactobacillus acidophilus dalam bentuk suplemen probiotik membantu meningkatkan produksi saliva dan menjaga pH saliva tetap stabil. Hal ini berpotensi mencegah risiko infeksi oral dan kerusakan gigi. (Diyanah Hanifah 2021). Dengan menjaga pH saliva lebih stabil lactobacillus acidophilus membantu mencegah pembentukan lingkungan asam kronis yang menyebabkan demineralisasi enamel. Lactobacillus acidophilus mampu mengurangi pertumbuhan patogen seperti *Candida albicans*, yang sering berkembang pada pH rendah di rongga mulut. Pasta gigi dan obat kumur probiotik

yang mengandung *Lactobacillus acidophilus* dikembangkan untuk membantu menjaga pH saliva tetap optimal, sehingga mendukung kesehatan gigi dan gusi. *Lactobacillus acidophilus* memiliki efek signifikan terhadap pH saliva melalui regulasi lingkungan mikrobiota, produksi asam laktat, dan kompetisi dengan patogen oral. Dengan penerapan yang tepat, probiotik ini dapat mendukung pencegahan penyakit gigi dan mulut.

N. Potensi *Lactobacillus acidophilus* Pengurangan Pertumbuhan Plak

Plak merupakan deposit lunak yang melekat erat pada permukaan gigi, terdiri atas mikroorganisme yang berkembang biak dalam suatu matriks intraseluler jika seseorang melalaikan kebersihan gigi dan mulutnya. Plak gigi tidak dapat dibersihkan hanya dengan cara kumur ataupun semprotan air dan hanya dapat dibersihkan secara sempurna dengan cara mekanis. Menurut Carranza (1990) plak gigi merupakan deposit lunak berupa lapisan tipis yang melekat di permukaan gigi atau permukaan struktur jaringan keras lain di dalam rongga mulut, termasuk pada alat restorasi lepasan atau cekat. Organisme yang paling dominan pada plak adalah bakteri *streptococcus*. Menurut Overman (2000) plak gigi terbentuk dari deposit lunak yang membentuk lapisan biofilm yang terdiri dari berbagai spesies bakteri berupa deposit tak berbentuk, yang melekat kuat pada permukaan gigi dan merupakan suatu sekumpulan sejumlah bakteri yang melekat atau tertanam dalam matriks polimer ekstraseluler. Biofilm dapat diartikan sebagai sekumpulan bakteri yang terorganisasi dengan baik, melekat kuat pada struktur organik maupun anorganik dan sulit dilepaskan hanya dengan berkumur – kumur. (Fejerskov, O., & Kidd, E. 2015).

Plak jika jumlahnya sedikit tidak dapat terlihat, kecuali diwarnai dengan larutan disklosing atau sudah mengalami diskolorasi oleh pigmen-pigmen yang berada dalam rongga mulut. Plak jika menumpuk, akan terlihat berwarna abu-abu, abu-abu kekuningan dan kuning. Plak biasanya mulai terbentuk pada sepertiga permukaan gingival dan pada permukaan gigi yang cacat dan kasar.⁴ Plak gigi sebagian besar terdiri atas air dan berbagai macam mikroorganisme yang berkembang biak dalam suatu matriks intraseluler yang terdiri atas polisakarida ekstraseluler dan protein saliva. Berat plak sekitar 80% adalah air, sementara jumlah mikroorganisme kurang lebih 250 juta per mg berat basah. Selain terdiri atas mikroorganisme, juga terdapat sel-sel epitel lepas, leukosit, partikel-partikel sisa makanan, garam anorganik yang terutama terdiri atas kalsium, fosfat dan flour.⁴ Plak yang melekat erat pada permukaan gigi dapat menimbulkan penyakit pada jaringan keras gigi dan jaringan pendukung gigi. Mikroorganisme dalam plak gigi metabolisme karbohidrat menjadi asam yang menurunkan PH plak gigi sehingga

akan merusak email gigi. Kolonisasi mikroorganisme dalam plak gigi juga dapat mempengaruhi sistem imun dan menimbulkan reaksi inflamasi sehingga menyebabkan penyakit jaringan pendukung gigi. (Tenuta & Cury, 2011)

Plak gigi terdiri dari air dan berbagai macam mikroorganisme dalam suatu matrik interseluler yang terdiri atas polisakarida ekstraseluler dan protein saliva (Putri dkk., 2012). Menurut Marsh (2006) dalam Pratiwi (2014), plak terdiri dari 20% komponen padat dan 80% air. Berdasarkan jumlah bakteri, plak terdiri dari karbohidrat dan protein yang dapat meningkatkan perlekatan terhadap enamel, berperan sebagai protective cover dan reservoir dari asupan nutrisi melalui proses metabolisme. Jika plak tidak segera dihilangkan akan terjadi proses pematangan, struktur makromolekul akan memperkuat plak, dan meningkatkan perlekatan plak pada enamel gigi. Plak terdiri atas 70% komponen bakteri mikroorganisme dan 30% terdiri atas materi organik maupun anorganik yang berasal dari saliva, cairan sulkus gingiva maupun produk bakteri. Materi organik plak mengandung polisakarida, protein glikoprotein, dan lemak, sedangkan materi anorganik terutama mengandung kalsium dan fosfor (Dewi, 2014). Plak gigi tersusun dari mikroorganisme dan satu gram plak dalam berat basah terdiri dari sekitar 2×10^{11} bakteri (Scransky et al., 1963). Menurut Moore (1987) diperkirakan lebih dari 325 bakteri dengan spesies yang berbeda. Protein dalam plak gigi disusun oleh berbagai asam amino yang berasal dari saliva. Karbohidrat, dalam bentuk sukrosa, yang terkandung dalam plak gigi akan dimetabolisme oleh mikroorganisme sehingga membentuk polisakarida ekstraseluler. Mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk membentuk polisakarida ekstraseluler, seperti *Streptococcus mutans*, *Streptococcus bovin*, *Streptococcus sanguis*, dan *Streptococcus salivarius*.⁴

Mekanisme pembentukan plak dimulai dengan terbentuknya acquired pelicle pada permukaan gigi yang berwarna transparan, kemudian bakteri akan menempel dan berproliferasi sehingga warna gigi akan menjadi agak kekuningan. Pelikel terdiri dari glikoprotein yang diendapkan oleh saliva yang terbentuk setelah proses penyikatan pada gigi. Perkembangbiakan bakteri akan menjadikan lapisan plak semakin menebal karena adanya hasil dari metabolisme dan adhesi dari berbagai macam bakteri pada permukaan luar plak gigi (Putri dkk., 2012). Menurut Chetrus dan Ion (2013) fase pembentukan plak terdiri dari beberapa tahapan, yang pertama adalah pelicle formation dengan adanya bakteri tipis lapisan bebas dalam beberapa unit pada permukaan gigi. Fase kedua adalah attachment dengan bakteri menempel beberapa jam pada pelicle dan lapisan lendir. Fase ketiga adalah young supra gingival plaque dengan adanya plak pada daerah supra gingiva terutama coccus gram positif dan bakteri bentuk batang, cocci gram negatif dan batang. Fase keempat adalah aged supra gingival plaque dengan adanya peningkatan

persentase bakteri anaerob gram negatif. Fase kelima adalah sub gingival plaque formation, pada fase tersebut plak melekat pada gigi dengan sebagian besar bakteri gram positif, coccus gram negatif dan batang.

Pengendalian Plak Upaya dalam pencegahan penyakit gigi dan mulut dapat dilakukan dengan cara mencegah terjadinya akumulasi plak pada gigi. Upaya pengendalian plak secara alamiah dapat dilakukan dengan cara mengunyah makanan yang berserat. Kebiasaan dalam mengunyah makanan berserat adalah sebagai upaya pencegahan plak secara alamiah (Michael dkk., 2015). Makanan padat dan berserat dapat meningkatkan intensitas pengunyahan dalam rongga mulut. Proses pengunyahan makanan berserat ini akan merangsang dan meningkatkan produktivitas dari saliva. Saliva akan membantu membilas gigi dari sisa – sisa makanan yang masih menempel pada gigi dan melarutkannya (Penda dkk., 2015). Beberapa jenis buah yang segar, berserat dan berair dapat menurunkan indeks plak gigi.

Lactobacillus acidophilus bersaing dengan bakteri patogen pembentuk plak, seperti *Streptococcus mutans* dan *Actinomyces viscosus*, dalam memanfaatkan nutrisi dan tempat menempel di permukaan gigi. Dengan demikian, kolonisasi bakteri patogen dapat berkurang, sehingga menghambat pembentukan plak. Febriani Claudia (2019). Sebuah penelitian laboratorium menunjukkan bahwa produk probiotik yang mengandung *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi lebih dari 1% dapat menghambat pertumbuhan bakteri plak. *Lactobacillus acidophilus* menghasilkan senyawa antimikroba seperti bakteriosin, yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk plak. Senyawa ini mampu merusak membran sel bakteri patogen sehingga mencegah pembentukan biofilm. (Arezoo Tahmourespour 2011). Penelitian lain mengkaji pengaruh ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pembentukan biofilm *Lactobacillus acidophilus*. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak tersebut dapat menghambat pembentukan biofilm bakteri ini, yang berperan dalam akumulasi plak gigi. Dengan menghasilkan asam laktat, *Lactobacillus acidophilus* menciptakan lingkungan mikroba yang kurang kondusif bagi patogen kariogenik. Namun, dalam dosis probiotik yang terkendali, asam laktat ini dapat memengaruhi pH saliva secara positif dan mencegah demineralisasi enamel gigi (Febriani Claudia 2019).

Mekanisme kerja *Lactobacillus acidophilus* dalam pengurangan plak dimana *Lactobacillus acidophilus* menghasilkan asam laktat yang menciptakan lingkungan asam, menghambat pertumbuhan bakteri penyebab plak seperti *Streptococcus mutans*. Penurunan populasi *S. mutans* berdampak langsung pada pengurangan pembentukan biofilm dan plak. Referensi: (repository.unej.ac.id). *Lactobacillus acidophilus* bersaing dengan patogen oral untuk menempel pada permukaan gigi.

Dengan mencegah kolonisasi bakteri kariogenik, probiotik ini membantu mengurangi akumulasi plak (Mohd Adnan 2023). Lactobacillus acidophilus menghasilkan senyawa antibakteri seperti bakteriosin yang langsung merusak membran sel bakteri penyebab plak. Ini secara signifikan menghambat pertumbuhan bakteri seperti Porphyromonas gingivalis dan Fusobacterium nucleatum. (Arezoo Tahmourespour 2011). Penelitian menunjukkan bahwa Lactobacillus acidophilus dapat memengaruhi stabilitas biofilm multispecies di rongga mulut, yang merupakan struktur utama pembentuk plak. Biosurfaktan yang dihasilkan oleh Lactobacillus acidophilus membantu mencegah bakteri patogen saling berkomunikasi (quorum sensing), yang diperlukan untuk pembentukan biofilm(Mohd Adnan 2023) Dalam penelitian pada anak-anak, konsumsi yogurt yang diperkaya Lactobacillus acidophilus menunjukkan penurunan yang signifikan dalam jumlah plak gigi setelah 4 minggu. Selain itu, tingkat S. mutans dalam saliva juga menurun. Pasta gigi dan obat kumur yang mengandung Lactobacillus acidophilus dapat digunakan untuk pencegahan plak, terutama pada individu dengan risiko karies tinggi. Konsumsi yogurt atau tablet probiotik yang mengandung Lactobacillus acidophilus terbukti efektif dalam menurunkan pembentukan plak. (Febriani Claudia 2019. Lactobacillus acidophilus memiliki potensi besar dalam mengurangi pembentukan plak gigi melalui penghambatan bakteri patogen, produksi bahan antimikroba, dan pencegahan kolonisasi biofilm. Dengan penerapan rutin, probiotik ini bisa menjadi bagian penting dari pencegahan karies gigi dan penyakit periodontal.

O. Apel Manalagi dan Bakteri *Lactobacillus acidophilus* serta Perannya Dalam Kesehatan Gigi

Apel Manalagi merupakan salah satu varietas apel yang populer di Indonesia, khususnya di daerah pegunungan seperti Malang, Jawa Timur. Buah ini dikenal memiliki rasa manis yang khas dan tekstur yang renyah, menjadikannya favorit di kalangan masyarakat (Suparno, A. (2016). Apel Manalagi kaya akan berbagai nutrisi, termasuk vitamin C, serat, dan antioksidan. Vitamin C berperan penting dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh, sementara serat membantu pencernaan dan *menjaga* kesehatan jantung. Konsumsi Apel Manalagi secara teratur dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan, termasuk mengurangi risiko penyakit jantung, diabetes, dan obesitas. (Budiarto, S, & Arifin, M. 2019).

1. ***Lactobacillus acidophilus* sebagai probiotik penting dalam kesehatan mulut dan usus.**

Apel Manalagi salah satu varietas apel di Indonesia, kaya akan serat, vitamin, dan antioksidan. Kandungan ini dapat berkontribusi pada kesehatan

mulut dengan membantu mengurangi jumlah bakteri jahat. Budiarto, S., & Arifin, M. (2019). *Lactobacillus acidophilus* adalah bakteri probiotik yang dapat membantu mengurangi jumlah bakteri patogen dalam mulut dan mencegah pembentukan plak. Probiotik ini dapat mendukung keseimbangan mikrobiota mulut yang sehat (Marsh, P. D., & Martin, M. V. 2009). *Lactobacillus acidophilus* bakteri probiotik yang secara alami terdapat dalam saluran pencernaan dan rongga mulut manusia. Sebagai probiotik, bakteri ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikroflora, yang berdampak positif pada kesehatan usus dan mulut. Pektin dalam apel dapat meningkatkan jumlah bakteri probiotik seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* di dalam usus. Bakteri ini berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mendukung pencernaan yang sehat (Slavin, J. L. 2013). *Lactobacillus acidophilus* membantu mempertahankan populasi bakteri baik di usus, yang esensial untuk pencernaan optimal dan penyerapan nutrisi. Dengan menjaga tingkat keasaman di saluran pencernaan *Lactobacillus acidophilus* dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan infeksi atau gangguan pencernaan. *Lactobacillus acidophilus* dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang membantu mengurangi pertumbuhan bakteri penyebab penyakit gigi dan gusi, seperti *Streptococcus mutans*. Dengan menghambat bakteri patogen *Lactobacillus acidophilus* sangat berperan dalam mencegah pembentukan plak gigi yang dapat menyebabkan karies dan penyakit periodontal (Meva Nareza T 2024).

Peran *Lactobacillus acidophilus* merupakan potensi manfaat untuk kesehatan gigi dan mulut. Beberapa studi menunjukkan bahwa *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri patogen di mulut, seperti *Streptococcus mutans* yang merupakan penyebab utama timbulnya plak dan gigi berlubang. Dengan menciptakan lingkungan yang lebih asam, bakteri ini dapat mencegah pertumbuhan bakteri berbahaya yang lebih menyukai kondisi netral (Koesdarto & Handayani, 2021). Probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* juga dapat mengurangi produksi plak pada gigi, yang merupakan salah satu penyebab utama karies gigi. *Lactobacillus acidophilus* bersaing dengan bakteri patogen untuk mendapatkan nutrisi dan ruang di mulut, sehingga dapat mengurangi jumlah bakteri berbahaya penyebab gigi berlubang (Mahendra & Rahayu, 2022). Selain itu, bakteri patogen di mulut sering kali memproduksi senyawa sulfur yang menyebabkan bau mulut. Dengan menghambat pertumbuhan bakteri ini, *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu mengurangi bau mulut (Putra & Yuliana, 2020).

Probiotik ini juga diketahui dapat membantu merangsang produksi air liur. Air liur berperan penting dalam membersihkan sisa makanan dan bakteri dari mulut, serta mengandung enzim antimikroba alami yang membantu melindungi gigi dari bakteri berbahaya. Selain itu, *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu mengurangi peradangan di mulut, yang dapat menurunkan risiko penyakit gusi, seperti gingivitis. Dengan menghambat bakteri patogen, probiotik ini membantu menjaga kesehatan jaringan gusi (Santi & Soewignyo, 2021). Selain itu, probiotik ini juga mencegah infeksi bakteri dan jamur (Sari & Fitria, 2023).

Apel dapat merangsang produksi air liur. Air liur mengandung enzim antibakteri dan membantu membilas partikel makanan serta bakteri dari mulut. Produksi air liur yang meningkat menciptakan lingkungan yang mendukung kesehatan bakteri baik seperti *Lactobacillus acidophilus* (Santi & Soewignyo, 2021). Dengan meningkatkan jumlah *Lactobacillus acidophilus* dan mengurangi bakteri patogen, apel dapat membantu mencegah pembentukan plak gigi. Plak gigi adalah tempat berkembang biaknya berbagai bakteri berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan gigi (Putra & Yuliana, 2020). *Lactobacillus acidophilus*, berkat konsumsi apel, dapat bersaing dengan bakteri patogen di rongga mulut, mengurangi risiko pertumbuhan bakteri penyebab masalah mulut, seperti bau mulut dan infeksi gusi. *Lactobacillus acidophilus* juga berfungsi sebagai probiotik yang dapat memperbaiki keseimbangan mikrobiota di mulut. Ini tidak hanya membantu menjaga kesehatan gigi tetapi juga mendukung kesehatan gusi dan mencegah peradangan (Sari & Fitria, 2023).

Peran *Lactobacillus acidophilus* mempunyai manfaat untuk kesehatan gigi dan mulut. Beberapa studi menunjukkan bahwa *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri patogen di mulut, seperti *streptococcus mutans*, yang merupakan penyebab utama plak dan gigi berlubang. Dengan menciptakan lingkungan yang lebih asam, bakteri ini dapat mencegah pertumbuhan bakteri berbahaya yang lebih menyukai kondisi netral (Koesdarto & Handayani, 2021). Probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* juga dapat mengurangi produksi plak pada gigi, yang merupakan salah satu penyebab utama karies gigi. *Lactobacillus acidophilus* bersaing dengan bakteri patogen untuk mendapatkan nutrisi dan ruang di mulut, sehingga dapat mengurangi jumlah bakteri berbahaya penyebab gigi berlubang (Mahendra & Rahayu, 2022). Selain itu, bakteri patogen di mulut sering kali memproduksi senyawa sulfur yang menyebabkan bau mulut. Dengan menghambat

pertumbuhan bakteri ini, *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu mengurangi bau mulut (Putra & Yuliana, 2020).

Probiotik ini juga diketahui dapat membantu merangsang produksi air liur. Air liur berperan penting dalam membersihkan sisa makanan dan bakteri dari mulut, serta mengandung enzim antimikroba alami yang membantu melindungi gigi dari bakteri berbahaya. Selain itu, *Lactobacillus acidophilus* dapat membantu mengurangi peradangan di mulut, yang dapat menurunkan risiko penyakit gusi, seperti gingivitis. Dengan menghambat bakteri patogen, probiotik ini membantu menjaga kesehatan jaringan gusi (Santi & Soewignyo, 2021). Selain itu, probiotik ini juga mencegah infeksi bakteri dan jamur (Sari & Fitria, 2023). Apel berfungsi sebagai sumber prebiotik yang dapat mendukung pertumbuhan probiotik di usus, yang pada gilirannya dapat memiliki efek positif terhadap kesehatan gigi dan mulut. Dengan menjaga kesehatan usus, kita juga berkontribusi pada kesehatan oral yang lebih baik. Vinderola, G., et al. (2019).

Asam malat dan flavonoid dalam Apel Manalagi memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas *Lactobacillus acidophilus*, bakteri probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai peran kedua senyawa tersebut: Asam malat merupakan asam organik yang dapat dimetabolisme oleh beberapa bakteri asam laktat, termasuk *Lactobacillus acidophilus*, sebagai sumber energi alternatif. Metabolisme asam malat oleh bakteri ini dapat menghasilkan asam laktat, yang berperan dalam menjaga keseimbangan pH lingkungan sekitarnya. Produksi asam laktat dari metabolisme asam malat membantu menurunkan pH lingkungan, menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang tidak tahan terhadap kondisi asam.

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang memiliki sifat antimikroba. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa flavonoid dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan merusak membran sel atau mengganggu fungsi enzimatiknya. Hal ini memberikan keuntungan bagi *Lactobacillus acidophilus* dengan mengurangi kompetisi dari bakteri berbahaya. Flavonoid dapat mempengaruhi pembentukan biofilm bakteri. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa flavonoid dari ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) memiliki efek penghambatan terhadap biofilm *Lactobacillus acidophilus*. Meskipun penelitian ini menunjukkan penghambatan, dalam konteks tertentu, pengendalian biofilm dapat bermanfaat untuk mencegah akumulasi plak gigi yang berlebihan. Flavonoid

memiliki kemampuan antioksidan yang dapat melindungi *Lactobacillus acidophilus* dari stres oksidatif, sehingga meningkatkan viabilitas dan aktivitasnya dalam lingkungan yang menantang. Senyawa fenolik dan flavonoid dalam apel memiliki sifat antibakteri yang dapat mengurangi populasi bakteri patogen, sehingga memberikan kesempatan bagi *Lactobacillus acidophilus* untuk berkolonisasi. Senyawa fenolik dapat merusak membran sel bakteri, mengakibatkan kebocoran komponen intraseluler dan akhirnya kematian sel. Hal ini efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Penelitian oleh Azzahra (2023) menunjukkan bahwa fermentasi buah kupa (*Syzygium polycephalum*) dengan *Lactobacillus acidophilus* meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, yang dikaitkan dengan peningkatan kadar fenolik Flavonoid dapat menghambat enzim yang penting bagi bakteri dan merusak dinding sel bakteri, sehingga menghambat pertumbuhan dan proliferasi bakteri patogen. Penelitian oleh Ningrum et al. (2020) menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis yang kaya flavonoid memiliki efek penghambatan terhadap biofilm *Lactobacillus acidophilus*.

2. Interaksi Apel Manalagi dengan *Lactobacillus acidophilus*

Mengunyah apel bisa merangsang produksi saliva, yang membantu membersihkan sisa makanan dan bakteri dari gigi. Saliva juga berfungsi sebagai buffer untuk menetralkan asam yang dihasilkan oleh bakteri di mulut, mengurangi risiko pembentukan plak. J. A., et al. (2005). Dalam merangsang produksi air liur. Air liur mengandung enzim antibakteri dan membantu membilas partikel makanan serta bakteri dari mulut. Produksi air liur yang meningkat menciptakan lingkungan yang mendukung kesehatan bakteri baik seperti *Lactobacillus acidophilus* (Santi & Soewignyo, 2021). Dengan meningkatkan jumlah *Lactobacillus acidophilus* dan mengurangi bakteri patogen, apel dapat membantu mencegah pembentukan plak gigi. Plak gigi adalah tempat berkembang biaknya berbagai bakteri berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan gigi (Putra & Yuliana, 2020). *Lactobacillus acidophilus*, berkat konsumsi apel, dapat bersaing dengan bakteri patogen di rongga mulut, mengurangi risiko pertumbuhan bakteri penyebab masalah mulut, seperti bau mulut dan infeksi gusi. *Lactobacillus acidophilus* juga berfungsi sebagai probiotik yang dapat memperbaiki keseimbangan mikrobiota di mulut. Ini tidak hanya membantu menjaga kesehatan gigi tetapi juga mendukung kesehatan gusi dan mencegah peradangan (Sari & Fitria, 2023).

Serat dari apel berfungsi sebagai 'pembersih' alami untuk gigi (Aas, J. A., et al. (2005). Kombinasi konsumsi apel Manalagi dan dukungan *Lactobacillus*

acidophilus dapat menjadi strategi yang efektif untuk mengurangi pembentukan plak di gigi, dengan memanfaatkan sifat probiotik dan nutrisi dari apel. Kauffman, W. B., & Ginsburg, A. (2012). Serat dalam apel juga berfungsi sebagai makanan bagi bakteri probiotik, meningkatkan jumlah bakteri baik yang dapat melawan bakteri jahat. H. E., & Roser, M. (2018). Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi konsumsi makanan kaya serat, seperti apel, dan probiotik, seperti lactobacillus acidophilus, dapat mengurangi pembentukan plak dan mencegah karies serta penyakit gusi. Ini karena bakteri probiotik dapat mengurangi jumlah bakteri patogen yang berkontribusi pada masalah kesehatan mulut (Vinderola, G., et al. (2019)). Mengunyah apel dapat meningkatkan produksi saliva, yang berperan penting dalam menjaga kebersihan mulut. Saliva membantu menetralkan asam dan mencuci sisa makanan, sehingga mengurangi risiko pembentukan plak dan kerusakan gigi. J. A., et al. (2005).

3. Peran asam malat dalam menjaga pH saliva yang ideal untuk bakteri probiotik,

pH saliva berperan penting dalam kesehatan mulut. pH yang seimbang (sekitar 6,5-7,5) diperlukan untuk menjaga keseimbangan mikrobiota mulut dan mencegah pertumbuhan bakteri patogen yang dapat menyebabkan karies dan penyakit gusi. ten Cate, J. M. (2006). Asam malat, yang ditemukan dalam berbagai buah, terutama apel, berperan dalam menjaga pH saliva. Asam ini bertindak sebagai buffer, membantu menetralkan keasaman dan mempertahankan pH yang lebih stabil dalam rongga mulut. (Huang, Y., et al. 2015). Bakteri probiotik, seperti Lactobacillus spp., memerlukan lingkungan yang sedikit asam untuk tumbuh dan berkembang. Dengan menjaga pH saliva dalam rentang yang ideal, asam malat dapat mendukung pertumbuhan bakteri probiotik ini, yang berkontribusi pada kesehatan mulut yang baik (Caglar, E., et al. 2005). pH saliva yang optimal dan keberadaan asam malat dapat membantu menciptakan lingkungan yang mendukung keseimbangan mikrobiota mulut, mengurangi kemungkinan pertumbuhan bakteri patogen, dan meningkatkan kesehatan gigi (Caglar, E., et al. 2005).

Asam malat dapat menjadi faktor penting dalam menjaga pH saliva yang ideal, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan bakteri probiotik dan kesehatan mulut secara keseluruhan. Oleh karena itu, konsumsi makanan yang mengandung asam malat, seperti apel, dapat berkontribusi pada kesehatan oral (Vinderola, G., et al. 2019). Apel kaya akan serat, vitamin, dan antioksidan, terutama pektin, yang berfungsi sebagai prebiotik. Prebiotik mendukung pertumbuhan bakteri baik dalam usus, yang penting untuk kesehatan

pencernaan (Blechschmidt, R. 2010). Pektin dalam apel dapat meningkatkan jumlah bakteri probiotik seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* di dalam usus. Bakteri ini berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mendukung pencernaan yang sehat.

Kesehatan usus yang baik berkontribusi pada sistem kekebalan tubuh yang kuat. Probiotik yang didukung oleh prebiotik dari apel dapat membantu melawan infeksi dan peradangan, yang berpengaruh pada kesehatan secara keseluruhan Ritchie, H. E., & Roser, M. (2018). Kesehatan usus yang baik berhubungan dengan kesehatan mulut yang optimal. Penelitian menunjukkan bahwa microbiota usus dapat memengaruhi mikrobiota mulut, dan kondisi usus yang sehat dapat membantu mengurangi risiko penyakit gigi dan gusi. Miquel, S., et al. (2015) Pengaruh Apel terhadap Kesehatan Gigi

Mengkonsumsi apel, seperti Apel Manalagi, dapat merangsang pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* di dalam mulut, yang pada gilirannya dapat membantu mengurangi plak. Kombinasi konsumsi apel Manalagi dan dukungan *Lactobacillus acidophilus* dapat menjadi strategi yang efektif untuk mengurangi pembentukan plak di gigi, dengan memanfaatkan sifat probiotik dan nutrisi dari apel. (Kauffman, W. B., & Ginsburg, A. 2012). Penelitian lain oleh Riccia et al. (2020) menunjukkan bahwa konsumsi probiotik dalam bentuk lozenges yang mengandung *Lactobacillus brevis* efektif dalam mengurangi peradangan gingiva dan meningkatkan parameter kesehatan periodontal pada pasien dengan penyakit periodontitis

4. Apel Manalagi sebagai buah lokal kaya nutrisi.

Apel Manalagi merupakan bahan alam terbukti mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri, baik Gram positif maupun negatif dengan mekanisme aktivitas antibakteri yang berbeda satu sama lain. Aktivitas antibakteri dapat mengganggu metabolisme bakteri yang berujung pada kematian sel bakteri tersebut, termasuk salah satunya *Lactobacillus acidophilus*. Bakteri ini termasuk flora normal rongga mulut, tetapi bersifat kariogenik yang banyak ditemukan pada saliva, dorsum lidah, lesi karies, dental plak, dan mukosa. Bakteri menjadi kariogenik ketika kebersihan rongga mulut buruk yang didukung dengan konsumsi gula berlebih dalam waktu yang lama sehingga keseimbangan rongga mulut terganggu menyebabkan gigi rentan terhadap karies.(Ishimora ME 2023)

Apel Manalagi kaya akan serat, vitamin, dan antioksidan, yang dapat berkontribusi pada kesehatan mulut. Kandungan pektin dalam apel juga memiliki sifat prebiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di mulut dan usus. Budiarto, S., & Arifin, M. (2019). *Lactobacillus acidophilus* adalah

bakteri probiotik yang dapat membantu mengurangi jumlah bakteri patogen di mulut. Probiotik ini berkontribusi dalam mengurangi risiko karies gigi dan penyakit gusi. Kandungan apel Manalagi dapat memberikan efek positif yang signifikan terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* di rongga mulut. Dengan menciptakan lingkungan yang mendukung dan mengurangi jumlah bakteri patogen, apel dapat berkontribusi pada kesehatan gigi dan mulut secara keseluruhan. Menambahkan apel ke dalam diet sehari-hari dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan kesehatan mulut dan menjaga keseimbangan mikroflora (Koesdarto & Handayani, 2021) Beberapa penelitian yang mendukung efek probiotik dalam kesehatan oral antara lain penelitian oleh Saïz, Taveira, dan Alves 2021 yang menyimpulkan bahwa *Lactobacillus* dapat membantu mengurangi gingivitis dan menurunkan keparahan plak dengan sifat antiradang dan antibakteri.

Mengonsumsi apel Manalagi sebagai makanan ringan yang menyehatkan dan mengintegrasikan probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* dalam pola makan dapat memberikan manfaat sinergis untuk kesehatan gigi dan mulut. Kombinasi ini: meningkatkan kebersihan mulut, mengurangi risiko penyakit periodontal dan karies. Mengandung serat alami saat dikunyah, apel merangsang produksi air liur yang membantu membersihkan sisa makanan dan bakteri di mulut kandungan seratnya membantu "menyikat" gigi secara alami. Menjaga keseimbangan bakteri di rongga mulut tetap disarankan untuk menyikat gigi dua kali sehari dan rutin memeriksakan gigi ke dokter untuk hasil yang optimal. Penelitian lain oleh Riccia et al. (2020) menunjukkan bahwa konsumsi probiotik dalam bentuk lozenges yang mengandung *Lactobacillus brevis* efektif dalam mengurangi peradangan gingiva dan meningkatkan parameter kesehatan periodontal pada pasien dengan penyakit periodontitis

Selain itu, kandungan antioksidan dalam apel membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Apel termasuk apel manalagi, mengandung pektin yang berfungsi sebagai prebiotik, yang mendukung pertumbuhan bakteri baik dalam usus. Ini berkontribusi pada kesehatan pencernaan dan keseimbangan mikrobiota usus (Slavin, J. L. (2013). Apel Manalagi juga memiliki potensi besar dalam pengembangan ekonomi lokal. Budidaya apel tidak hanya menyediakan sumber pangan yang bergizi tetapi juga membuka peluang kerja dan meningkatkan pendapatan petani di daerah penghasil apel, Mengonsumsi apel ini dapat berkontribusi pada pola makan sehat dan mendukung kesehatan tubuh secara keseluruhan, serta memberikan dampak positif bagi ekonomi lokal. (Hidayat, T. (2018)

P. Penutup

Daya antibakteri kandungan apel varietas Manalagi(*Malus sylvestris mill.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Lactobacillus acidophilus* potensi ekstrak apel Manalagidalam menghambat pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* bakteri yang meskipun bermanfaat sebagai probiotik, dalam jumlah berlebih dapat memicu pembentukan asam yang berpotensi merusak email gigi dan menyebabkan karies.komponen bioaktif seperti polifenol dan flavonoid dalam apel Manalagi, yang terbukti secara ilmiah memiliki sifat antimikroba yang membantu mengendalikan mikroflora mulut. Kesimpulan ini menekankan bahwa ekstrak apel Manalagibisa menjadi bahan alternatif alami untuk produk-produk perawatan gigi, seperti obat kumur dan pasta gigi, dengan manfaat pencegahan yang dapat membantu menjaga keseimbangan bakteri dalam rongga mulut tanpa menggunakan bahan kimia sintetis.

Tujuan dari penulisan ini adalah

1. Buku ini bertujuan untuk meneliti apakah apel varietas Manalagi memiliki kandungan senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus*, bakteri yang dalam kondisi tertentu dapat menyebabkan pembentukan plak dan karies gigi.
2. Melalui studi ini, buku ini bermaksud menguraikan peran senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, dan tanin, katekin, asam malat yang ada dalam apel Manalagi. Penelitian juga ingin membuktikan apakah senyawa-senyawa ini mampu memberikan efek antibakteri yang kuat terhadap bakteri mulut.
3. Salah satu tujuan penting dari buku ini adalah untuk mempertimbangkan apel Manalagi sebagai bahan alami yang bisa digunakan dalam produk perawatan gigi dan mulut, sehingga bisa menjadi pilihan yang lebih aman dibandingkan dengan bahan antibakteri sintetis yang umum digunakan dalam pasta gigi atau obat kumur.
4. Buku ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi terkait penelitian klinis lebih lanjut agar ekstrak apel Manalagibisa diterapkan secara luas dalam dunia medis dan kesehatan gigi, serta memperdalam studi untuk melihat manfaat dan efeknya pada manusia.

Kesimpulan ini menekankan bahwa ekstrak apel Manalagibisa menjadi bahan alternatif alami untuk produk-produk perawatan gigi, seperti obat kumur dan pasta gigi, dengan manfaat pencegahan yang dapat membantu menjaga keseimbangan bakteri dalam rongga mulut tanpa menggunakan bahan kimia sintetis. Penulis juga sering menyarankan penelitian lanjutan untuk memahami lebih dalam efek dari ekstrak apel ini, termasuk uji klinis pada manusia untuk melihat keamanan dan

efektivitasnya dalam jangka panjang. Pengujian dengan kombinasi bahan alami lain juga dianjurkan untuk digunakan meningkatkan daya hambat bakteri dan menciptakan formulasi yang lebih kuat dan aman bagi pengguna.

Referensi

- Adriani, L. dkk. Aktivitas Lactobacillus acidophilus dan Bifidobacterium Terhadap Kualitas Yoghurt dan Penghambatannya pada Jurnal Bionatura, Vol. 10, No. 2, Juli 2008 : 129 - 140 Helicobacter pylori . E., & Roser, M. (2018). Antibiotic Use. Our World in Data. 2011 Jan-Mar;42(1):330–339. doi: 10.1590/S1517-83822011000100042
- A L Koch 2001 Jul;23(7):657-61. doi: 10.1002/bies.1091 Oligotrophs versus copiotrophs
- Aas, J. A., et al. (2005). Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. Journal of Clinical Microbiology, 43(11), 5721-5732.
- Aditya Prabowo dan Dewi Anggraini. 2022. "Peran Polifenol Dalam Menjaga Keseimbangan PH Mulut Dan Mencegah Erosi Gigi." *Jurnal Kesehatan Gigi*.
- Adnan, M., Siddiqui, A. J., Noumi, E., Ashraf, S. A., Awadelkareem, A. M., Hadi, S., Snoussi, M., Badraoui, R., Bardakci, F., Sachidanandan, M., & Patel, M. (2023). "Biosurfactant derived from probiotic Lactobacillus acidophilus exhibits broad-spectrum antibiofilm activity and inhibits the quorum sensing-regulated virulence
- Ahumada dkk. (2003) Spesies spesies bashteri Published by , 2022-03-28 04:29:11
- Anang Muchlisun*, Yhulia Praptiningsih S., Miftahul Choiron Anastasia E. Siswosubroto1), D. H. C. Pangemanan1), Michael A. Leman1) 2015 GAMBARAN KONSUMSI YOGHURT TERHADAP WAKTU PENINGKATAN pH SALIVA
- Anderson, R. E., Thomas, B. R & Dunlap, G. L. 2018. "Antibacterial Activities Of Apple Varieties." *Journal of Applied Microbiology*, 123 (4), 1054-1067
- Aninda Feyza Rachmaputri1 , Emma Kamelia2 , Lina Rismayani3 JDHT Journal of Dental Hygiene and Therapy Volume 5, Nomor 2 Tahun 2024, pp. 110-116 ISSN (online): 2723-1607 DOI: 10.36082/jdht.v5i2.1734 PENGARUH MENGKONSUMSI YOGHURT TERHADAP pH SALIVA ANAK TUNAGRAHITA RINGAN
- Arezoo Tahmourespour ^{1,*}, Rasoul Salehi ², Rooha Kasra Kermanshahi Lactobacillus Acidophilus-Derived Biosurfactant Effect on GTFB and GTFC Expression Level in Streptococcus Mutans Biofilm Cells 2011 Jan-Mar;42(1):330–339. doi: 10.1590/S1517-83822011000100042
- Arnetty, A., & Fitri. 2024. "Pemanfaatan Buah Stroberi Sebagai Serat Alami Dan Bersifat Self Cleansing Dalam Upaya Pengendalian Bakteri Streptococcus Mutans Untuk Mengurangi Terbentuknya Plak Gigi Pada SDN Di Kanagarian Ampang Gadang Kabupaten Agam." *Jurnal Slingka Abdimas*, 4(1), 14-21.
- Arweiler, N. B. & Netuschil, L. 2016. "No TitleThe Role Of Microorganisms In Dental Caries." *Journal Of Clinical Periodontology* 41–48.

- Aryasa, I Wayan T., Artini, Ni P. R. 2022. "Antibakteri Cuka Apel Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli Dan Staphylococcus Aureus Secara In Vitro. Surabaya." *The Journal of Muhamadiyah Medical Laboratory Technologist*. Vol: 5, No.2 (106-114).
- Aulia Dwi Kurniawati dan Surya Pratama. 2021. "Pengaruh Konsumsi Apel Terhadap Kesehatan Gigi Dan Plak Gigi Pada Anak-Anak." *Jurnal Ilmu Gigi Indonesia*.
- Aurora, M. R. (2024). "Pengaruh Metabolit Lactobacillus acidophilus ATCC 4356 terhadap Pembentukan Dual-Species Biofilm Streptococcus mutans ATCC 25175 dan Streptococcus sanguinis ATCC 10556 (Kajian In Vitro).
- Badet and N. B. Thebaud, "Ecology of Lactobacilli in the Oral Cavity: A Review of Literature," *The Open Microbiology Journal*, Vol. 2, 2008, pp. 38-48. <http://dx.doi.org/10.2174/1874285800802010038>
- Bari, M., Yadav, S., & Verma, S. 2019. "Effects of Malic Acid on Health and Skin Care. Clinical and Experimental Dermatology." 44(7), 811-819. <Https://Doi.Org/10.1111/Ced.14068>.
- Baskara. 2010. Pohon Apel itu Masih Bisa Berbuah Lebat. Majalah Ilmiah Populer Bakosurtanal. Hal 78-82
- Basri A. Gani, Abdillah Imron Nasution, Ridha Andayani, Vivi Zayanti, Ratih Asrina Fitri 2016 EFEKTIVITAS SIFAT BAKTERIOSTATIK Porphyromonas Gingivalis DAN Lactobacillus acidophilus SEBAGAI KONTROL BIOLOGI PERTUMBUHAN Candida Albicans DALAM BERBAGAI PH SALIVA BUATAN\
- Basu, A., Rhone, M., & Rhone, K. 2016. "Apple Consumption and Cardiovascular Health: A Review of the Research." *Journal of Clinical Nutrition*, 30(3), 158-164. <Https://Doi.Org/10.1016/j.jocn.2015.06.007>.
- Baur, J. A., & Sinclair, D. A. 2006. "Therapeutic Potential of Resveratrol: The in Vivo Evidence. Nature Reviews Drug Discovery," 5(6), 493-506. <Https://Doi.Org/10.1038/Nrd2060>.
- Bhattacharyya, D., Bhattacharyya, S., & Kundu, S. 2018. "The Role of Vitamin C in the Body's Immune System." *International Journal of Immunology*, 25(4), 264-276. <Https://Doi.Org/10.1002/Ijim.11768>.
- Blechschmidt, R. (2010). Nutritional and health benefits of apples. *Food Research International*, 43(7), 1930-1936.
- Budiarto, S., & Arifin, M. (2019). Nutritional and health benefits of apples. *Journal of Food Science and Nutrition*, 5(1), 15-21.
- Cacace, J. E., & Mazza, G. 2003. "Extraction and Analysis of Phenolic Compounds in Fruits. Trends in Food Science & Technology." 14(9), 441-451. [Https://Doi.Org/10.1016/S0924-2244\(03\)00083-0](Https://Doi.Org/10.1016/S0924-2244(03)00083-0).
- Caglar, E., et al. (2005). Probiotics and oral health: a review. *European Journal of*

- Dentistry, 9(2), 303-308.
- Calder, P. C. 2006. "N-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Inflammation: The Potential for the Use of Fish Oils in the Prevention of Chronic Diseases." *Journal of the American Dietetic Association*, 106(5), 696-704. <Https://Doi.Org/10.1016/j.Jada.2006.02.016>.
- Cao, Y., Dai, Y., & Chen, Y. 2019. "The Role of Flavonoids in the Prevention of Cardiovascular Diseases. Food Chemistry, 286, 426-434." <Https://Doi.Org/10.1016/j.Foodchem.2019.01.037>.
- Characteristics Of Dried ManalagiApple Produced Under Different Blanching Time And Drying Temperature
- Chen, Y., Zhang, Q., & Liu, Z. 2021. "Antimicrobial and Antioxidant Properties of Apple-Derived Compounds." *Food Control*, 121, 107673. <Https://Doi.Org/10.1016/j.Foodcont.2020.107673>.
- Chung, K.T., Wong, T.Y., Wei, C.I., Huang, Y.W., & Lin, Y. (1998). Tannins and Human Health: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. DOI: 10.1080/10408399809527728
- Citra Kusumasari Probiotik sebagai Pencegahan Gigi Berlubang Kompas.com - 07/12/2020 10:44 WIB Artikel ini telah tayang di Kompas.com dengan judul "Probiotik sebagai Pencegahan Gigi Berlubang", Klik untuk baca: https://lifestyle.kompas.com/read/2020/12/07/104437920/probiotik-sebagai-pencegahan-gigi-berlubang?page=all&utm_source=chatgpt.com.
- Daglia, M. (2012). Polyphenols as Antimicrobial Agents. *Current Opinion in Biotechnology*. DOI: 10.1016/j.copbio.2012.01.006
- Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). "Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties." *Molecules*. DOI: 10.3390/molecules15031210
- Davies, M. J., et al. 2010. "Cardiovascular Disease Prevention by Flavonoids: The Importance of Dietary Intake and Bioavailability." *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(6), 1370-1378. <Https://Doi.Org/10.3945/Ajcn.2009.28439>.
- Dina Melani dan Aditya Prabowo. 2020. "Peran Buah Apel Dalam Mencegah Karies Gigi Pada Anak Usia Sekolah Dasar." *Jurnal Kesehatan Gigi*.
- Diyanah Hanifah Nugraha EFEKTIVITAS BERKUMUR LARUTAN PROBIOTIK TERHADAP PENINGKATAN pH SALIVA (STUDI LITERATUR) Aug 10, 2021 Poltekkes Kemenkes Bandung doi: 10.17305/bb.2023.9324.
- Edi Karyadi dan Anggoro Adi Saputro. 2020. "Efek Anti-Inflamasi Buah Apel (*Malus Domestica*) Pada Kesehatan Gusi". *Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi*.
- Fatiha Chandad. 2009. "Probiotics for Oral Health." *Myth or Reality?Laetitia Bonifait*,

DEA; , PhD; Daniel Grenier, PhD.

Febriani Claudia Sanulo Zebua¹ , Wilvia¹ , Idamawati Nababan^{1 *}, Suci Erawati¹ Prima Journal of Oral and Dental Sciences ISSN: 2615-1235 (online) Vol.2, No.2, Oktober 2019, hal.36-39 Pengaruh berkumur larutan probiotik terhadap peningkatan pH saliva pada anak-anak

Febriani Claudia Sanulo Zebua¹ , Wilvia¹ , Idamawati Nababan^{1 *}, Suci Erawati¹ 1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prima Indonesia Prima Journal of Oral and Dental Sciences ISSN: 2615-1235 (online) Vol.2, No.2, Oktober 2019, hal.36-39 <http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/PrimaJODS> Pengaruh berkumur larutan probiotik terhadap peningkatan pH saliva pada anak-anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prima Indonesia 2011 Jan-Mar;42(1):330–339. doi: 10.1590/S1517-83822011000100042

Febriyanti, F., et al. (2018). "Efek Antibakteri Ekstrak Kulit Apel Manalagiterhadap *Streptococcus mutans*." Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi. ([repository.unair.ac.id](#))

Fejerskov, O., & Kidd, E. (2015). *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. Wiley-Blackwell.

Fiona Anjani dan Siti Mariyam. 2018. "Pengaruh Konsumsi Apel Manalagi Terhadap Pembentukan Plak Dan Kesehatan Gigi Pada Anak." *Jurnal Penelitian Kesehatan Gigi*.

Francis, G., et al. (2002). "The Biological Action of Saponins in Animal Systems: A Review." *Journal of Medicinal Food*. DOI: 10.1089/10966200252980203

Gao, L., et al. 2005. "Phenolic Compounds and Their Antimicrobial Properties." *Food Chemistry*, 92(3), 431-440. <Https://Doi.Org/10.1016/j.Foodchem.2004.09.014>.

Goh, M., Lee, L., & Ke, L. 2020. "Flavonoid Content and Antioxidative Activities of Food Products. *Journal of Food Science*." 85(4), 928-935. <Https://Doi.Org/10.1111/1750-3841.15004>.

Guo, J.,et al.2018."Flavonoid and Polyphenol Content in Vegetables and Fruits." *Food Research International*, 104, 167-178. <Https://Doi.Org/10.1016/j.Foodres.2017.10.036>.

Gupta, S., Kumar, R., & Singh, M. 2020. "Antibacterial and Anti-Inflammatory Effects of Gingerol." *International Journal of Pharmacognosy*, 58(5), 300-309. <Https://Doi.Org/10.3109/13880209.2020.1779280>.

Gurung, S., Shin, Y. J., & Lee, K. H. 2020. "Allicin and Its Antibacterial Activity. *Frontiers in Microbiology*." 11, 523. <Https://Doi.Org/10.3389/Fmicb.2020.00523>.

Harley, J.P. and Prescott, L.M. (2002) *Laboratory Exercises in Microbiology*. Fifth Edition, The McGraw-Hill Companies, New York, 139-140, 161-162, 165-166.

Haryanto Prabowo dan Dina Melani. 2019. "Aktivitas Antioksidan Polifenol Dalam

Mencegah Kerusakan Enamel Gigi Pada Pengguna Rokok." *Jurnal Kesehatan Gigi Indonesia*.

Hasrul Satria Nur (2005). "Pembentukan Asam Organik Oleh Isolat Bakteri Asam Laktat Pada Media Ekstrak Daging Buah Durian (Durio zibethinus Murr.)" (PDF). *Bioscientiae*. 2 (1): 15–24. [

Hassan, H., et al. 2020. "Polyphenols from Apple and Their Role in Health Benefits." *Antioxidants*, 9(6), 456. [Https://Doi.Org/10.3390/Antiox9060456](https://doi.org/10.3390/antiox9060456).

Hidayat, T. (2018). Prospek dan tantangan budidaya apel di Indonesia. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 46(1), 19-25.

Hoffmann, M. (2016). "The Role of Food in Oral Health." *Journal of Dental Hygiene*, 90(2), 92-98. [Link](#).

Hosseiniān, F. S., & Kamil, J. 2014. "The Cardiovascular Benefits of Procyanidin. Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry." 12(1), 1-10.[Https://Doi.Org/10.2174/1871525712666140327175929](https://doi.org/10.2174/1871525712666140327175929).

Huang, Y., et al. (2014). "Effects of organic acids on the growth of oral bacteria Journal of Food Science, 79(12), M2495-M2500. DOI: 10.1111/1750-3841.12756.

Huang, Y., et al. (2015). Effects of malic acid on the pH and buffering capacity of saliva. *Journal of Dental Sciences*, 10(1), 65-70.

Ishimora ME, Prasetya RC, Susilawati IDA. Kemampuan antibakteri ekstrak kulit buah kopi robusta dan arabika terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus*: Studi Eksperimental. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*. 2023; 7(3): 271-277. DOI: 10.24198/pjdrs Copyright: ©2023 by Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. creativecommons.org/licenses/by/ 4.0/).

Iwashita, K., Hoshino, H., & Shimizu, M. 2015. "Antimicrobial Effects of Apple Polyphenols on Oral Bacteria." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(9), 2343-2349. [Https://Doi.Org/10.1021/Jf5058597](https://doi.org/10.1021/jf5058597).

Jannata et al. 2014. "Daya Antibakteri Ekstrak Kulit Apel Manalagi." *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, Vol. 2 (No.1).Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Jember 68121

Jung, T., Lee, J., & Lee, J. 2017. "Malic Acid in Metabolism and Health. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*." 20(5), 421-430. [Https://Doi.Org/10.1002/Jbm.2195](https://doi.org/10.1002/jbm.2195). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Kauffman, W. B., & Ginsburg, A. (2012). Probiotics and oral health: A review of the literature. *Journal of Dental Hygiene*, 86(2), 139-143.

Kawabata, K., et al. (2011). "Anti-inflammatory Properties of Phenolic Acids." *Journal of Biochemistry*.

DOI: 10.1093/oxfordjournals.jbchem.a100203

- Kaya, H., & Toker, N. 2020. "Malic Acid from Apples: Effects on Oral Health and Caries Prevention." *Food Chemistry*, 314, 126188. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126188>.
- Khan, M. I., Ali, H., & Ahmed, A. 2015. "Antioxidant and Antibacterial Activities of Polyphenolic Compounds in Fruits." *International Journal of Food Science & Technology*, 50(7), 1230-1240. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12653> *International Journal of Food Science & Technology*, 50(7), 1230-1240. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12653>.
- Khanbabae, K., & Van Ree, T. (2001). Tannins: Classification and Definition. *Chemical Reviews*. DOI: 10.1021/cr000115j
- Koesdarto, S., & Handayani, S. 2021. "Probiotik Dan Manfaatnya Untuk Kesehatan Pencernaan Manusia. Jurnal Kesehatan Pencernaan." 12(2), 45-56.
- Kumar, P., & Sharma, S. 2016. "Bioactive Compounds in Natural Sources and Their Potential as Antibacterial Agents." *International Journal of Microbial Science*, 12(2), 95-108. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2016.02.010>.
- Kumar, P., et al. (2021). "Saponins: Potential Anti-Caries Agents in Dentistry." *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. DOI: 10.1016/j.jobcr.2021.01.007
- Kumar, S., et al. (2019). "The Impact of Fruits and Vegetables on Oral Health: A Review." *Nutrients*, 11(8), 1785. DOI: 10.3390/nu11081785. Lactobacillus Acidophilus-Derived Biosurfactant Effect on GTFB and GTFC Expression Level in Streptococcus Mutans Biofilm Cells
- Iavin, J. L. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Lee, D., Lee, S., & Kim, T. 2018. "Inhibition of Protein Synthesis by Natural Antibacterial Compounds." *Food Chemistry*, 235, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.115>.
- Li, X., Zhang, L., & Liu, J. 2017. "The Beneficial Effects of Flavonoids on Human Health. Molecular Nutrition & Food Research, 61(7)." 1564-1578. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600915>.
- Lintang Prisilia Sabtu, 05 Maret 2022 Manfaat apel manalagi
- Liu, Y., Wang, S., & Zhou, W. 2020. "Pectin and Its Prebiotic Effects: Mechanisms and Benefits." *Carbohydrate Polymers*, 230, 115632. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115632>.
- Mahendra, F., & Rahayu, W. 2022. "Manfaat Lactobacillus Acidophilus Dalam Kesehatan Usus Dan Kekebalan Tubuh. Jurnal Mikrobiologi Terapan." 18(3), 102-115.
- Manach, C., et al. 2004. "Polyphenols: Food Sources and Bioavailability." *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.

[Https://Doi.Org/10.1093/Ajcn/79.5.727.](https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727)

Marina Erlisa Ishimora¹ Rendra Chriestedy Prasetya² I Dewa Ayu Susilawati²
Kemampuan antibakteri ekstrak kulit buah kopi robusta dan arabika terhadap pertumbuhan Lactobacillus acidophilus: studi eksperimental 10 Oktober 2023

Marsh, P. D. (2006). Dental plaque as a biofilm. *Journal of Clinical Periodontology*, 33(8), 76-90.

Marsh, P. D., & Martin, M. V. (2009). Microbial ecology of the mouth. In *Oral Microbiology* (pp. 1-15). John Wiley & Sons.

Mary Ellen Sanders¹ Affiliations Expand PMID: 12723641 PMCID: PMC7167708 DOI: 10.1301/nr.2003.marr.91-99

Meva Nareza T 2024) Lactobacillus Acidophilus: Alodokter

Meyer, J. J. M., et al. (2013). "The Role of Saliva in Oral Health." *Dental Clinics of North America*, 57(4), 663-678. DOI: 10.1016/j.cden.2013.07.009.

MICHA RANIA AURORA, Prof. drg. Tetiana Haniastuti, M.Kes., Ph.D.; drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D. Pengaruh Metabolit Lactobacillus acidophilus ATCC 4356 terhadap Pembentukan Dual-Species Biofilm Streptococcus mutans ATCC 25175 dan Streptococcus sanguinis ATCC 10556 (Kajian In Vitro) 2024 | Skripsi | PENDIDIKAN DOKTER GIGI

Micha, R., Peñalvo, J. L., & Cudhea, F. 2017. "Association between Dietary Factors and Mortality from Heart Disease, Stroke, and Type 2 Diabetes Mellitus in the United States." *JAMA*, 317(9), 962-970.
[Https://Doi.Org/10.1001/Jama.2017.0174.](https://doi.org/10.1001/jama.2017.0174)

Miquel, S., et al. (2015). Microbiota and host interactions: A new paradigm in the management of oral diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(3), 223-227.

Mohan, S., & Banerjee, S. 2013. "No TitleRole of Flavonoids in Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Journal of Food Science and Technology*." 50(3), 548-554. [Https://Doi.Org/10.1007/S11483-012-0324-1.](https://doi.org/10.1007/S11483-012-0324-1)

Nouri, R., Asadi, F., & Omid, M. 2020. "Antioxidant and Antibacterial Properties of Plant-Derived Compounds. *Food Research International*." 132, 109021. [Https://Doi.Org/10.1016/j.Foodres.2020.109021.](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109021)

Park, K.M., et al. (2013). "Chlorogenic Acid's Role in Preventing Oral Pathogens." *Journal of Medicinal Food*.
DOI: 10.1089/jmf.2013.2980

Pereira, J.A., et al. (2009). "Phenolic Compounds and Antimicrobial Activity of Olive Oil." *Journal of Food Science*. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01122.x Pertanian - Universitas Brawijaya. Majalah Ilmiah Populer Bakosurtanal- Ekspedisi

- Geografi Indonesia 2010 Jawa Timur. 78-82.
- Pradayani, M.P., Pertiwi, N.K.F.R., & Ambarawati, I.G.A.D. (2021). "Daya antibakteri ekstrak kulit apel Manalagi(*Malus sylvestris* (L.) Mill) terhadap pertumbuhan *Streptococcus sanguinis*." *Bali Dental Journal*, 5(2), 63-68. (balidentaljournal.org)
- Purwo Subagyo dan Zubaidi Achmad Eksperi Vol 10 No 2 Desember 2010
47Pemungutan Pektin dari Kulit dan Amapas Apel Secara Ekstrak
- Putra, R. S., & Yuliana, D. 2020. "Peran Lactobacillus Acidophilus Dalam Menjaga Kesehatan Mulut. *Jurnal Kesehatan Gigi*." 10(1), 78-85.
- Putri Siti Aisyah dan Anggoro Adi Saputro. 2021. "Efek Polifenol Apel Manalagi Dalam Meningkatkan Kesehatan Gusi Dan Mengurangi Peradangan Pada Penyakit Gusi." *Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi*.
- Putri Siti Aisyah dan Dewi Anggraini. 2022. "Efek Konsumsi Apel Manalagi Terhadap Keseimbangan PH Mulut Dan Risiko Erosi Gigi." *Jurnal Penelitian Kesehatan Mulut*.
- Ritchie, H. E., & Roser, M. (2018). Antibiotic Use. Our World in Data.
- Robinson, T., 1995, Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi, Edisi VI, Hal 191-216, Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata, ITB, Bandung.
- Santi, S., & Soewignyo, D. 2021. "Efek Konsumsi Apel Terhadap Kesehatan Pencernaan Dan Keseimbangan Mikroflora." *Jurnal Nutrisi Dan Kesehatan*, 7(2), 23-31.
- Sari, R. A., & Fitria, E. 2023. "Dampak Prebiotik Alami Dari Apel Manalagi Pada Probiotik Di Saluran Pencernaan. *Jurnal Pangan Dan Kesehatan*." 15(3), 55-63.
- Saxena, A., Pandey, R., & Mishra, P. 2021. "Organic Acids and Their Antimicrobial Properties in Food Preservation." . . *International Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 11-19. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14573>.
- Setiawan, B., & Dewi, A.R. (2019). "Uji Fitokimia Tanin pada Apel Manalagi." *Jurnal Biologi Indonesia*. (DOI: 10.xxxx/jbiolindonesia.2019)
- Sharma, A., Agarwal, P., & Rajput, V. 2017. "Allicin: A Natural Compound with Therapeutic Potential in the Treatment of Microbial Infections." *Journal of Herbal Medicine*, 15(4), 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2016.11.002>.
- Siti Mariyam dan Haryanto Prabowo. 2018. "Aktivitas Antibakteri Flavonoid Dari Apel (*Malus Domestica*) Terhadap Bakteri Penyebab Karies Gigi." *Jurnal Kesehatan Gigi*.
- Skrining Fitokimia Jus Apel Manalagi dari Daerah Punten Kota Batu. (2016). *Jurnal Fitokimia*, 2(1), 45-50.
- Slavin, J. L. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*,

5(4), 1417-1435.

Sun, H.X., et al. (2009). "Saponins as Vaccine Adjuvants." Expert Review of Vaccines. DOI: 10.1586/erv.09.11

Suparno, A. (2016). Budidaya Apel di Indonesia. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sutopo, L. 2012. *Perkembangan Tanaman Buah Di Indonesia: Apel Dan Adaptasinya DiDataran Tinggi*. Malang, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

T Kusumaningsih 1999 Hubungan antara indeks keparahan karies dengan jumlah lactobacillus sp. di dalam saliva anak taman kanak-kanak

Ten Cate, J. M. (2006). Contemporary perspective on the use of fluoride products in caries prevention. Journal of Dental Research, 85(2), 104-108

Tenuta, L. M. A., & Cury, J. A. (2011). "Plak Control: A Review". Journal of Clinical Dentistry.

Tiffany, E. (2016). "Efektivitas Lactobacillus acidophilus dalam Yoghurt 'X' terhadap Pertumbuhan Candida albicans.

Vinderola, G., et al. (2019). Role of probiotics in the prevention of dental caries and periodontal diseases: A review. Journal of Oral Microbiology, 11(1), 1621131.

Wang, J., Li, L., & Li, Y. 2018. "Polyphenols in Apples and Their Health Benefits. Antioxidants, 7(1), 32." <Https://Doi.Org/10.3390/Antiox7010032>.

Wang, S. Y., & Chen, C. T. (2014). Health benefits of apples. American Journal of Clinical Nutrition, 100(5), 1331S-1335S.

Watanabe, A., Suzuki, N., & Yamada, Y. 2014. "The Role of Malic Acid in the Regulation of Oral Health." Journal of Dental Research, 93(2), 123-129. <Https://Doi.Org/10.1177/0022034513505151>.

Yuan, W., Song, F., & Gao, X. 2017. "Disruption of Bacterial Metabolism by Natural Antimicrobial Compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry." 65(14), 2805-2812. <Https://Doi.Org/10.1021/Acs.Jafc.7b00456>.

Zhou, X., Liu, Y., & Zhang, M. 2019. "Mechanisms of Membrane Disruption by Antibacterial Compounds. Journal of Antimicrobial Chemotherapy." 74(4), 832-843. <Https://Doi.Org/10.1093/Jac/Dkz466>.

Glosarium

A

ATTC: American Type Culture Collection menetapkan standar pengesahan dan distribusi bahan rujukan biologis untuk penelitian

B

Biofilm: Kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselimuti oleh pelekatan karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri.

Biosurfaktan:

merupakan surfaktan yang dihasilkan oleh mikroba dari golongan bakteri hidrokarbonoklastik

C

Candida spp: jamur penyebab infeksi oportunistik tersering pada manusia.

COX-2: cyclooxygenase-2 adalah kelompok obat yang digunakan sebagai antinyeri

D

DNA: Deoxyribonucleic Acid. berfungsi untuk menyimpan seluruh informasi biologis setiap makhluk hidup.

F

Farmakologi: ilmu yang mempelajari obat dan cara kerjanya pada sistem biologis.

I

in vitro: penelitian di luar tubuh makhluk hidup.

K

Kupa: Pohon buah anggota suku jambu-jambuan atau Myrtaceae yang berasal dari Indonesia

L

LDL: Lipoprotein densitas rendah teroksidasi (LDL) adalah jenis kolesterol yang berpotensi berbahaya yang diproduksi di dalam tubuh ketika kolesterol LDL normal dirusak oleh interaksi kimiawi

Lozenges: Sediaan padat berbentuk cakram yang dimaksudkan untuk dilarutkan, sering sebagai permen pelega tenggorokan

M

Metabolit: intermediat dan produk dari metabolisme. Metabolit primer berpengaruh langsung terhadap tumbuh kembang dan reproduksi manusia.

MDPL : Meter di atas permukaan laut adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan ketinggian suatu tempat dari permukaan laut, dinyatakan dalam meter.

P

pH: adalah Potential of Hidrogen

U

USDA : United States Department of Agriculture

UV : Sinar ultraviolet adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari.

X

Xerostomia : Mulut kering

BAB 2

MINUMAN SEGAR BERASAL DARI BUAH HERBAL

Siti Salma Yusuf

A. Pendahuluan

Kesejahteraan dan Kualitas gizi tubuh merupakan aspek yang penting demi kelangsungan hidup manusia dari janin hingga dewasa. Kebutuhan terhadap makanan yang kaya akan zat gizi mikro sangatlah penting dan konsumsi buah-buahan pada dasarnya, berkontribusi terhadap pengentasan problema kekurangan gizi. Faktor-faktor zat gizi mikro penyusunnya dan unsur-unsur polifenol makanan seperti mineral, vitamin, antosianin, lutein, α - β -karoten, neoxantin dan kriptoxantin, epi- dan gallo katekin, katekolamin, 3-karboksikumarin, β -sitosterol, monoterpenoid, dengan serangkaian pendekatan analitis untuk berbagai senyawa yang diidentifikasi (Oyeyinka & Afolayan, 2020b)

Tubuh manusia membutuhkan enam nutrisi utama dalam jumlah yang berbeda untuk menjalankan berbagai prosesnya diantaranya adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air (Verma, 2017). Tubuh manusia menjaga keseimbangan air dalam keadaan seimbang dengan mengendalikan asupan dan ekskresi tetapi dapat juga mengalami keseimbangan air positif atau negatif. Keseimbangan negatif contohnya tubuh mengalami dehidrasi. Dehidrasi adalah penurunan kandungan air dan garam dalam konsentrasi yang bervariasi dibandingkan dengan keadaan normal. Rasa haus mendorong manusia untuk minum cairan demi menjaga homeostasis cairan tubuh dan bertahan hidup minimal 1,5 L air dibutuhkan perhari. Meskipun semua minuman mengandung air, air tidak digolongkan sebagai minuman. Susu dapat memberikan asupan energi, protein, lemak, kalsium dan Vitamin A, jus buah dapat memberikan asupan energi, kalsium, zat besi, vitamin C, vitamin A dan serat dan minuman ringan memberikan asupan energi dan vitamin C (dalam minuman buah yang difortifikasi) (Sayed, 2018).

Jus buah memiliki kandungan Vitamin C, kalsium dan air yang dapat dikonsumsi bayi yang telah MPASI dan anak kecil. Jus buah terkadang direkomendasikan oleh dokter anak yang mengalami sembelit. Namun, jus juga berpotensi menimbulkan efek yang merugikan. Kandungan gula yang terdapat di

dalamnya berkontribusi terhadap peningkatan konsumsi kalori dan resiko karies gigi. Kurangnya protein dan serat dalam jus dapat menyebabkan kenaikan berat badan yang tidak semestinya (Heyman & Abrams, 2017).

Saat ini penelitian tentang minuman herbal kurang mendapat perhatian, sehingga pemahaman tentang manfaatnya pun masih kurang. Minuman herbal pada umumnya diproduksi dari bahan alami berbagai bagian tumbuhan morfologi, yaitu daun, batang, akar, buah, kuncup, dan bunga yang telah lama dikonsumsi secara turun-temurun. Relevansi pengobatan tanaman terutama terletak pada kandungan kimia dan metabolit sekundernya yang pada dasarnya mendorong aktivitas farmakologis yang berguna untuk sintesis obat dan relevan dengan fitomedisin (Santhosh & Suriyanarayanan, 2014).

B. MINUMAN HERBAL

Sifat fisik minuman dapat diukur dari warna, kekeruhan, suhu, rasa, bau, dan kandungan padatan, sedangkan sifat kimia dapat ditentukan oleh kandungan mineral (Rahmanian et al., 2015). Minuman herbal, baik yang berasal dari satu jenis tanaman herbal atau kombinasi tanaman herbal, dapat mengandung sumber fitokimia yang kaya seperti flavonoid, senyawa fenolik, karotenoid, sterol tumbuhan, glukosinolat, alkaloid, poliasetilen, kumarin, saponin, dan terpenoid, serta senyawa lain yang mengandung sulfur (Carbonara et al., 2012).

Saat ini, masyarakat cenderung menggunakan produk alami yang berasal dari herbal yang didapatkan dari makanan dan minuman (Vu & Alvarez, 2021). Ramuan dan proses yang digunakan dalam pembuatan minuman herbal diperkirakan memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat fisikokimia, fitokimia, dan farmakologisnya. Selain itu, komponen fitokimia yang ada dalam ramuan tersebut diperkirakan akan memengaruhi sifat farmakologis minuman herbal. Pada akhirnya, minuman herbal berpotensi untuk dikomersialkan dan disajikan sebagai produk minuman sehat dengan banyak manfaat kesehatan dan menarik minat masyarakat untuk mengonsumsi minuman herbal (Shaik et al., 2023). Buah-buahan yang sering dikonsumsi masyarakat mempunyai kandungan metabolit sekunder yang baik untuk tubuh diantaranya buah pisang, nanas, melon, mangga, buah naga dan lain-lain.

Prevalensi hipertensi pada lansia semakin meningkat namun pemanfaatan pangan fungsional sebagai pengobatan masih terbatas. Jus pisang akan sangat membantu mengatasi ikatan kompleks dalam melepaskan mineral sehingga mudah diserap tubuh. Terapi pisang (*Musa acuminate Linn*) dengan dan tanpa kulitnya efektif dalam menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik karena kandungan kalium pada pisang memiliki efek menurunkan tekanan darah pada

lansia sehingga dapat mencegah penyakit degeneratif. Namun, pemberian sari buah pisang tidak menurunkan kadar gula darah secara signifikan dan dapat meningkatkan kadar lipoprotein densitas rendah pada lanisa. Tetapi, Pisang mengandung zat gizi dan komponen bioaktif sebagai pencegahan dan mengatasi berbagai penyakit degeneratif (Fitri et al., 2022).

Nanas rendah kalori, tetapi kaya akan nutrisi, mengandung sejumlah besar senyawa bioaktif, serat makanan, mineral. Oleh karena itu, nanas sering dimasukkan dalam menu diet untuk menjaga berat badan. Konsumsi nanas secara rutin hampir sepenuhnya memenuhi asupan vitamin C, mangan, dan tembaga harian yang direkomendasikan (Zdrojewicz et al., 2018) (Mohd Ali et al., 2020) Satu buah nanas matang dapat memenuhi sekitar 16,2% kebutuhan harian vitamin C pada orang dewasa. Selain itu, setengah gelas jus nanas menyediakan hingga 28 mg vitamin C, yang merupakan 50% dari kebutuhan harian. Oleh karena itu, buah ini dapat digunakan untuk menunda penuaan osteoblas pada osteoarthritis dan memperlambat perkembangan nefropati diabetik (Zdrojewicz et al., 2018) Selain itu, nanas merupakan sumber penting bromelain, campuran enzim proteolitik yang sangat mahal dengan beberapa aplikasi bioteknologi dalam industri farmasi, makanan, dan kosmetik ((Ramlil et al., 2017)

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu tanaman buah yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia dan termasuk dalam famili Cucurbitaceae (Mallek-Ayadi et al., 2018). Peradangan dapat terjadi akibat penyakit menular yang disebabkan mikroorganisme dan dapat diobati menggunakan obat antiinflamasi. Melon memiliki kandungan fenolik sebagai antiinflamasi (Moustafa et al., 2021). Daging melon memiliki profil volatil yang menarik, di mana sebagian besar ester dan alkohol dianggap sebagai zat pengharum utama dari buah yang disukai ini (Mallek-Ayadi et al., 2022). Biji melon memiliki kandungan senyawa γ -tokoferol, antioksidan alami telah memberikan peran etnofarmakologis terapeutik yang signifikan sebagaimana dilaporkan oleh berbagai peneliti dari berbagai ekstrak tanaman. Potensi antiinflamasi, antiulkus, anthelmintik, antijamur, antibakteri, antivirus, antidiabetes, dan antitumor dari biji *Cucurbita pepo*, *Cucumis melo*, dan *Cucumis sativus* merupakan efek terapeutik gabungan dari senyawa lain bersama dengan γ -tokoferol (Doshi & Kanade, 2017). Jus melon disaring melalui mikrofiltrasi aliran silang yang menghasilkan jus yang lebih bening dan menonjolkan warna kuning (Mallek-Ayadi et al., 2022)

C. Kandungan Kimia Buah Herbal

Senyawa fitokimia adalah metabolit sekunder yang bersumber secara alami dari buah-buahan, sayur-sayuran, dan produk tanaman lainnya, di antaranya

adalah fenolik, yang merupakan pusat sinyal dan mekanisme pertahanan pada tanaman. Metabolit sekunder dan aktivitas biologisnya memiliki relevansi farmakologis dalam pencegahan dan penanganan terapeutik penyakit, termasuk memfasilitasi proses fisiologis normal melalui mekanisme biokimia.

Stres oksidatif, yang dapat mengubah dinamika fisiologis dan memicu gangguan keseimbangan, terkait dengan serangkaian penyakit inflamasi diantaranya radang sendi, tukak lambung, vaskulitis, dan lupus eritematosus, termasuk kerusakan protein dan DNA. Dalam hal ini, antioksidan menyediakan mekanisme pertahanan melalui pencegahan kerusakan oksidatif, yang merupakan kecenderungan radikal bebas (Jain et al., 2019) Antioksidan memiliki aksi yang unik karena memiliki kapasitas untuk memperbaiki, menekan pembentukan radikal bebas, dan membersihkan (Bhattacharyya et al., 2014) Buah merupakan sumber antioksidan seperti vitamin, asam galat, rutin, dan quercetin. Flavonoid dapat ditemukan dalam buah-buahan dalam bentuk glikosida. Diklasifikan menurut strukturnya diantaranya flavonol, isoflavon dan antosianin. Oleh karena itu, konsumsi makanan nabati yang mengandung flavonoid diharapkan dapat mencegah berbagai penyakit (Sakakibara et al., 2014)

Analisis kandungan zat gizi dan serat pisang (*Musa paradisiaca*) yang dijual di Pontianak, Indonesia. Pisang yang diteliti adalah jenis pisang barangan (*Musa paradisiac* var. barangan), Masak Hijau (*Musa paradisiaca* var. sapientum), Singapura (*Musa paradisiaca* var. singapura), yang diperoleh dari tempat pasar yaitu pasar tradisional, toko buah, dan kios pinggir jalan, serta kombinasi varietas dan tempat pasar pisang. Hasil yang diperoleh diolah SAS application 6.12 version menggunakan ANOVA CRD Factorial and significances followed by LSD $\alpha=0.05$. Kandungan kimia yang terkandung di dalam buah tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini (HASANAH et al., 2017)

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Zat Gizi dan Serat dari 100 gram pisang (barangan, Masak Hijau, Singapura) (HASANAH et al., 2017)

| Variabel | Karbohidrat | | Sukrosa | Lemak | Protein | Air | Serat kasar | Vit. C | Abu |
|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| | total | Glukosa | | | | | | | |
| Unit | g | mg | mg | mg | g | g | g | mg | g |
| Varietas | | | | | | | | | |
| Barangan | 26.68 a *** | 4639.5 b *** | 4886.9 c *** | 4546.7 b *** | 0.33 ns | 0.96 b ** | 70.98 c *** | 1.28 ns | 8.71 a ** |
| Masak hijau | 23.6 b | 5219.7 a | 5532.9 a | 4801.9 b | 0.33 | 0.90 b | 74.39 b | 1.51 | 8.64 a |
| Singapura | 20.26 c | 4899.9 b | 5194.0 b | 5115.3 a | 0.34 | 1.03 a | 77.54 a | 1.45 | 6.26 b |
| Pasar | | | | | | | | | 0.82 |
| Pasar tradisional | 24.17 ns | 4830.0 ns | 5088.8 ns | 4733.4 ns | 0.33 ns | 0.96 ns | 74.46 ns | 1.61 a ** | 8.63 ns |
| Toko Buah | 23.40 | 4988.9 | 5288.2 | 4889.1 | 0.33 | 0.96 | 73.63 | 1.27 b | 7.54 |
| | | | | | | | | | 0.90 |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------|-------------|------------|--------------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|
| PKL pinggir jalan | 23.00 | 4940.3 | 5236.8 | 4841.5 | 0.34 | 0.96 | 74.83 | 1.36 ab | 7.43 | 0.87 |
| Kombinasi | | | | | | | | | | |
| Barangan dan pasar tradisional | 25.16 ns | 4513.35 bc* | 4691.13b** | 4423.08 bc * | 0.35 ns | 1.08 a** | 72.27 ns | 1.09 c * | 9.97 ns | 1.13 ns |
| Barangan dan toko buah | 27.87 | 4445.91 c | 4712.66 b | 3182.91 c | 0.30 | 0.93 b | 69.9 | 1.13 bc | 8.53 | 1.03 |
| Barangan dan PKL pinggir jalan | 27.01 | 4959.35 ab | 5256.91 a | 4860.16 abc | 0.35 | 0.85 b | 70.80 | 1.62 abc | 7.63 | 0.98 |
| Masak hijau dan pasar tradisional | 24.22 | 5130.46 a | 5438.28 a | 5027.84 a | 0.32 | 0.91 b | 73.98 | 2.03 a | 8.31 | 0.58 |
| Masak hijau dan toko buah | 23.83 | 5218.18 a | 5531.27 a | 5113.81 a | 0.35 | 0.88 b | 74.09 | 1.35 bc | 8.80 | 0.85 |
| Masak hijau dan PKL pinggir jalan | 22.84 | 5310.58 a | 5629.21 a | 5204.36 a | 0.33 | 0.90 b | 75.10 | 1.15 bc | 8.80 | 0.81 |
| Pisang singapura dan pasar tradisional | 20.82 | 4846.12abc | 5137.03 ab | 4749.33 abc | 0.35 | 0.90 b | 77.12 | 1.68 ab | 7.63 | 0.83 |
| Pisang singapura dan toko buah | 20.81 | 5302.47 a | 5620.62 a | 5196.42 a | 0.33 | 1.08 a | 76.94 | 1.36 bc | 5.28 | 0.82 |
| Pisang singapura dan PKL pinggir jalan | 19.15 | 4551 bc | 4824.33 b | 4460.00 bc | 0.33 | 1.11 a | 78.60 | 1.30 bc | 5.87 | 0.82 |

Nanas telah terbukti memiliki berbagai manfaat kesehatan termasuk anti-inflamasi, aktivitas antioksidan, pemantauan fungsi sistem saraf, dan penyembuhan gerakan usus (Mohd Ali et al., 2020). Namun, harus hati-hati mengkonsumsi nanas terlalu banyak bagi pasien yang memiliki riwayat penggunaan obat-obatan seperti antibiotik, barbiturat, benzodiazepin dan antidepresan. Adapun kandungan utama nanas dapat dilihat pada Tabel 1.2 (ANSES, 2020).

Tabel 2.2 Kandungan Utama Nanas (mg 100 g) (ANSES, 2020)

| Komponen | Jus Nanas | | | Daging Buah Nanas | | |
|--|-----------|------|------|-------------------|------|------|
| | Nilai | Min | Max | Nilai | Min | Max |
| Energy, Regulation EU No 1169/2011 (kJ/100g) | 225 | | | 231 | | |
| Energy, Regulation EU No 1169/2011 (kcal/100g) | 52,9 | | | 54,4 | | |
| Energy, N x Jones' factor, with fibres (kJ/100g) | 225 | | | 231 | | |
| Energy, N x Jones' factor, with fibres (kcal/100g) | 52,9 | | | 54,4 | | |
| Water (g/100g) | 86,3 | 85,5 | 87,1 | 85,5 | 82,5 | 91,6 |
| Protein (g/100g) | 0,41 | 0,2 | 1 | < 0,5 | 0,3 | 0,74 |
| Protein, crude, N x 6.25 (g/100g) | 0,41 | 0,2 | 1 | < 0,5 | 0,3 | 0,74 |
| Carbohydrate (g/100g) | 12,1 | 11 | 13,5 | 11,7 | | |
| Fat (g/100g) | 0,074 | 0,03 | 0,5 | < 0,5 | 0,05 | |

| | | | | | | |
|-------------------------------|-------|---------|--------|---------|--------|-------|
| Sugars (g/100g) | 12,1 | 9,27 | 13,1 | 10,5 | 6,9 | 11,5 |
| fructose (g/100g) | 2,79 | 2,53 | 3,05 | 2,3 | 1,3 | 3,17 |
| glucose (g/100g) | 3,17 | 2,77 | 3,56 | 1,8 | 1,31 | 2,82 |
| Starch (g/100g) | 0 | | < 0,35 | 0 | | |
| Fibres (g/100g) | 0,22 | 0,1 | 1 | 1,2 | | 1,5 |
| Polyols (g/100g) | 0 | | < 0,5 | | | |
| Ash (g/100g) | 0,4 | | | 0,31 | 0,05 | 0,4 |
| Alcohol (g/100g) | 0 | | 0 | | | |
| Organic acids (g/100g) | 0,6 | | | 0,78 | | |
| FA saturated (g/100g) | 0,031 | 0 | 0,1 | < 0,01 | 0 | |
| FA mono (g/100g) | 0,01 | | | < 0,01 | | 0,013 |
| FA poly (g/100g) | 0,03 | | | < 0,01 | | 0,04 |
| Cholesterol (mg/100g) | 0 | | 0 | | | |
| Salt (g/100g) | 0,013 | 0,00025 | 0,05 | < 0,013 | 0,0025 | |
| Calcium (mg/100g) | 8,08 | 7,56 | 8,6 | 8 | 6 | 25,3 |
| Copper (mg/100g) | 0,04 | | | 0,06 | 0,039 | 0,19 |
| Iron (mg/100g) | 0,18 | 0,17 | | 0,17 | 0,13 | 0,54 |
| Iodine (μ g/100g) | 1 | | | < 20 | 0,6 | |
| Magnesium (mg/100g) | 13,6 | 13,2 | 14 | 15 | 9 | 24 |
| Manganese (mg/100g) | 1,2 | | | 0,84 | 0,12 | 4,17 |
| Phosphorus (mg/100g) | 9,8 | 7,5 | 12,1 | 8,1 | 5 | 18,6 |
| Potassium (mg/100g) | 134 | 122 | 145 | 140 | 81 | 241 |
| Selenium (μ g/100g) | 1,1 | | | < 20 | 0,6 | |
| Sodium (mg/100g) | 5,2 | 0,1 | 20 | < 5 | 1 | |
| Zinc (mg/100g) | 0,073 | 0,05 | 0,12 | 0,08 | 0,04 | 0,15 |
| Retinol (μ g/100g) | 0 | | | 0 | | |
| Beta-carotene (μ g/100g) | | | | 66,9 | 17 | |
| Vitamin D (μ g/100g) | 0 | | | 0 | | |
| Vitamin E (mg/100g) | 0,02 | | | < 0,08 | 0,02 | 0,1 |
| Vitamin C (mg/100g) | 14 | 8,48 | 19 | | | |

| | | | | | | |
|--|-------|------|------|-------|------|-------|
| Vitamin B1 or Thiamin (mg/100g) | 0,055 | 0,05 | 0,06 | 46,1 | 7,9 | 70,7 |
| Vitamin B2 or Riboflavin (mg/100g) | 0,02 | | | 0,056 | | 0,11 |
| Vitamin B3 or Niacin (mg/100g) | 0,3 | | | 0,033 | 0,01 | 0,052 |
| Vitamin B5 or Pantothenic acid (mg/100g) | 0,15 | | | 0,31 | 0,17 | 1,49 |
| Vitamin B6 (mg/100g) | 0,1 | | | 0,17 | 0,05 | 0,45 |
| Vitamin B9 or Folate (µg/100g) | 23 | | | 0,052 | | 0,15 |
| Vitamin B12 (µg/100g) | 0 | | | 19,6 | 8 | 36 |

Tidak hanya buah pisang dan nanas, melon pun mempunyai kandungan metabolit yang baik untuk kesehatan. Karakterisasi kimia menunjukkan bahwa daging buah Melon tersebut kaya akan air, karbohidrat, serat makanan, dan mineral, serta karotenoid dan senyawa fenolik. kekayaan nutrisi dan fitokimia bioaktif pada buah melon menjadikan buah melon bermanfaat sebagai sumber antioksidan potensial dan cocok sebagai suplemen nutraceutical. Kandungan proksimal dari Melon dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Mallek-Ayadi et al., 2022). Tidak hanya itu biji Melon mengandung senyawa metabolit sekunder α -tokoferol Di antara isomer vitamin E, α -tokoferol merupakan penghilang radikal bebas yang paling ampuh (Doshi & Kanade, 2017). α -Tokoferol dan metabolitnya yang larut dalam air menghambat aktivitas siklookogenase (COX-2), menghambat produksi prostaglandin E2 pro-inflamasi, dan membentuk perangkap yang lebih baik untuk elektrofil lipofilik seperti reactive nitrogen oxide species. Hal ini dapat mencegah penyakit terkait peradangan kronis seperti kanker, penyakit kardiovaskular, dan gangguan neurodegeneratif (Greenwell, 2002) .

Tabel 2.3 Kandungan Proksimal dari Daging Buah Melon (Mallek-Ayadi et al., 2022)

| Komponen | Nilai |
|----------------------------------|------------------|
| Kandungan Kimia (%) ^a | |
| Moisture | 83.05 \pm 0.10 |
| Lipid | 1.10 \pm 0.05 |
| Protein | 3.24 \pm 0.08 |
| Ash | 2.40 \pm 0.04 |
| Carbohydrate ^b | 10.21 \pm 0.12 |
| Fiber | 8.83 \pm 0.09 |

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Total soluble solids ^c | 9.32 ± 0.07 |
| pH | 6.02 ± 0.01 |
| Titratable acidity ^d | 0.12 ± 0.02 |
| Color | |
| L ^x | 64.76 ± 0.05 |
| a ^x | -3.58 ± 0.02 |
| b ^x | 7.94 ± 0.04 |
| Total polyphenols ^e | 206 ± 0.13 |
| Total flavonoids ^f | 71.46 ± 0.05 |
| Minerals (mg/100g) ^g | |
| Potassium | 2113.75 ± 0.45 |
| Magnesium | 328.75 ± 0.11 |
| Calcium | 855.25 ± 0.19 |
| Sodium | 137.58 ± 0.72 |
| Iron | 1.82 ± 0.07 |
| Zinc | 0.7 ± 0.64 |
| Manganese | 0.48 ± 0.03 |
| Copper | 0.2 ± 0.02 |

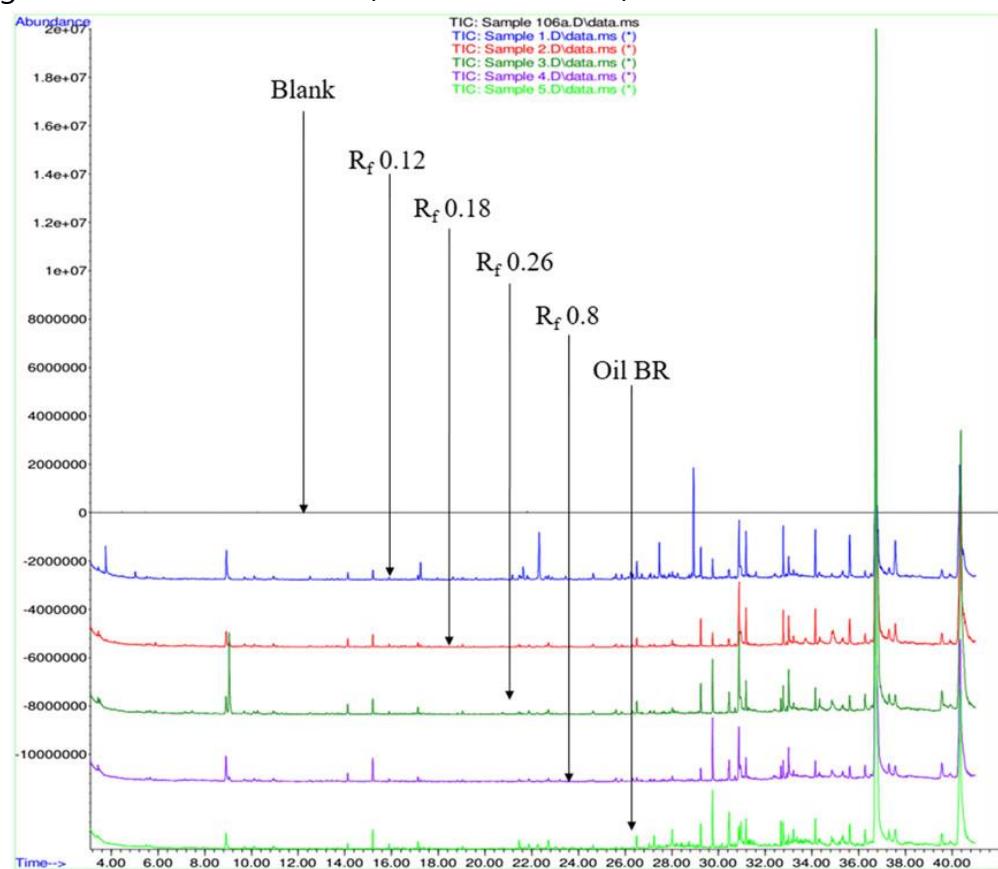
Catatan: semua penentuan dilakukan dalam tiga replikasi dan nilai rata-rata ± standar deviasi.

- a. % dari berat segar
- b. Total Karbohidrat diperoleh berdasarkan perbedaan
- c. c0 Brix
- d. Asam sitrat/100g
- e. mg gallic acid equivalents (GAE)/100 g ekstrak
- f. mg quercetin equivalents (QE)/100 g ekstrak
- g. mg/100 g bahan kering

D. Identifikasi Metabolit Sekunder pada Pisang

Buah pisang juga mengandung metabolit antimikroba dan antioksidan. Setelah dilakukan pengujian menggunakan metodologi destilasi uap dan instrumen Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) serta Thin Layer

Chromatography (TLC) untuk pembuatan profil metabolomik dari ampas buah. Pengujian antimikroba pada Escherichia coli sebagai bakteri gram negatif dan Bacillus subtilis sebagai bakteri gram positif. Metabolit antioksidan diidentifikasi melalui bioautografi TLC dan analisis GC-MS pada zona aktif (dapat dilihat pada gambar 1.1). Sehingga didapatkan hasil penelitian minyak atsiri pada konsentrasi maksimum 0,56% v/w. Minimum Inhibitory Concentrations (MICs) terhadap B. subtilis dan E. coli masing-masing adalah 0,25 dan 0,35 µg/mL. Dengan demikian, 56 metabolit diidentifikasi melalui GC-MS. Metabolit antimikroba utama yang ditemukan dalam minyak atsiri adalah α -thujena, γ -terpinena, α - dan β -pinena, sabinena, β -mirsen, limonena, α -capaena, kariofilena, dan (Z,E)- α farnesena. Aceteugenol, asam palmitat, asam stearat, palmitin, dan stearin diidentifikasi sebagai metabolit antioksidan (Fahim et al., 2019)



Gambar 2.1 Profil Kromatogram GC-MS metabolit antioksidan yang diisolasi melalui bioautografi TLC (pada R_f 0.12, 0.18, 0.26, and 0.8) (Fahim et al., 2019)

Tidak hanya buah yang mengandung banyak senyawa kimia tetapi juga kulit dari buah tersebut seperti kulit buah pisang, jeruk dan nanas. Eko-enzim yang berasal dari proses fermentasi organik bahan-bahan tertentu. Ekstraksi eko-enzim dari kulit buah pisang, jeruk dan nanas menggunakan instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC) untuk memastikan kadar senyawa kimia organik yang dihasilkan dan identifikasi senyawa kimia alkaloid, flavonoid, steroid, saponin,

terpenoid, tanin. Data menunjukkan senyawa organik tersebut diantaranya asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam oksalat. Senyawa asam asetat pada fermentasi nanas 1,83 (g/L). Senyawa asam sitrat pada fermentasi kulit pisang 3,39 (g/L). Senyawa asam laktat pada fermentasi jeruk 4,89 (g/L). Senyawa asam oksalat tertinggi terdapat pada fermentasi jeruk dengan kandungan 0,1764 (g/L) (Ismail et al., 2024)

Kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan dievaluasi secara kuantitatif pada aseton, etanol, dan ekstrak air dari daging buah pisang (*Musa paradisiaca L.*). Kandungan total fenol, proantosianidin dan flavonoid diukur menggunakan instrumen spektrofotometer. Kapasitas antioksidan penangkal radikal bebas dari ekstrak diuji pada menggunakan uji DPPH ((2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl ethanol), ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), dan FRAP (ferric reducing antioxidant power). Korelasi antara fitokonstituen dan aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan Pearson's coefficient. Hasil menunjukkan bahwa kandungan fitokimia yang bervariasi ekstrak aseton memiliki kandungan fenol, protoantosianin dan flavonoid tertinggi dibandingkan ekstrak etanol dan air (dapat dilihat pada Tabel 1.4) sedangkan aktivitas ABTS (0,17), DPPH (0,07) dan FRAP juga bervariasi. FRAP tertinggi terdapat pada ekstrak aseton pada konsentrasi puncak yang digunakan 0,1 mg/mL. Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara kandungan proantosianidin dengan aktivitas penangkal radikal DPPH. Hasil korelasi menunjukkan bahwa tidak ada satupun konstituen fitokimia yang secara tunggal memengaruhi aktivitas antioksidan sebaliknya kombinasi konstituen polifenol berkontribusi pada aktivitas antioksidan (dapat dilihat pada Tabel 1.5) (Oyeyinka & Afolayan, 2020a).

Tabel 2.4 Total kandungan fenol, proantosianidin, dan flavonoid dari ekstraksi pelarut aseton, air, dan etanol dari buah *M. paradisiaca* (Oyeyinka & Afolayan, 2020a)

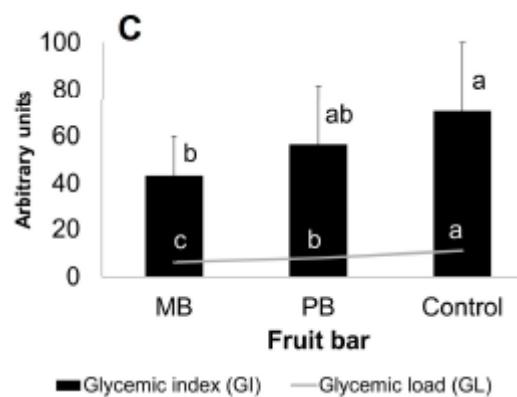
| No. | Ekstrak | Fenol (mg GAE/g) | Proantosianin (mg CE/g) | Flavonoid (mg QE/g) |
|-----|---------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | R ² = 0.9992 | R ² = 0.9839 | R ² = 0.9929 |
| 1 | Aseton | 114.80 ± 1.49 ^{de} | 436.09 ± 36.44 ^c | 777.35 ± 150.95 ^a |
| 2 | Air | 17.41 ± 0.17 ⁱ | -79.00 ± 8.52 ^g | -55.62 ± 2.07 ^e |
| 3 | Etanol | 75.14 ± 0.55 ^g | 68.33 ± 7.42 ^f | 249.27 ± 13.33 ^{cd} |

Tabel 2.5 Aktivitas ABTS, DPPH, dan FRAP ekstrak Buah *M. paradisiaca* (Oyeyinka & Afolayan, 2020a)

| No. | Ekstrak | DPPH | | ABTS | | FRAP Konsentrasi (mg/mL) |
|-----|---------|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------------|
| | | IC ₅₀ | R ² | IC ₅₀ | R ² | |
| 1 | Aseton | -0.92 | 0.3324 | 0.17 | 0.9243 | 145.38 ± 3.25 ^{ab} |
| 2 | Air | 0.30 | 0.8176 | - 0.91 | 0.6616 | 153.81 ± 1.55 ^a |
| 3 | Etanol | 0.07 | 0.989 | 0.21 | 0.9457 | 143.35 ± 1.91 ^{ab} |

E. Identifikasi Metabolit Sekunder pada Buah Nanas

Nanas dan mangga dapat diukur kadar glukosanya melalui uji in vitro, in vivo, dan in silico. Batangan mangga (MB) dan nanas (PB) disiapkan, dan komposisi kimia, kemudian evaluasi postprandial glycemic response, Glycemic Index (GI), dan Glycemic Load (GL). Efek penghambatan ekstrak batangan buah terhadap aktivitas α -amilase dan α -glukosidase serta docking molekulernya masing-masing dinilai. MB dan PB menunjukkan postprandial glycemic response terendah dibandingkan dengan batang kontrol ($p < 0,005$), GI lebih rendah (CB: 64,20, PB: 53,20, MB: 40,40), dan GL sebesar 10,9 (CB), 7,9 (PB), dan 6,1 (MB), ($p < 0,05$) (dapat dilihat pada Gambar 1.2). MB dan PB menunjukkan % penghambatan tertinggi terhadap α -amilase (masing-masing 61,44 dan 59,37%) dan α -glukosidase (64,97 dan 64,57%) (dapat dilihat pada tabel 1.6). Naringenin (-1692,5985 dan -2757,674 kkal/mol) dan asam ferulat (-1692,8904 dan -2760,3513 kkal/mol) (dapat dilihat pada Tabel 1.7) menunjukkan energi interaksi yang lebih baik terhadap aktivitas α -amilase dan α -glukosidase. Kandungan polifenol dari buah memengaruhi penghambatan enzimatik. Demikian pula, serat makanan dalam batangan yang dievaluasi memungkinkan mengamati efek positif yang mendukung kontrol glikemik (Pérez-Beltrán et al., 2024)



Gambar 2.2 Glycemic Index dan Glycemic Load dari mangga, nanas dan batang kontrol. Huruf kecil (a–c) menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

(Pérez-Beltrán et al., 2024)

Tabel 1.6 Inhibisi Enzimatik secara in vitro assay (Pérez-Beltrán et al., 2024)

| Konsentrasi | Kontrol Batang Mangga | Batang Mangga | Batang Nanas | Akarbosa | Asam Galat |
|-----------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| α -amilase | | | | | |
| 25% | 4.25 ± 0.1 a | 16.29 ± 0.23 b | 15.37 ± 0.05 b | 15.94 ± 0.01 b | 14.27 ± 0.01 b |
| 50% | 5.53 ± 0.11 a | 33.68 ± 0.15 b | 31.79 ± 0.31 c | 29.77 ± 0.24 c | 27.27 ± 0.07 d |
| 75% | 8.08 ± 0.34 a | 49.62 ± 0.1 b | 45.93 ± 0.2 c | 42.24 ± 0.01 d | 38.38 ± 0.17 e |
| 100% | 9.83 ± 0.5 a | 61.44 ± 0.35 b | 59.37 ± 0.1 b | 54.23 ± 0.6 c | 52.39 ± 0.44 c |
| α -glukosidase | | | | | |
| 25% | 6.84 ± 0.1 a | 25.85 ± 0.37 b | 27.54 ± 0.8 c | 24.21 ± 0.04 d | 20.57 ± 0.2 e |
| 50% | 7.42 ± 0.4 a | 37.46 ± 0.12 b | 45.31 ± 0.14 c | 39.84 ± 0.27 d | 34.24 ± 0.31 e |
| 75% | 10.15 ± 0.2 a | 48.66 ± 0.51 b | 50.82 ± 0.6 c | 47.04 ± 0.87 b | 45.51 ± 0.16 d |
| 100% | 12.46 ± 0.08 a | 64.97 ± 0.26 b | 64.57 ± 0.34 b | 62.98 ± 0.61 c | 57.02 ± 0.07 d |

Nilai rata-rata ± standar deviasi (n = 3). Huruf kecil menunjukkan perbedaan signifikan per baris ($p < 0,05$) menggunakan Fisher LSD test untuk perbandingan rata-rata.

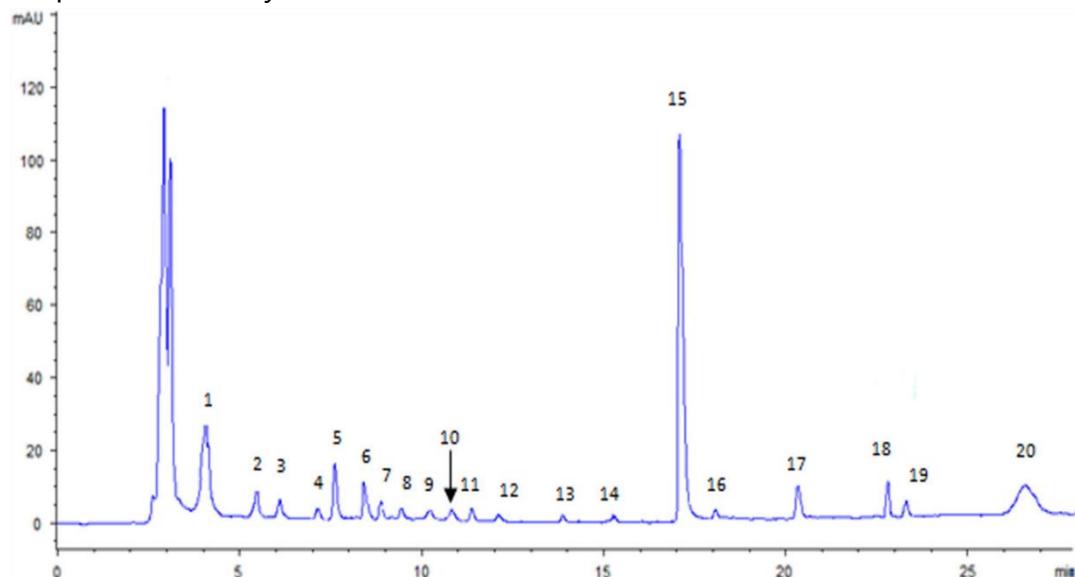
Tabel 1.7 Afinitas penggabungan molekuler kompleks enzim α -amilase dan α -glukosidase (Pérez-Beltrán et al., 2024)

| | α -amilase | α -glukosidase |
|--------------|-------------------|-----------------------|
| (Kcal/mol) | | |
| Ferulic acid | -1692.8904 | -2760.3513 |
| Buteine | -1690.6622 | -2752.7178 |
| Catechin | -1664.7638 | -2727.2085 |
| Kaempferol | - | -2733.0417 |
| Naringenin | -1692.5985 | -2757.674 |
| Quercetin | -1662.3651 | -2729.2283 |

F. Identifikasi Metabolit Sekunder pada Buah Melon

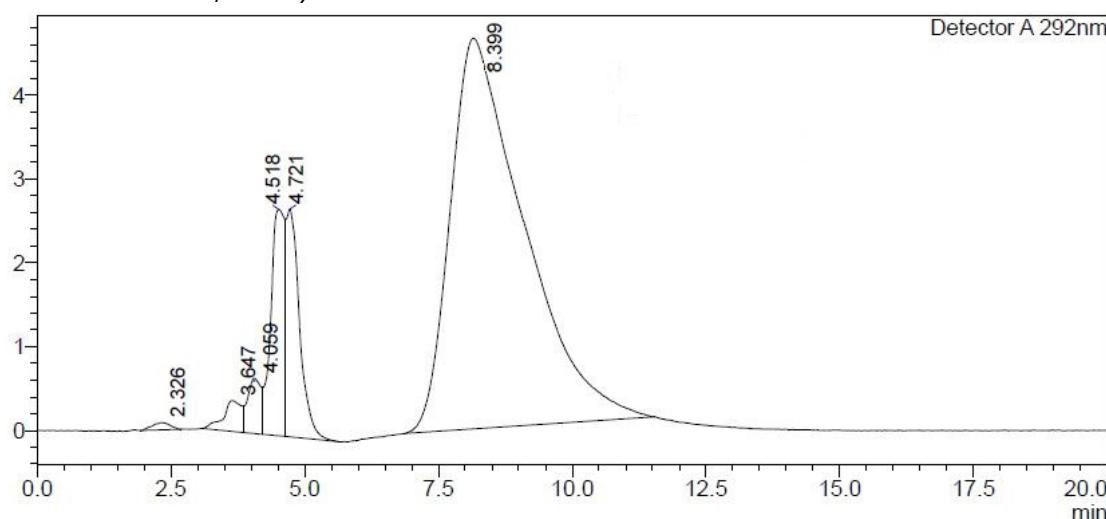
Identifikasi dan kualifikasi senyawa fenolik pada buah Melon dapat dilakukan menggunakan métode kromatografi yaitu instrumen HPLC.

Analisis HPLC terhadap fraksi fenolik dari daging buah melon mengungkapkan total 20 senyawa. Kromatogram HPLC senyawa fenolik dapat dilihat pada Gambar 1.3. Polifenol daging buah melon termasuk dalam golongan sembilan asam fenolik, tujuh flavonoid, satu monoterpen fenolik, dan satu sekoiridoid. Menariknya, baik asam fenolik maupun flavonoid banyak terdapat dalam bubur daging buah melon. Asam fenolik merupakan bagian dari golongan utama fitokimia fenolik (27,57 mg/100 g) diikuti oleh flavonoid (24,34 mg/100 g). Tren ini juga diamati untuk kulit melon dan minyak biji melon ((Mallek-Ayadi et al., 2018) (Mallek-Ayadi et al., 2022) di mana flavonoid dan asam fenolik merupakan kelompok utama senyawa fenolik.

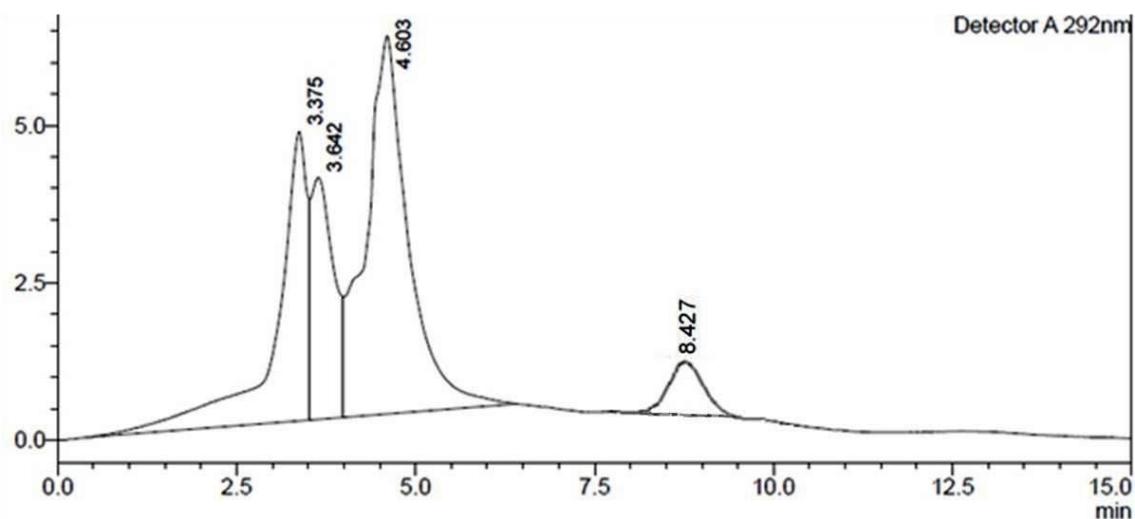


Gambar 2.3 Hasil kromatogram High-Performance Liquid-Chromatography (HPLC) senyawa fenolik dari ekstrak buah Melon. Deteksi dilakukan pada Panjang gelombang 280 nm. Puncak: (1) Asam galat, (2) hidroksitirosol, (3) asam protokatekuat, (4) asam klorogenat, (5) asam 4-hidroksibenzoat, (6) asam isovanilat, (7) asam 4-hidroksibenzoat, (8) luteolin-7-glikosida, (9) asam p-kumarat, (10) apigenin-7-glikosida, (11) oleuropein, (12) asam m-kumarat, (13) asam fenilasetat, (14) luteolin, (15) asam sinamat (IS=standar internal), (16) apigenin, (17) flavon, (18) tidak diketahui, (19) isoflavone, and (20) amentoflavone (Mallek-Ayadi et al., 2022)

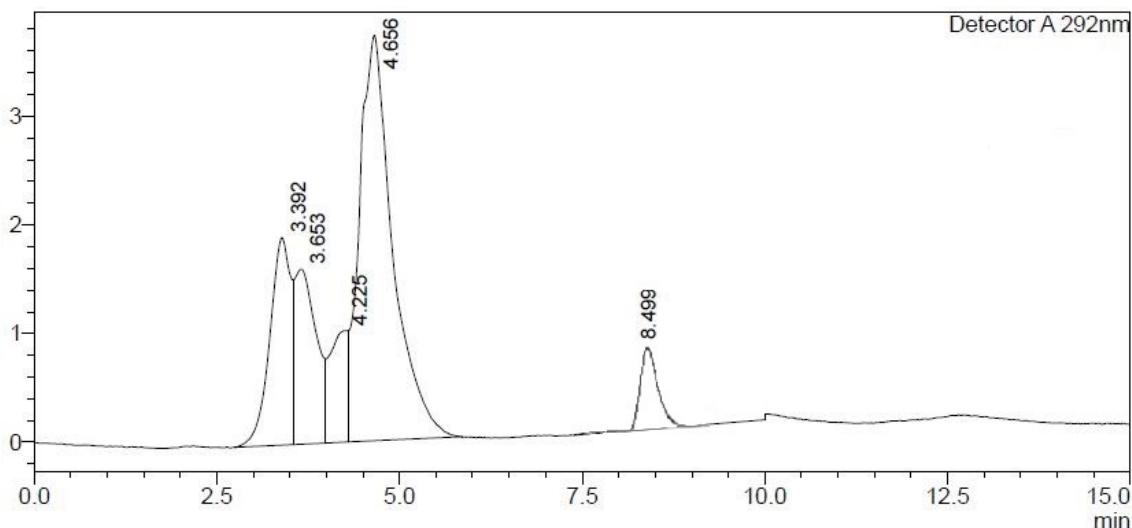
Telah dilakukan juga identifikasi dan kualifikasi pada biji melon mengidentifikasi kandungan tokoferol menggunakan instrumen HPLC (Shimadzu-HPLC LC2010CHT), yang dilengkapi dengan auto sampler dan detektor UV-Visible digunakan untuk analisis ekstrak standar dan ekstrak biji. Data direkam menggunakan perangkat lunak larutan LC. Berdasarkan kromatogram yang diperoleh, γ -Tokoferol ditemukan dalam ekstrak biji n-heksana dan eter petroleum dari Cucumis melo. Waktu retensi untuk standar γ -Tokoferol adalah 8,399 menit. Waktu retensi untuk ekstrak biji n-heksana Cucumis melo adalah 8,427 menit dan waktu retensi untuk ekstrak biji petroleum eter Cucumis melo adalah 8,499 menit. Berdasarkan rumus, jumlah γ -Tocopherol yang terdapat dalam ekstrak biji n-heksana Cucumis melo 0,6666% b/v dan dalam ekstrak biji petroleum eter Cucumis melo 0,7781% b/v. Hasil kromatogram dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Doshi & Kanade, 2017).



Gambar 2.4 Hasil kromatogram dari Standar γ -tokoferol (Doshi & Kanade, 2017)



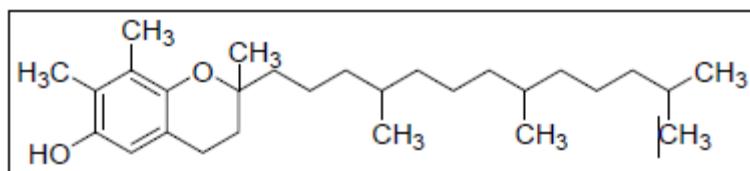
Gambar 2.5 Hasil kromatogram dari ekstrak n-heksan biji *Cucumis melo* (Doshi & Kanade, 2017)



Gambar 2.6 Hasil kromatogram dari ekstrak petroleum eter biji *Cucumis melo* (Doshi & Kanade, 2017)

Tabel 2.8 Analisis HPLC dari n-heksan dan petroleum eter ekstrak biji *Cucumis melo* dan standar -tokoferol (Doshi & Kanade, 2017)

| Sampel | Nilai (waktu retensi) area puncak | % γ -tokoferol |
|---|-----------------------------------|-----------------------|
| Ekstrak n-heksana biji <i>Cucumis melo</i> | (8.427) 25073 | 0.6666% w/v |
| Ekstrak petroleum eter biji <i>Cucumis melo</i> | (8.499) 29268 | 0.7781% w/v |
| γ -tokoferol | (8.399) 451346 | |



Gambar 2.7 Tokoferol (Doshi & Kanade, 2017)

G. Pembuatan Minuman Herbal

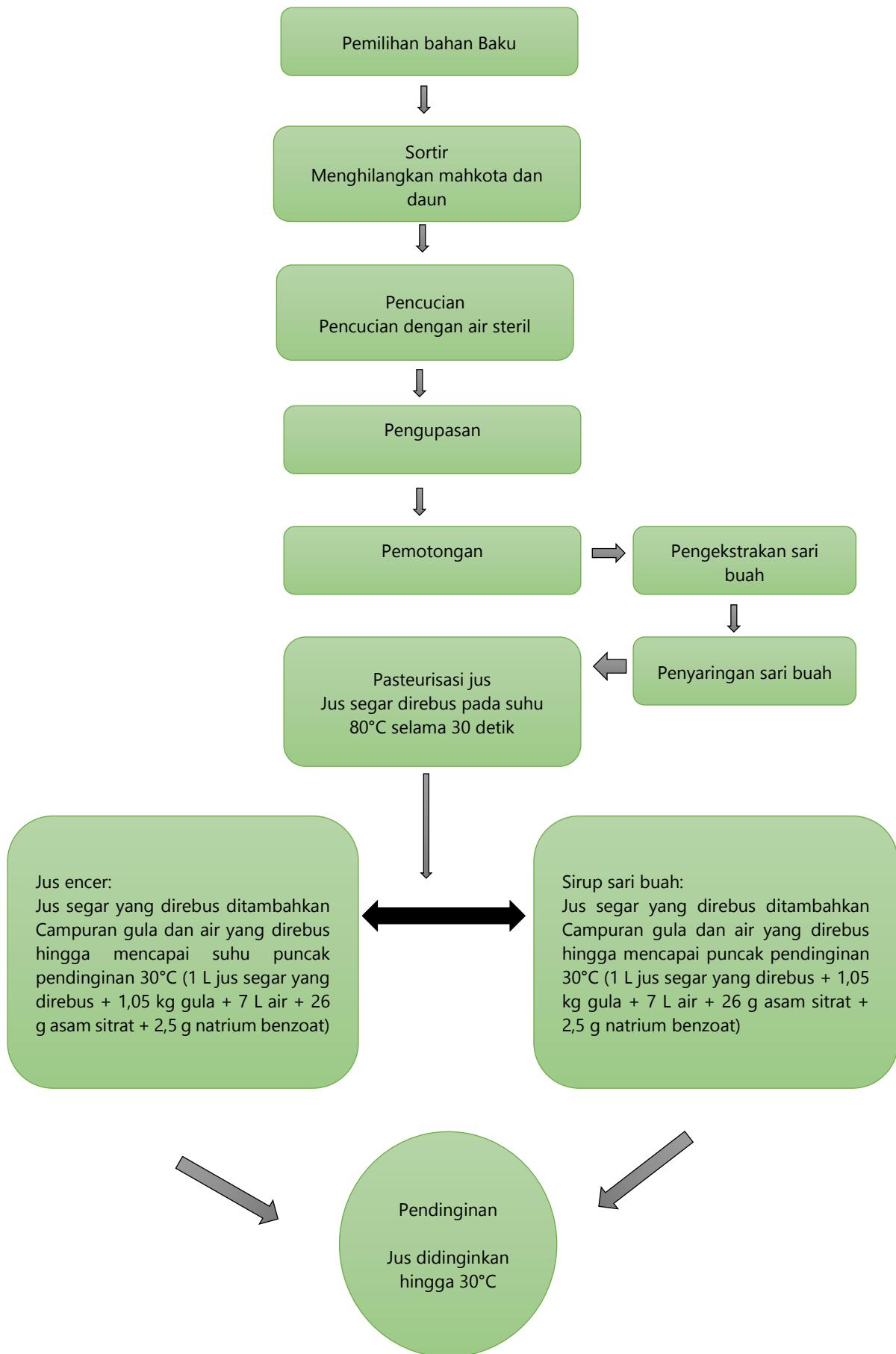
Pengolahan buah herbal untuk konsumsi dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya jus buah, bubuk buah, tepung, keripik, saus, yogurt, kalengan dan lain-lain. Buah Pisang dapat diolah dan diawetkan menjadi jus, namun bentuknya yang padat tidak mudah dijernihkan dapat diatasi menggunakan jus roti dan kemudian melakukan fermentasi (dengan asam laktat dan ragi). Pengolahan pisang menjadi jus pisang dapat dilihat pada gambar 1.7 (Ranjha et al., 2020)

Tidak hanya buah pisang buah nanas juga dapat diolah menjadi beberapa produk olahan diantaranya irisan nanas kalengan, jus nanas kering, jus nanas dan lain-lain. Jus nanas dapat dalam berbagai jenis diantaranya ada beberapa jus dengan kadar alkohol diperoleh dari bagian nanas yang diperas dengan bantuan penggiling dan pengepres sekrup. Jenis lainnya termasuk jus dari konsentrat, jus yang dicampur dengan buah lain, jus bening, dan masih banyak lagi (Khalid & Ahmed, 2016). Proses pembuatan jus nanas yang telah disederhanakan. Jus nanas diproses dengan berbagai teknik pemrosesan canggih untuk mengurangi kontaminasi bakteri dengan meningkatkan masa simpan dan pengawetan senyawa antioksidan, vitamin, dan mineral. Pasteurisasi, ultrafiltrasi, homogenisasi tekanan tinggi, penyinaran ultraviolet, reverse osmosis, pengeringan beku, dan banyak teknik lainnya digunakan untuk meningkatkan kualitas jus nanas. Bagan diagram alirnya dapat dilihat pada gambar 1.8. (Khalid & Ahmed, 2016). Buah herbal yang lain juga dapat difermentasikan salah satunya buah melon.

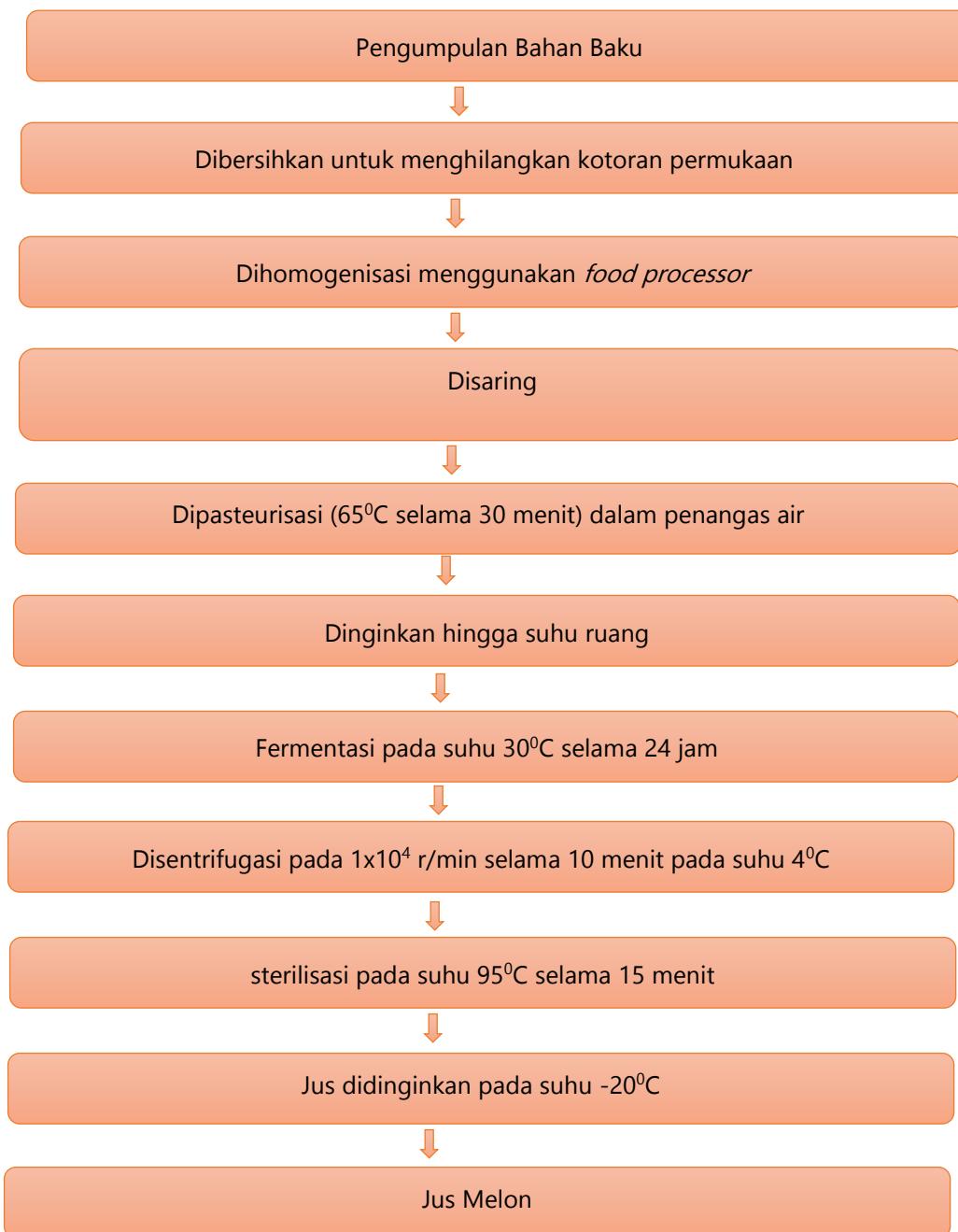
Buah fermentasi dan sayuran telah diterima secara luas karena mempunya potensi baik untuk kesehatan dan mempunyai rasa yang enak. Sari buah melon manis yang difermentasi oleh berbagai kombinasi bakteri asam laktat dan galur ragi diteliti memiliki perbedaan dalam hal komposisi dan kelimpahan senyawa volatil. Proses pembuatan jus melon fermentasi dapat dilihat pada gambar 1.9 (Wang et al., 2023)



Gambar 2.8 Bagan proses pengolahan pisang menjadi jus pisang (Ranjha et al., 2020)



Gambar 2.9 Bagan proses pengolahan buah nanas menjadi jus nanas (Khalid & Ahmed, 2016)



Gambar 2.10 Proses pembuatan jus melon fermentasi (Wang et al., 2023)

H. Penutup

Minuman yang dikombinasikan dengan buah herbal memiliki kandungan metabolit sekunder yang baik untuk mengatasi berbagai penyakit pada tubuh manusia.

Referensi

- ANSES. (2020). ANSES-CIQUAL French food composition table version 2020. www.ciqual.anses.fr
- Bhattacharyya, A., Chattopadhyay, R., Mitra, S., & Crowe, S. E. (2014). Oxidative stress: An essential factor in the pathogenesis of gastrointestinal mucosal diseases. *Physiological Reviews*, 94(2), 329–354. <https://doi.org/10.1152/physrev.00040.2012>
- Doshi, G. M., & Kanade, P. P. (2017). Identification and quantification of α -tocopherol in Cucurbita pepo, Cucumis melo and Cucumis sativus seeds extracts by high performance liquid chromatography. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2), 192–196.
- Fahim, M., Ibrahim, M., Zahiruddin, S., Parveen, R., Khan, W., Ahmad, S., Shrivastava, B., & Shrivastava, A. K. (2019). TLC-bioautography identification and GC-MS analysis of antimicrobial and antioxidant active compounds in Musa × paradisiaca L. fruit pulp essential oil. *Phytochemical Analysis*, 30(3), 332–345. <https://doi.org/10.1002/pca.2816>
- Fitri, Y., Suryana, S., Ahmad, A., Hendra, A., Fitrianingsih, E., Arnisam, & Yunianto, A. E. (2022). Effectiveness of banana juice (*Musa acuminata* Linn.) on blood pressure, blood sugar levels, and low-density lipoprotein in elderly. *Food Research*, 6(3), 239–244. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(3\).213](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(3).213)
- Greenwell, I. (2002, October). Newly Discovered Benefits of Gamma Tocopherol. *Life Extension Magazine*, 38–42. https://www.lifeextension.com/magazine/2002/10/report_gamma?srsltid=AfmBOooJngmOnn5rtlGZJN9pPIPBoTb64bnAZHNVZx93Ts3H2lo2fKz5
- HASANAH, R., DANINGSIH, E., & TITIN, T. (2017). The analysis of nutrient and fiber content of banana (*Musa paradisiaca*) sold in Pontianak, Indonesia. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 15(1), 21–25. <https://doi.org/10.13057/biofar/f150104>
- Heyman, M. B., & Abrams, S. A. (2017). Fruit juice in infants, children, and adolescents: Current recommendations. *Pediatrics*, 139(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2017-0967>
- Ismail, A. Y., Nainggolan, M. F., Aminudin, S., Siahaan, R. Y., Dzulfannazhir, F., & Sofyan, H. N. (2024). Characterization of chemical composition of eco-enzyme derived from banana, orange, and pineapple pineapple peels. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, 84, e286961. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286961>
- Jain, N., Keating, M., Thompson, P., Ferrajoli, A., Burger, J., Borthakur, G., Takahashi, K., Estrov, Z., Fowler, N., Kadia, T., Konopleva, M., Alvarado, Y., Yilmaz, M., DiNardo, C., Bose, P., Ohanian, M., Pemmaraju, N., Jabbour, E., Sasaki, K., ...

- Wierda, W. (2019). Ibrutinib and Venetoclax for First-Line Treatment of CLL. *New England Journal of Medicine*, 380(22), 2095–2103. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1900574>
- Khalid, N., & Ahmed, I. (2016). Passion Fruit Juice. *Handbook of Functional Beverages and Human Health*, November, 479–486. <https://doi.org/10.1201/b19490-43>
- Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., Baklouti, S., & Kechaou, N. (2022). Bioactive compounds from *Cucumis melo* L. fruits as potential nutraceutical food ingredients and juice processing using membrane technology. *Food Science and Nutrition*, 10(9), 2922–2934. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2888>
- Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., & Kechaou, N. (2018). Chemical composition and bioactive compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. *Process Safety and Environmental Protection*, 113, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.09.016>
- Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2020). Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International*, 137(September), 109675. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109675>
- Moustafa, S. F., Gabr, N. M., Zaki, J. T., El Awdan, S. A., & Mina, S. A. (2021). The anti-inflammatory, anti-ulcer activities and phytochemical investigation of *Cucumis melo* L. cv. Ismailawi fruits. *Natural Product Research*, 35(24), 5934–5938. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1803314>
- Oyeyinka, B. O., & Afolayan, A. J. (2020a). Comparative and Correlational Evaluation of the Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of *Musa sinensis* L. And *Musa paradisiaca* L. Fruit Compartments (Musaceae). *Scientific World Journal*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4503824>
- Oyeyinka, B. O., & Afolayan, A. J. (2020b). Potentials of *Musa* Species Fruits against Oxidative Stress-Induced and Diet-Linked Chronic Diseases: In Vitro and In Vivo Implications of Micronutritional Factors and Dietary Secondary Metabolite Compounds. *Molecules* (Basel, Switzerland), 25(21). <https://doi.org/10.3390/molecules25215036>
- Pérez-Beltrán, Y. E., Wall-Medrano, A., Valencia Estrada, M. A., Sánchez-Burgos, J. A., Blancas-Benítez, F. J., Tovar, J., & Sáyago-Ayerdi, S. G. (2024). In Vivo Glycemic Response of Fruit-Based Mango (*Mangifera indica*) and Pineapple (*Ananas comosus*) Bars in In Vitro and In Silico Enzyme Inhibitory Effects Studies. *Foods*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/foods13142258>
- Rahmanian, N., Ali, S. H. B., Homayoonfard, M., Ali, N. J., Rehan, M., Sadef, Y., & Nizami, A. S. (2015). Analysis of physiochemical parameters to evaluate the drinking water quality in the state of perak, Malaysia. *Journal of Chemistry*, 2015(Cd). <https://doi.org/10.1155/2015/716125>

- Ramli, A. N. M., Aznan, T. N. T., & Illias, R. M. (2017). Bromelain: from production to commercialisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1386–1395. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8122>
- Ranjha, M. M. A. N., Irfan, S., Nadeem, M., & Mahmood, S. (2020). A Comprehensive Review on Nutritional Value, Medicinal Uses, and Processing of Banana. *Food Reviews International*, 38(2), 199–225. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1725890>
- Sakakibara, H., Ichikawa, Y., Tajima, S., Makino, Y., Wakasugi, Y., Shimoi, K., Kobayashi, S., Kumazawa, S., & Goda, T. (2014). Practical application of flavonoid-poor menu meals to the study of the bioavailability of bilberry anthocyanins in human subjects. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 78(10), 1748–1752. <https://doi.org/10.1080/09168451.2014.932667>
- Santhosh, R., & Suriyanarayanan, B. (2014). Plants: A Source for New Antimycobacterial Drugs. *Planta Med*, 9–21.
- Sayed, A. (2018). The Beverages. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 14(5), 160–168. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2018.14.555933>
- Shaik, M. I., Hamdi, I. H., & Sarbon, N. M. (2023). A comprehensive review on traditional herbal drinks: Physicochemical, phytochemicals and pharmacology properties. *Food Chemistry Advances*, 3(September), 100460. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100460>
- Verma, A. (2017). Blending quality of mint and orange based nutritious herbal beverages. *The Pharma Innovation*, 6(8), 81–84. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2017/vol6issue8/PartB/6-8-20-625.pdf>
- Vu, D. C., & Alvarez, S. (2021). Phenolic, carotenoid and saccharide compositions of vietnamese camellia sinensis teas and herbal teas. *Molecules*, 26(21). <https://doi.org/10.3390/molecules26216496>
- Wang, Z., Mi, S., Wang, X., Mao, K., Liu, Y., Gao, J., & Sang, Y. (2023). Characterization and discrimination of fermented sweet melon juice by different microbial strains via GC-IMS-based volatile profiling and chemometrics. *Food Science and Human Wellness*, 12(4), 1241–1247. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.10.006>
- Zdrojewicz, Z., Chorbińska, J., Biezyński, B., & Krajewski, P. (2018). Health-promoting properties of pineapple. *Pediatria i Medycyna Rodzinna*, 14(2), 133–142. <https://doi.org/10.15557/PiMR.2018.0013>

Glosarium

C

CB : Control Bar

G

GI : Glycemic Index

GL : Glycemic Load

GC-MS: Gas Chromatography-Mass Spectroscopy

H

HPLC : High Performance Liquid Chromatography

M

MB : Mango Bar

P

PB : Pineapple Bar

PKL : Pedagang Kaki Lima

S

SFBT : Solution Focused Brief Therapy

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

T

TLC : Thin Liquid Chromatography

PROFIL PENULIS



drg. Arnetty, M.Kes., Lahir di Bukittinggi, 24 Juli 1967. Pendidikan tinggi yang telah penulis S1 Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah tahun 1994 dan Kemudian melanjutkan pendidikan S2 Kesehatan Masyarakat pada Universitas Andalas Padang lulus tahun pada tahun 2013. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 1995 sebagai Dokter Gigi Pegawai Tidak Tetap pada Puskesmas Kumani Sawahlunto Sijunjung dan setelah itu sebagai dokter Gigi di RS Bayangkara Padang Padang Tahun 1998. Saat ini penulis bekerja di Kemenkes Poltekkes Padang mengampu mata kuliah Histologi Anatomi Fisiologi, Mikrobiologi, Penyakit Gigi Dan Mulut, Farmakologi, Manajemen Mutu Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi, seminar. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: arnetty0724@gmail.com
Motto: "A Good Teacher Opens The Mind, But A Great Teacher Also Opens The Heart"



Siti Salma Yusuf, S. Farm. M. Farm., Lahir di Kendari, 02 Desember 1992. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang D3 Farmasi di Politeknik Bina Husada Kendari tahun 2013 dan S1 Farmasi Universitas Almarisah Madani Makassar tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Universitas Ahmad Dahlan dan lulus tahun pada tahun 2017. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2017 – 2021 sebagai Dosen D3 Farmasi di Universitas Muhammadiyah Manado. Saat ini penulis bekerja di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bantul mengampu mata kuliah Fitokimia, Farmakognosi, Fisika Farmasi, Analisis Obat dan Makanan. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: sitisalmayusuf@gmail.com.
Motto: "Jadilah Diri Sendiri, Hidupmu Sangat Berarti untuk Disia-siakan"

SINOPSIS BUKU

Buku '**Herbal Fruit For Natural Defense**' adalah panduan inspiratif yang mengungkap rahasia kesehatan yang tersembunyi dalam berbagai buah herbal. Dengan menggabungkan pendekatan ilmiah dan pengalaman tradisional, buku ini menjelaskan bagaimana buah-buahan dapat menjadi solusi alami untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, mencegah penyakit, dan meningkatkan kualitas hidup serta melindungi tubuh dari berbagai penyakit dengan memanfaatkan keajaiban dari berbagai buah buahan.

Buku ini menghadirkan informasi tentang beberapa jenis buah herbal, pembahasan mendalam tentang berbagai jenis buah herbal diantaranya apel, nanas, melon pisang yang kaya akan air, karbohidrat, serat makanan, mineral vitamin dan nutrisi , serta senyawa bioaktif yang ada dalam matriks makanan dan dapat menghasilkan efek fisiologis seperti karotenoid fenolik, flavonoid, polifenol, hingga alkaloid dan lainnya. kekayaan nutrisi dan fitokimia bioaktif berfungsi sebagai antibakteri antioksidan anti inflamasi dan berbagai efek positif yang dihasilkan akan bekerja sinergis yang bermanfaat bagi kesehatan. sebagai pendukung pertahanan alami tubuh.

Buku ini juga memberikan informasi praktis cara pengolahan buah herbal menjadi jus, atau ramuan sederhana ataupun dikosumsi langsung dengan tetap mempertahankan manfaatnya. Melalui perpaduan antara penelitian ilmiah modern dan kebijaksanaan tradisional, buku ini menjelaskan bagaimana buah-buahan herbal dapat menjadi solusi efektif untuk memperkuat sistem imun, melawan radikal bebas, dan mendukung vitalitas tubuh secara menyeluruh.

Buku ini mengajak pembaca untuk lebih menghargai kekayaan alam dan mengintegrasikan buah-buahan herbal dalam kehidupan sehari-hari sebagai cara sederhana namun efektif untuk menjaga kesehatan. Temukan cara alami untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan ciptakan gaya hidup sehat bersama kekayaan alam untuk melindungi tubuh dari berbagai penyakit dengan memanfaatkan keajaiban buah herbal. Dengan buku ini, tidak hanya belajar tentang kesehatan, tetapi juga menemukan jalan menuju harmoni dengan alam. Dengan pengetahuan yang tepat, setiap orang dapat mengambil langkah proaktif dalam menjaga kesehatan dan membangun pertahanan alami yang lebih baik dan menjadikan hidup lebih sehat dan seimbang. Pentingnya integrasi buah-buahan herbal dalam pola makan dan gaya hidup sehat, serta dorongan untuk terus belajar dan bereksperimen dengan sumber daya alam yang tersedia.

Buku "Herbal Fruit For Natural Defense" adalah panduan inspiratif yang mengungkap rahasia kesehatan yang tersembunyi dalam berbagai buah herbal. Dengan menggabungkan pendekatan ilmiah dan pengalaman tradisional, buku ini menjelaskan bagaimana buah-buahan dapat menjadi solusi alami untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, mencegah penyakit, dan meningkatkan kualitas hidup serta melindungi tubuh dari berbagai penyakit dengan memanfaatkan keajaiban dari berbagai buah buahan.

Buku ini menghadirkan informasi tentang beberapa jenis buah herbal, pembahasan mendalam tentang berbagai jenis buah herbal diantaranya apel, nanas, melon pisang yang kaya akan air, karbohidrat, serat makanan, mineral vitamin dan nutrisi , serta senyawa bioaktif yang ada dalam matriks makanan dan dapat menghasilkan efek fisiologis seperti karotenoid fenolik, flavonoid, polifenol, hingga alkaloid dan lainnya. kekayaan nutrisi dan fitokimia bioaktif berfungsi sebagai antibakteri antioksidan anti inflamasi dan berbagai efek positif yang dihasilkan akan bekerja sinergis yang bermanfaat bagi kesehatan. sebagai pendukung pertahanan alami tubuh.

Buku ini juga memberikan informasi praktis cara pengolahan buah herbal menjadi jus, atau ramuan sederhana ataupun dikosumsi langsung dengan tetap mempertahankan manfaatnya. Melalui perpaduan antara penelitian ilmiah modern dan kebijaksanaan tradisional, buku ini menjelaskan bagaimana buah-buahan herbal dapat menjadi solusi efektif untuk memperkuat sistem imun, melawan radikal bebas, dan mendukung vitalitas tubuh secara menyeluruh.

Buku ini mengajak pembaca untuk lebih menghargai kekayaan alam dan mengintegrasikan buah-buahan herbal dalam kehidupan sehari-hari sebagai cara sederhana namun efektif untuk menjaga kesehatan. Temukan cara alami untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan ciptakan gaya hidup sehat bersama kekayaan alam untuk melindungi tubuh dari berbagai penyakit dengan memanfaatkan keajaiban buah herbal. Dengan buku ini, tidak hanya belajar tentang kesehatan, tetapi juga menemukan jalan menuju harmoni dengan alam. Dengan pengetahuan yang tepat, setiap orang dapat mengambil langkah proaktif dalam menjaga kesehatan dan membangun pertahanan alami yang lebih baik dan menjadikan hidup lebih sehat dan seimbang. Pentingnya integrasi buah-buahan herbal dalam pola makan dan gaya hidup sehat, serta dorongan untuk terus belajar dan bereksperimen dengan sumber daya alam yang tersedia.

Penerbit :

PT Nuansa Fajar Cemerlang (Optimal)
Grand Slipi Tower Lt. 5 Unit F
Jalan S. Parman Kav. 22-24
Kel. Palmerah, Kec. Palmerah
Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia, 11480
Telp: (021) 29866919

ISBN 978-634-7097-68-2



9

786347

097682