**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Tumbuhan Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*)**

**2.1.1 Klasifikasi Jeruk Kasturi**

Di Herbarium Medanense Universitas Sumatera Utara, tanaman diidentifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Sapindales

Famili : Rutaceae

Genus : Citrus

Spesies : *Citrus microcarpa*



**Gambar 2.1** Buah Jeruk Kasturi

**2.1.2 Deskripsi Tumbuhan Jeruk Kasturi**

Jeruk Kalamansi di dalam bahasa inggris calamondin atau calamansi, bahasa melayu limau kasturi adalah jenis buah jeruk yang berkembang pesat di Bengkulu, berbau harum, dan memiliki rasa yang asam ketika sudah masak, dan pahit ketika masih mentah (Atikah, 2013).

Jeruk kalamansi mengandung sumber gula, minyak atsiri, polifenol, vitamin dan mineral yang baik bagi tubuh. Keuntungan minyak atsiri pada buah jeruk kalamansi untuk pengobatan dapat digunakan sebagai antioksidan, agen kemoterapi dan antibakteri alam. Jeruk kalamansi sering dimanfaatkan sebagai produk utama dalam industri makanan. Proses pengolahan jeruk kalamansi pada industri makanan menghasilkan limbah bagian buah yang tidak terpakai berupa kulit dan daging buah hasil pengolahan. Buah jeruk kalamansi dapat digunakan untuk mengobati demam, batuk, faringitis. Kulit buah jeruk kalamansi berpotensi sebagai bakterisidal dengan efek samping yang rendah (Nur *et al*., 2023).

**2.1.3 Morfologi Tanaman Jeruk Kasturi**

Jeruk kalamansi memiliki bakal buah berbentuk bola, pada pangkal dan ujung datar, berwarna hijau kuning, buah berbentuk kecil bertangkai pendek, berwarna kuning saat matang, hampir berbentuk seperti bola, diameternya 3-5 cm dengan kulit buah yang tipis (Ananda, 2021). Jeruk kasturi memiliki bagian-bagian seperti di bawah ini ( Cahyono, 2005 dalam Ananda, 2021) :

1. Akar

Tanaman jeruk memiliki akar tunggang dan akar serabut (akar rambut). Akar tunggang tumbuh cukup dalam bisa mencapai kedalaman 4 meter lebih. Akar serabut tumbuh agak dangkal, akar serabut (akar lateral) memiliki 2 tipe, yaitu akar cabang yang berukuran besar dan akar serabut yang berukuran kecil. Pada akar serabut yang kecil hanya terdapat bulu akar. Sel -sel akar tanaman jeruk sangat lembut dan lemah sehingga sulit tumbuh pada tanah yang keras dan padat.

1. Batang

Batang tanaman jeruk berkayu dan keras. Batang jeruk tumbuh tegak dan memiliki percabangan serta ranting yang jumlahnya banyak sehingga dapat memb entuk mahkota yang tinggi hingga mencapi 15 meter atau lebih. Cabang tanaman jeruk ada yang tumbuh tegak bersudut >450 dan ada yang bersudut <450 tergantung jenisnya. Batang tanaman ada yang berduri dan tidak, batang tanaman jeruk berkulit halus, warna kulit batang kecoklatan.

1. Daun

Daun tanaman jeruk termasuk daun tunggal, berbentuk bulat telur (oval), memiliki tangkai daun pendek. Daun terdiri dari 2 bagian, yaitu lembaran daun besar dan kecil. Ujung daun runcing, demikian pula pangkalnya juga meruncing, tetapi daun agak rata, helai daun kakuh dan tebal. Permukaan daun bagian atas mengandung lilin, pectin, licin dan mengkilap berwarna hijau tua dan memiliki tulang-tulang daun menyirip, sedangkan permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda.

1. Bunga

Bunga tanaman jeruk tergolong bunga sempurna, yakni dalam satu bunga terdapat kelamin jantan dan kelamin betina. Tanaman jeruk berbunga tunggal, tetapi kadang-kadang 2-4 (majemuk), bunga tanaman jeruk berbentuk bintang dan memiliki tipe bunga radikal simetris. Bunga berbau harum dan banyak menandung nektar. Bunga jeruk kalamansi terdiri dari bunga majemuk serta memiliki putik dan benang sari dalam satu bunga pada satu pohon. Tanman kalamansi mampu melakukan pembuahan tanpa adanya pohon lain (Minarno, 2019).

1. Buah

Buah jeruk berbentuk bulat sampai gepeng dan memiliki ukuran yang bervariasi, tergantung dari jenisnya. Buah jeruk terdiri dari kulit luar (albedo), kulit dalam (flavedo), segmen buah (endocarp), yang terdiri dari gelembung-gelembung kecil berisi cairan dan terbungkus oleh segmen (endocarp), berwarna orange, lunak, teksturnya halus, banyak mengandung air dan rasanya manis sampai agak asam segar. Dalam satu buah jumlah segmen buah berkisar antara 8-15 tergantung pada varietas. Buah jeruk kesturi berbentuk bulat dan bergaris tengah 4,5 cm. Bagian atas buah memipih atau rata (bulat menggepeng). Kulit buah kuning kehijau hijauan sampai jingga (buah tua). Bobot buah kurang lebih sama dengan jeruk nipis, yaitu antara 20-30 buah per kg (Cahyono, 2005).

**2.1.4 Nama Daerah Jeruk Kasturi**

Jeruk kasturi dikenal juga sebagai jeruk potong, jeruk peras, jeruk kalamansi lemong cui (Ananda, 2021). Jeruk kalamansi dikenal juga dengan nama jeruk kasturi, calamondin, jeruk nipis, china orange atau panama orange. Buahnya mirip seperti ronde kecil berwarna orange dan berwarna hijau yang sangan tipis kulitnya (Sahadi *et al*., 2022).

**2.1.5 Kandungan Jeruk Kasturi**

Diketahui dalam satu gram jeruk kasturi, ada 3% karbohidrat, 1% mineral, 15,5% air, dan 0,15% minyak esensial. Jeruk kasturi juga memiliki lemak. Kandungan limonen ditemuka pada bagian kulit buah. Selain itu pada bagian kulit juga mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, glikosida dan minyak atsiri. Pada tumbuhan jeruk kasturi ini daun muda memiliki kadar flavonoid yang relatif tinggi, sedangkan pada daun tua konsentrasi kadar flavonoidnya mulai menurun. Disebabkan karena adanya translokasi flavonoid dari daun muda ke daun tua, kemudian terakumulasi pada daun-daun pendukung dan didistribusikan ke dalam bunga. Jika tanaman ini berbuah bisa memproduksi buah yang lebat dan banyak dalam sekali panen (Sahadi *et al*., 2022).

**2.1.6 Khasiat Tanaman Jeruk Kasturi**

Kulit jeruk mengandung komponen aktif yang bermanfaat, antara lain senyawa fenol, flavonoid, lignin, dan lain-lain. (Cheong *et al*., 2012) melaporkan bahwa terdapat 79 komponen volatil terdapat pada kulit kalamansi asal Malaysia, Philippina, dan Vietnam. Ekstraksi senyawa aktif pada kulit jeruk telah banyak dilakukan dengan berbagai metode. Jeruk kalamansi mempunyai banyak manfaat yaitu sangat kaya akan mineral dan tinggi akan vitamin C (Ananda, 2021).

**2.1.7 Kandungan Senyawa Kimia Jeruk Kasturi**

Dalam satu gram jeruk kalamansi, ada sekitar 1,2 gram serat, 37,4 miligram vitamin A IU, 8,4 miligram kalsium, 7,3 miligram vitamin C, dan 15,5 miligram air, serta 0,15% minyak esensial. Jeruk kalamansi juga mengandung sekitar 12 kalori dengan kandungan lemak yang sangat kecil. Kulit jeruk juga mengandung banyak limonenen (Sahadi *et al*., 2022).

**2.2 Simplisia**

Simplisia adalah bahan alami yang digunakan untuk obat dan belum mengalami perubahan proses apapun dan kecuali dinyatakan lain umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan. Simplisia dibagi menjadi tiga golongan yaitu simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia pelikan/mineral (Ananda, 2021).

**2.2.1 Pembagian Simplisia**

1. Simplisia Nabati

Simplisia nabati adalah simplisia berupa bahan alam yang berasal dari tanaman utuh, bagian tanaman atau eksudat tanaman, atau bagian dari gabung ketiganya. Misalnya kecubung (*Datara folium*) dan lada (*Piperis nigri fructus*).

Eksudat tanaman merupakan isi sel yang keluar secara alami dari tanaman atau rangsangan yang sengaja dikeluarkan oleh selnya. Eksudat tanaman berupa zat atau bahan-bahan nabati lain yang dipisahkan atau diisolasi dengan metode tertentu (Haerani *et al*.,2023).

1. Simplisia Hewani

Simplisia hewani adalah bahan alam yang berasal dari hewan utuh, bagian hewan atau zat-zat yang dihasilkan oleh hewan yang belum dalam bentuk zat kimia murni. Misalnya: madu (*Meldeupuratum*) (Haerani *et al*.,2023).

1. Simplisia Mineral

Simplisia mineral atau pelikan merupakan simplisia berupa bahan pelikan atau mineral yang belum diolah dengan cara sederhana dan belum berupa zat kimia murni ( Thania Nabilah Utami, 2021).

**2.2.2 Tahap Pembuatan Simplisia**

Tahap pembuatan simplisia yaitu (Utami, 2021) :

1. Pengumpulan Bahan Baku

Pengumpulan bahan baku yaitu pemanenan, sortasi basah, perajangan, pengeringan, sortasi kering, pengemasan dan penyimpanan serta pemeriksaan mutu.

1. Sortasi Basah

Setelah tumbuhan yang akan dibuat menjadi simplisia maka dilakukan sortasi basah untuk memisahkan kotoran atau bahan asing yang tidak diinginkan dari bahan simplisia.

1. Pencucian

Pencucian dilakukan dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang melekat pada simplisia. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada bahan simplisia seperti tanah, debu dan mikroba yang melekat pada tanaman. Pencucian dilakukan menggunakan air bersih seperti air sumur, PAM, atau air dari mata air.

1. Perajangan

Perajangan dilakukan untuk memperkecil ukuran sampel sehingga mempermudah proses pengeringan, pengepakan, dan penggilingan.

1. Pengeringan

Pengeringan simplisia dilakukan untuk memperoleh simplisia yang tidak mudah rusak, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

1. Sortasi Kering

Sortasi kering adalah tahan pembuatan simplisia yang terakhir. Sortasi kering dilakukan untuk memisahkan bagian benda atau zat lain yang tidak diinginkan yang tertinggal pada simplisia.

1. Pengemasan dan Penyimpanan

Simplisia dikemas supaya terhindar dari gangguan cahaya. Simplisia disimpan di dalam wadah yang sesuai, pada simplisia yang tidak tahan terhadap panas harus dikemas di dalam wadah yang dapat melindungi dari paparan sinar cahaya. Penyimpanan simplisia dilakukan pada suhu kamar. Simplisia dapat dikemas dengan plastik, aluminium foil dan botol berwarna gelap.

1. Pemeriksaan Mutu

Pemeriksaan mutu simplisia dilakukan saat simplisia dipanen atau dibeli dari pengumpul atau pedagang. Untuk setiap pemanenan atau pembelian simplisia tertentu, simplisia tersebut harus diuji dengan membandingkannya dengan simplisia pembanding. Secara umum pemeriksaan mutu simplisia meliputi beberapa parameter seperti yang terdapat pada farmakope herbal yaitu pemeriksaan identitas simplisia (makroskopis dan mikroskopis), pola kromatografi, susut pengeringan, abu total, abu tidak larut asam, kadar sari dan kandungan kimia simplisia.

**2.2.3 Parameter Simplisia**

Parameter simplisia dilakukan berdasarkan metode yang terdapat di dalam Farmakope Herbal Indonesia Edisi II (2017) yaitu susut pengeringan, penetapan kadar air, penetapan kadar sari larut air, penetapan kadar sari larut etanol, penetapan kadar abu total dan penetapan kadar abu tidak larut asam (Depkes RI, 2017).

1. Susut Pengeringan

Susut pengeringan adalah parameter yang menunjukkan penurunan berat saat bahan dikeringkan pada suhu 105⁰ selama 30 menit, berat susut pengeringan dinyatakan dalam persen. Susut pengeringan memiliki nilai yang sama dengan nilai rentang kadara air yang diperbolehkan dengan kemurnian (Kepel dan Bodhi, 2020).

1. Penetapan Kadar Air

Penetapan kadar air pada simplisia dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dan rentang maksimal kandungan air pada bahan. Kadar air yang diperoleh menunjukkan gambaran tingkat kelembaban bahan (Utami, 2021).

1. Kadar Sari Larut Air

Metode kuantitatif untuk mengetahui jumlah kandungan senyawa dalam simplisia yang dapat tersari dalam pelarut tertentu adalah penetapan kadar sari larut dalam air. Penelitian ini menggunakan metode maserasi. Perendaman sampel dengan pelarut organik dikenal sebagai maserasi. Kadar sari larut air digunakan untuk menentukan kemampuan dari bahan baku obat atau simplisia tersebut apakah tersari dalam pelarut air. Ada beberapa teknik isolasi senyawa bahan alam yang umum digunakan seperti maserasi, perkolasi dan ekstraksi kontinu. Maserasi merupakan metode perendaman sampel dengan pelarut organik (Utami, 2021).

1. Penetapan Kadar Sari Larut Etanol

Penetapan kadar sari larut etanol digunakan untuk mengetahui apakah bahan baku obat atau simplisia mampu larut dalam pelarut organik. Kadar sari larut etanol merupakan indikator yang dapat menunjukkan kadar zat khasiat yang terkandung dalam tumbuhan yang dapat tersari dengan baik dalam etanol (Ananda, 2021).

1. Penetapan Kadar Abu Total

Kadar abu adalah jumlah total mineral yang tertinggal setelah semua zat organik terbakar. Mineral-mineral ini dapat berasal dari sumber alami seperti tanah, air atau dapat ditambahkan ke dalam bahan bakar atau sampel selama proses produksi. Penetapan kadar abu total dilakukan untuk memberikan gambaran kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal hingga terbentuknya simplisia. Parameter dan prinsip penetapan kadar abu total ini adalah bahwa bahan dipanaskan pada suhu dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap, sehingga hanya unsur kimia dan anorganik yang tertinggal (Ananda, 2021).

1. Penetapan Kadar Abu Tidak Larut Asam

Kadar abu tidak larut asam bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar abu yang diperoleh dari faktor eksternal, berasal dari pengotor pasir atau tanah. Penetapan kadar abu tidak larut asam bertujuan untuk menentukan tingkat pengotoran oleh pasir dan kotoran lain. Kadar abu sebagai parameter nilai gizi, seperti pada analisis kadar abu tidak larut asam yang cukup tinggi menunjukkan adanya kontaminan atau bahan pengotor pada makanan tersebut (Utami, 2021).

**2.3 Ekstraksi**

Ekstraksi adalah proses pemisahan bahan kimia dari jaringan tumbuhan dan hewan. Sebelum ekstraksi dilakukan, bahan biasanya dikeringkan terlebih dahulu sebelum dihaluskan hingga tingkat kehalusan tertentu. Ekstrak terdiri dari tiga jenis yaitu ekstrak cair, ekstrak kental, dan ekstrak kering (Rahmah, 2019).

**2.3.1 Prinsip Ekstraksi**

Proses ekstraksi pada dasarnya adalah penarikan atau pemisahan satu atau lebih bagian aktif senyawa metabolit sekunder dari jaringan tumbuhan atau hewan dengan menggunakan pelarut yang sesuai melalui prosedur yang telah ditetapkan. Selama proses ekstraksi, pelarut akan berdifusi ke bahan padat tumbuhan atau hewan, menyebabkan pembengkakan dan pelonggaran kerangka selulosa dinding sel, yang menyebabkan Pori-pori dinding sel terbuka. Selanjutnya, komponen isi sel akan pecah, dan berbagai jenis bahan akan larut ke dalam pelarut sesuai dengan tingkat kelarutannya dan kemudian berdifusi keluar sebagai hasil dari gaya yang ditimbulkan oleh perbedaan konsentrasi bahan terlarut di dalam dan di luar sel. Jumlah dan jenis senyawa yang tertarik ke dalam pelarut bergantung pada jenis pelarut yang digunakan (Wahyuningsih *et al*., 2024).

Pelarut harus memiliki kemampuan untuk mengekstrak zat yang diinginkan tanpa melarutkan zat lain. Tiga tahap umum terdiri dari proses pemisahan ekstraksi (Wahyuningsih *et al*., 2024) :

1. Pelarut dalam jumlah besar ditambahkan dan terhubung ke sampel, biasanya melalui difusi.
2. Zat terlarut dipisahkan dari sampel dan dilarutkan dalam pelarut, membentuk fase ekstrak.
3. Fase ekstrak dipisahkan dari sampel.

**2.3.2 Macam-Macam Metode Ekstraksi**

Beberapa metode ekstraksi yang paling umum digunakan yaitu (Ananda, 2021):

1. Metode Ekstraksi Cara Dingin
2. Maserasi

Maserasi yaitu proses penyarian simplisia menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan secara terus-menerus. Maserasi dilakukan pada suhu ruang. Maserasi yang dilakukan dengan pengulangan penambahan pelarut setelah penyaringan disebut maserat pertama dan seterusnya disebut remaserasi. Remaserasi Remaserasi yaitu proses penambahan pelarut kembali setelah penyaringan terhada maserat pertama dan seterusnya disebut sebagai maserasi kinetik.

1. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstrak yang pelarutnya terus-menerus baru sampai terjadi penyarian sempurna. Penyarian dilakukan pada suhu kamar. Proses perkolasi dimulai dengan tahap penetesan, penampungan ekstrak terus-menerus, tahap perendaman antara dan tahap perkolasi sebenarnya, dan berakhir dengan tahap pelembaban sampai diperoleh perkolat yang jumlahnya 1-5 kali.

1. Metode Ekstraksi Cara Panas
2. Refluks

Refluks adalah proses ekstraksi di mana jumlah pelarut yang relatif konstan dan temperatur titik didih ditetapkan selama waktu tertentu.

1. Digesti

Digesti merupakan proses penyarian dengan pengadukan kontinu pada temperatur lebih tinggi dari pada temperatur ruangan. Temperatur yang secara umum digunakan adalah 40-50⁰C.

1. Sokletasi

Sokletasi merupakan proses mengekstraksi pelarut dengan pelarut yang senantiasa baru dengan menggunakan alat sokletasi, yang menghasilkan ekstraksi pelarut yang hampir konstan dengan pendingin balik.

1. Infudasi

Infudasi adalah proses penyarian yang umumnya dilakukan untuk menyaring zat kandungan aktif yang larut dalam air dari bahan-bahan nabati. Penyarian dilakukan dengan pelarut air pada suhu 96°-98°C selama waktu 15-20 menit.

1. Dekoktasi

Dekoktasi adalah proses penyariaan seperti infundasi tetapi waktu yang digunakan lebih lama dan suhu yang digunakan lebih tinggi yaitu sampai titik didih air, yaitu pada suhu 90-100⁰ C selama 30 menit.

**2.4 Skrining Fitokimia**

Skrining fitokimia adalah cara untuk mengidentifikasi bioaktif yang belum tampak melalui suatu tes atau pemeriksaan yang dapat dengan cepat memisahkan antara bahan alam yang memiliki kandungan fitokimia tertentu dengan bahan alam yang tidak memiliki kandungan fitokimia tertentu. Analisis kualitatif tentang metabolit sekunder senyawa disebut skrining fitokimia. Metabolit sekunder yang beragam terlibat dalam aktivitas biologi ekstrak bahan alami. Pereaksi-pereaksi dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa tersebut. Pereaksi-pereaksi ini memiliki kemampuan untuk menunjukkan karakteristik yang unik untuk setiap golongan metabolit sekunder. Skrining fitokimia adalah tahap pendahuluan dalam suatu penelitian fitokimia yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang golongan senyawa yang ada di dalam tanaman (Minarno, 2019).

1. Alkaloid

Alkaloid merupakan kelompok senyawa basa bernitrogen yang kebanyakan heterosiklik dan hanya ditemukan di dalam tumbuhan, tetapi tidak mengecualikan senyawa yang berasal dari hewan. Alkaloid merupakan senyawa tanpa warna, kebanyakan berbentuk kristal dan lebih sedikit berbentuk cairan (Ananda, 2021). Golongan senyawa ini berupa campuran dari beberapa alkaloid utama dan beberapa kecil. Definisi yang tepat dari istilah ‘alkaloid’ (mirip alkali) agak sulit karena tidak ada batas yang jelas antara alkaloid dan amina kompleks yang terjadi secara alami. Alkaloid khas yang berasal dari sumber tumbuhan, senyawa ini bersifat basa, mengandung satu atau lebih atom nitrogen (biasanya dalam cincin heterosiklik) dan mereka biasanya memiliki aktivitas fisiologis yang pada manusia atau hewan lainnya (Julianto, 2019).

1. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa fenol dan termasuk metabolit sekunder yang terkandung pada tanaman yang memiliki komponen fenolik dan bersifat antioksidan (Zuraida *et al*., 2017). Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar di alam. Banyaknya senyawa flavonoid ini karena banyaknya jenis tingkat hidroksilasi, alkoksilasi dan glikosilasi pada strukturnya. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon yang membentuk susunan C6-C3-C6. Lebih dari 2000 flavonoid yang berasal dari tumbuhan tumbuhan telah diidentifikasi, diantaranya senyawa antosianin, flavonol, dan flavon. Antosianin (dari bahasa Yunani anthos=bunga, kyanos, biru tua) adalah pigmen berwarna yang umumnya terdapat di bunga berwarna merah, ungu, dan biru. Pigmen ini juga terdapat di berbagai bagian tumbuhan lain, misalnya buah tertentu, batang, daun dan bahkan akar. Flavonoid sebagian besar terhimpun dalam vakuola sel tumbuhan walaupun tempat sintesisnya ada di luar vakuola (Julianto, 2019).

1. Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan metabolit sekunder yang termasuk dalam kelompok besar minyak nabati yang berwujud cairan kental pada suhu ruang namun mudah menguap serta dijadikan ciri khas aroma dari suatu jenis tumbuhan dari kandungan yang dimilikinya (Triesty, 2017). Kulit jeruk mengandung minyak atsiri, atau dikenal juga sebagai minyak eteris (aetheric oil) banyak dimanfaatkan oleh industri kimia parfum, menambah aroma jeruk pada minuman dan makanan, serta dibidang kesehatan digunakan sebagai antioksidan dan antikanker (Muhtadin *et al*., 2013). Umumnya perbedaan komposisi minyak atsiri disebabkan perbedaan jenis tanaman penghasil, kondisi iklim, tanah tempat tumbuh, umur panenan, metode ekstraksi yang digunakan dan cara penyimpanan minyak atsiri. Minyak atsiri biasanya terdiri dari berbagai campuran persenyawaan kimia yang terbentuk dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Pada umumnya komponen kimia minyak atsiri dibagi menjadi dua golongan yaitu hidrokarbon, yang terutama terdiri dari persenyawaan terpen dan hidrokarbon teroksigenasi. Golongan hidrokarbon, persenyawaan yang termasuk golongan ini terbentuk dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Jenis hidrokarbon yang terdapat dalam minyak atsiri sebagian besar terdiri dari monoterpen (2 unit isopren), sesquiterpen (3 unit isopren), diterpen (4 unit isopren) dan politerpen. Golongan hidrokarbon teroksigenasi: Komponen kimia dari golongan persenyawaan ini terbentuk dari unsure karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Persenyawaan yang termasuk dalam golongan ini adalah persenyawaan alcohol, aldehid, keton, ester, eter, dan fenol. Ikatan karbon yang terdapat dalam molekulnya dapat terdiri dari ikatan tunggal, ikatan rangkap dua, dan ikatan rangkap tiga. Terpen mengandung ikatan tunggal dan ikatan rangkap dua. Senyawa terpen memiliki aroma kurang wangi, sukar larut dalam alkohol encer dan jika disimpan dalam waktu lama akan membentuk resin. Golongan hidrokarbon teroksigenasi merupakan senyawa yang penting dalam minyak atsiri karena umumnya aroma yang lebih wangi. Fraksi terpen perlu dipisahkan untuk tujuan tertentu, misalnya untuk pembuatan parfum, sehingga didapatkan minyak atsiri yang bebas terpen (Ketaren 1985 dalam Zulnely *et al*., 2015).

1. Terpenoid/Steroid

Steroid adalah kelompok senyawa penting dengan struktur dasar sterana jenuh dengan 17 atom karbon dan 4 cincin. Steroid adalah senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang dihasilkan dari reaksi penurunan terpena atau skualena. Senyawa-senyawa golongan terpena dan modifikasinya, terpenoid, adalah metabolit sekunder tumbuhan. Terpena biasanya ditemukan dalam getah dan vakuola sel tumbuhan (Ananda, 2021). Sebagian besar terpenoid tidak berwarna, merupakan cairan yang memiliki bau, memiliki berat jenis yang lebih ringan daripada air, mudah menguap dengan adanya uap air panas. Sedikit diantaranya berwujud padat seperti camphor. Seluruh senyawa terpenoid dapat larut dalam pelarut organik dan biasanya tidak larut dalam air. Struktur senyawa terpenoid merupakan alil siklik, beberapa diantaranya merupakan senyawa tak jenuh dengan satu atau lebih ikatan rangkap. Konsekuensinya senyawa mudah mengalami reaksi adisi dengan hydrogen, halogen, asam dan lain-lain. Sejumlah produk adisinya memiliki sifat antiseptic (Julianto, 2019).

1. Saponin

Saponin adalah jenis senyawa kimia yang banyak ditemukan dalam berbagai spesies tumbuhan. Senyawa ni adalah glikosida amfipatik yang dapat mengeluarkan busa jika dikocok dengan kencang di dalam larutan. Busanya tidak mudah hilang dan stabil. Saponin diklasifikasikan berdasarkan sifat kimia menjadi dua bagian yaitu saponin steroid dan saponin triterpenoid. Saponin adalah jenis glikosida yang banyak ditemukan pada tumbuhan yang memiliki karakteristik buih dan rasa pahit (Ananda, 2021). Senyawa ini memberikan efek pembentukan gelombung yang permanen pada saat digojok (Julianto, 2019).

1. Glikosida

Glikosida merupakan senyawa alami yang terdiri dari bagian karbohidrat atau gula yang bersifat oksidator yang disebut dengan glikon dan bukan gula atau yang paling sering ditemukan adalah steroid, flavonoid. Glikosida merupakan metabolit sisi tanaman yang terikat untuk mono atau oligosakarida melalui glikosidik, yang merupakan metabolit yang glikolisasi (Rohaya *et al*., 2023). Bagian gula suatu glikosida terikat pada atom C anomerik membentuk ikatan glikosida. Glikosida dapat terikat oleh atom O- (O-gloikosida), N- (glikosida amin), S- (thioglikosida), C-(C-glikosida). Bagian gula suatu glikosida disebut sebagai glikon, dan bagian bukan gula disebut sebagai aglikon atau genin. Glikon dapat terdiri dari gula tunggal (monosakarida) atau beberapa unit gula (oligosakarida) (Julianto, 2019).

**2.5 Nanoteknologi**

Nanoteknologi dikembangkan untuk membuat bahan, perangkat, serta sistem dengan sifat dan fungsi yang baru dengan merekayasa struktur kecil mereka. Prinsip dan alat yang sama diaplikasikan dalam berbagai bidang yang relevan dan dapat membantuk membangun *platform*  integritas untuk sains, teknik dan teknologi diskala nano (Fahmi dan aswandi, 2021). Nanoteknologi diaplikasikan dalam berbagai bidang yaitu (James, 2021) :

1. Elektronik

Dalam bidang teknologi, nanoteknologi digunakan untuk mengembangkan perangkat elektronik yang lebih kecil dan lebih kuat. Transitor skala nano dan perangkat memori telah dibuat dan para peneliti sedang mengeksplorasi penggunaan baru untuk bahan nano dalam komputasi.

1. Kedokteran

Dalam bidang kedokteran, nanoteknologi dimanfaatkan dalam pengembangan obat baru serta sistem pengiriman obat di dalam tubuh. Nanopartikel dapat digunakan dengan tujuan menargetkan sel-sel tertentu di dalam tubuh. Hal ini memungkinkan pengiriman agen terapeutik ke situs tertentu. Implan medis skala nano sedang dikembangkan yang dapat memantau dan mengobati penyakit.

1. Energi

Dalam bidan energi, nanoteknologi digunakan untuk mengembangkan bahan baru pada produksi dan penyimpanan energi. Sel surya skala nano dan sel bahan bakar sedang dikembangkan yang memiliki efesiensi lebih tinggi dari pada perangkat konvensional. Bahan seperti nanotube karbon sedang dieksplorasi untuk digunakan dalam aplikasi penyimpanan energi.

**2.5.1 Pengertian Nanopartikel**

Penghantaran nanopartikel dideskripsikan sebagai formulasi suatu partikel yang terdispersi pada ukuran nanometer (skala per seribu mikron). Terdapat perbedaan batasan ukuran partikel karena nanopartikel dalam sistem penghantaran obat berbeda dengan teknologi nanopartikel secara umum. Di dalam beberapa sumber mengatakan bahwa nanopartikel baru menunjukkan sifat khasnya apabila berada pada ukuran 1-100 nanometer, tetapi batasan ini sulit dicapai dalam nanopartikel sebagai sistem penghantaran obat. Secara umum nanopartikel obat harus memiliki obat dengan jumlah yang cukup di dalam matriks pada tiap butir partikel, maka dari itu diperlukan ukuran yang lebih besar dibanding nanopartikel non-farmasetik. Meskipun demikian secara umum ditentukan bahwa nanopartikel berada pada ukuran dibawah 1 mikron (Martine *et al*., 2024).

**2.5.2 Kelebihan Nanopartikel**

Nanopartikel memiliki kemampuan dalam menembus ruang-ruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh ukuran partikel koloidal, kemampuan untuk menembus dinding sel yang lebih tinggi dari difusi maupun opsonifikasi. Nanopartikel fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain sehingga membuka potensi yang lebih luas untuk dikembangkan pada berbagai target dan keperluan. Kelebihan lain dari nanopartikel adalah adanya peningkatan afnitas dari sistem karena peningkatan luas permukaan kontak pada jumlah yang sama (Martine *et al*., 2012). Nanoteknologi dalam produk farmasi memiliki kelebihan lain, diantaranya (Aspadiah *et al*., 2020):

* + 1. Memodifikasi pengontrolan pelepasan senyawa aktif sehingga dapat senyawa aktif tersebut dan dapat diberikan dalam konsentrasi tinggi karena permukaan partikel yang luas dan ukuran partikel yang kecil sehingga obat dapat mencapai tempat aksi yang ditargetkan secara selektif dan efektif.
    2. Pelepasan zat aktif dapat dikontrol untuk meminimalisir adanya efek samping yang merugikan.

**2.5.3 Kekurangan Nanopartikel**

Meskipun banyak keuntungan, nanopartikel dalam sintesis nanopartikel memeiliki beberapa kelemahan. Salah satu tantangan mereka adalah dalam metode sintesis nanopartikel. Sintesis nanopartikel umumnya menggunakan metode kimia dan fisika. Metode fisika termasuk penguapan dan laser ablasi membutuhkan biaya yang tinggi dan mempunyai proses yang panjang. Sedangkan metode kimia melalui reduksi garam logam dengan agen pereduksi kuat, berpotensi berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia karena toksisitas reagen atau produk samping dari reaksi (Safaat dan Wulandari, 2021).

**2.5.4 Alat Ukur Nanopartikel**

1. *Partikel Size Analyzer* (PSA)

*Particle Size Analyzer* (PSA) adalah instrumen atau alat laboratorium yang digunakan untuk mengetahui ukuran nanopartikel yang terdapat dalam sampel. Sampel awal yang digunakan berupa cairan dan serbuk dengan ukuran nanometer (nm) yang didispersikan ke dalam media cair, yang kemudian akan diperoleh hasil berupa kurva dari ukuran partikel. Instrumen *Particle Size Analyzer* memanfaatkan sebuah alay yang mempunyai sumber cahaya dan detektor, umumnya memakai detektor berupa tabung *Photo Multiplier* dan foto dioda. Selain analisis ukuran partikel, instrumen tersebut seringkali dilengkapi dengan pengukuran bobot molekul dan potensi zeta. Setiap jenis pengukuran menggunakan teknik hamburan cahaya yang berbeda yaitu hamburan cahaya dinamis untuk ukuran partikel, dan hamburan cahaya statis untuk bobot molekul.

**

**Gambar 2.2** *Alat Particle Size Analyzer* (PSA)

**Sumber** : (Yusan *et al*., 2023)

Pada teknik hamburan cahaya dinamis, intensintas cahaya terhambur setelah mengenai sampel yang terdispersi dalam cairan diukur oleh instrumen. Pada teknik hamburan cahaya elektroforesis, terjadi pergeseran *Doppler* pada cahaya terhambur saat sampel koloidal terindetifikasi dengan suatu medan listrik. Pergeseran ini dapat dikaitkan dengan kecepatan gerak partikel, yang dapat digunakan untuk menghitung potensi zeta (Yusan *et al*.,2023).

1. *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur nanopartikel dengan bantuan elektron yang dapat dideteksi yaitu backscattered electron (BSE) dan *secondary electron* (SE). BSE terjadi ketika elektron menumbuk atom-atom dari sampel secara elastik sedangkan SE adalah elektron yang terhambur akibat tumbukan tidak elastik. Ada bebrapa sinyal penting yang dihasilkan oleh SEM. Berdasarkan pantulan inelastis didapatkan sinyal *backscattered electron* (Yusan *et al.,* 2023).



**Gambar 2.3** *Alat Scanning Electron Microscopy* (SEM)

**Sumber** : (Yusan *et al*., 2023)

1. *Transmission electron microscope* (TEM)

Pada mikroskop elektron transmisi atau *Transmission electron microscope* (TEM), sinar monokromatik elektron berinteraksi dengan sampel atau obyek, ditransmisikan sebagian oleh sampel atau objek dan difokuskan menjadi suatu gambar serta diproyeksikan ke layar. Bagian gambar yang lebih terang mewakili daerah pada sampel yang lebih banyak dilewati oleh berkas elektron, sedangkan daerah gelap mewakili daerah yang lebih sedikit dilewati oleh berkas elektron. TEM dapat memperbesar gambar sampai sekitar 500.000 kali (Setianingsih, 2017).



**Gambar 2.4** Alat *Transmission Electron Microscope* (TEM)

**Sumber** : (Yusan *et al*., 2023)

**2.5.5 Syarat Nanopartikel**

Di dalam buku Nano Material: Quantum Dot, Nanopartikel Perak, Graphene, Dan Bakteri, secara teknis seringkali pembatasan nanosains dan nanoteknologi adanya skala panjang rentang 1-100 nm. Dengan demikian, yang dimaksud dengan nanomaterial di sini adalah berbagai material yang telah ada atau disintesis dengan rentang ukuran 1-100 nm. Sebelum digunakan istilah ‘nano’ partikel yang berada pada rentang ukuran 1-100 nanometer disebut sebagai *super fine particle* atau partikel super halus dan partikel yang berada pada rentang 100-1000 nanometer disebut *very fine particle* atau partikel sangat halus. Nanopartikel merupakan salah satu produk dari nanomaterial adalah nanoparrtikel. Nanopartikel dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon dan senyawa organik (Dwandaru dan Janah, 2018).

**2.6 Pasta Gigi**

Pasta gigi merupakan suatu sediaan perawatan gigi untuk membersihkan, memperindah serta mengganti mineral yang meluruh dari permukaan gigi. Pasta dibuat dengan cara mencampurkan bahan obat berbentuk serbuk dalam jumlah yang besar dan tepat. Dibuat dengan bahan gliserol, mucilago, atau sabun (Rahmah, 2019). Untuk mencegah kerusakan lapisan mineral pada gigi, dilakukan penambahan komponen remineralisasi berupa CaCO3, CaPO4 bahkan nano kalsium seperti hidroksiapatit (HAp) (Gintu *et al*., 2020).

**Tabel 2.1** Tabel Penelitian Terdahulu yang Relevan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama peneliti** | **Judul penelitian** | **Hasil penelitian** |
| 1 | (Ramadhan *et al*., 2019) | NaDaMaNis (Nano Daun Mangrove dan Jeruk Nipis sebagai Pasta Gigi Herbal Antibakteri)  NaDaMaNis | Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi terbaik dari evaluasi sediaan pasta gigi herbal nano ekstrak daun mangrove dan ekstrak jeruk nipis adalah formulasi ke 3 dengan hasil pengujian sifat fisik yang lebih baik dan hasil pengujian antibakteri lebih luas dari formulasi lainnya. |
| 2 | (D. Fitri *et al*., 2020) | Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Salam (Syzygium polyanthum) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik | Hasil karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol daun salam menunjukkan F1, F2, dan F3 memiliki rata-rata ukuran partikel yaitu 284,2 ± 6,8; 410,6 ± 6,8; dan 630,1 ± 3,4 nm dan nilai zeta potensial F1, F2 dan F3 adalah 50,1 ± 4,3; 45,8 ± 0,7; dan 59,2 ± 1,2 mV. F1 merupakan formula dengan ukuran partikel paling kecil dengan karakterisasi ukuran partikel <300nm dan stabilitas sistem dispersi yang optimal yaitu >30 mV. |
| 3 | (Saputra dan Susanty, 2022) | Uji Aktivitas Antibakteri Gel Nanopartikel Ekstrak Etanol Gambir Terhadap Bakteri Penyebab Karies Gigi (*Streptococcus Mutans*) | Hasil penelitian menunjukkan bahwa gel nanopartikel ekstrak gambir Formula 1, 2 dan 3 memiliki aktivitas anti bakteri yang kurang baik. Sementara itu gel nanopartikel Formula 4 memiliki aktivitas yang baik, sehingga berpotensi digunakan sebagai pengganti pasta gigi dalam mengurangi angka kejadian karies gigi. |
| 4 | (Fahira *et al*., 2023) | Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Matoa (Pometia Pinnata J.R Forst dan G. Forst) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* | Kesimpulan penelitian ini adalah ekstrak etanol daun matoa (Pometia pinnata J.R Forst dan G. Forst) dapat dijadikan nanopartikel ekstrak dengan ukuran partikel yaitu 324,97 nm. Nilai ZOI antibakteri ekstrak etanol daun matoa terhadap bakteri *S. mutans* sebesar 12 mm (KEDM 25%), 12,5 mm (KEDM 50%) dan 12,6 mm (KEDM 75%). Nilai ZOI antibakteri nanopartikel ekstrak etanol daun matoa terhadap S. mutans sebesar 8 mm (KNDM 2,5%), 9,06 mm (KNDM 5%) dan 10,1 mm (KNDM 7,5%). Pada konsentrasi nanopartikel ekstrak 7,5%. |
| 5 | (Andriani *et al*., 2023) | Formulasi pasta gigi berbahan nanokalsium dari limbah cangkang telur ayam kampung dan daya hambatnya terhadap bakteri *Streptococcus mutans* | Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanokalsium dari Limbah cangkang telur yang digunakan untuk formulasi pasta gigi yang disintesis dengan metode presipitasi berupa kristal berwarna putih dan memiliki morfologi berbentuk lembaran dengan ketebalan tepi berkisar 15–20 nm. Hasil analisis EDS menunjukkan terdapat spektrum puncak Ca tertinggi, yang mengkonfirmasi adanya pembentukan nanopartikel  Ca (nanokalsium). |

**2.6.1 Fungsi Pasta Gigi**

Fungsi pasta gigi adalah untuk membersihkan gigi, mengurangi pembentukan plak atau stain, memperkuat perlindungan gigi terhadap karies, menghilangkan atau mengurangi bau mulut, dan memberikan rasa segar pada mulut. Menggosok gigi secara benar dapat mencegah terjadinya gigi berlubang, sakit gigi, karies gigi dan penyakit gigi lainnya. Pasta gigi juga efektif menghilangkan kotoran dimulut dan bau mulut. Pasta gigi termasuk kedalam sediaan produk kefarmasian, yang digunakan secara oral (Rahmah, 2019).

**2.6.2 Mekanisme Pasta Gigi Membersihkan Bakteri Di Mulut**

Pasta gigi dapat membersihkan bakteri di mulut karena mengandung bahan abrasif. Bahan abrasif pada pasta gigi bekerja dengan cara membersihkan dan menghilangkan stain, sisa-sisa makanan, warna dan plak dari permukaan gigi, serta menghaluskan dan mengkilatkan gigi (Sari *et al*., 2019).

**2.6.3 Komponen Pasta Gigi (Rahmah, 2019**):

1. Bahan Abrasif

Bahan abrasif pada pasta gigi umumnya berbentuk bubuk pembersih yang dapat menghilangkan plak. Bahan abrasif pada sediaan pasta gigi untuk menambah kekentalan pasta gigi. Kandungan bahan abrasif di dalam sediaan pasta gigi sebanyak 30-40%. Beberapa contoh bahan abrasif yaitu kalsium karbonat, natrium bikarbonat, natrium klorida dan partikel silika. Manfaat penambahan bahan abrasif pada pasta gigi ini adalah untuk memoles dan membersihkan permukaan gigi tanpa merusak email gigi serta mempertahankan pelikel dan mencegah akumulasi stain.

1. Bahan Humektan

Humektan adalah bahan yang membantu menjaga kelembaban pasta gigi dan mencegahnya mengering. Bahan humektan atau bahan pelembab ini bermanfaat untuk mencegah penguapan air serta mempertahankan kelembaban pada pasta. Beberapa bahan pelembab seperti sorbitol, gliserin dan air.

1. Bahan Pengikat

Efek untuk mengikat semua bahan dan memberikan tekstur pasta gigi adalah fungsi dari penambahan bahan pengikat. Di dalam sediaan pasta gigi terdapat sebanyak 1-5% bahan pengikat. Contoh bahan pengikat adalah hidroksimetilsellulose dan cullulose gum.

1. Bahan Surfaktan

Surfaktan atau deterjen di dalam pasta gigi berfungsi menurunkan tegangan permukaan dan melonggarkan ikatan debris dengan gigi yang akan membantuk gerakan pembersihakn sikat gigi. Bahan surfaktan membantu membersihkan gigi dengan cara menghasilkan buih atau busa. Sodium Lauryl Sulfat (SLS) adalah contoh dari bahan surfaktan.

1. Bahan Pengawet

Pengawet dalam pasta gigi berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi bakteri dan mempertahankan keaslian produk. Jumlah bahan pengawet dalam pasta gigi di atas 7% dari 1%. Natrium benzoat merupakan contoh dari pengawet dalam pasta gigi.

1. Bahan Pewarna dan Bahan Pemberi Rasa

Bahan pewarna dan bahan pemberi rasa berfungsi untk menutupi rasa dari bahan lain yang kurang enak. Bahan ini juga dapat menambah selera bagi pengguna, seperti peppermint, menthol dan speartmint. Pada pasta gigi anak-anak seperti rasa jeruk, stroberi dan permen karet.

1. Air

Air berfungsi sebagai pelarut dan mempertahankan konsistensi pasta gigi. Kandungan air di dalam pasta gigi adalah sebanyak 20-40%.

**2.7 Gigi**

Gigi merupakan organ tubuh keras yang terdapat di dalam bagian mulut yang digunakan untuk mengolah makanan ketika makan. Dengan itu gigi memiliki fungsi untuk mengoyak, mengunyah dan menghaluskan suatu makanan sebelum makanan masuk kedalam tenggorakan. Oleh sebab itu, perlu adanya kepedulian untuk perawatan gigi supaya gigi tetap terjaga dan utuh (Sutanti *et al*., 2022).

**2.7.1 Struktur Jaringan Gigi**

Secara garis besar jaringan gigi terdiri dari beberapa jaringan pembentuk yaitu (Astuti, 2020):

1. Email/ Enamel

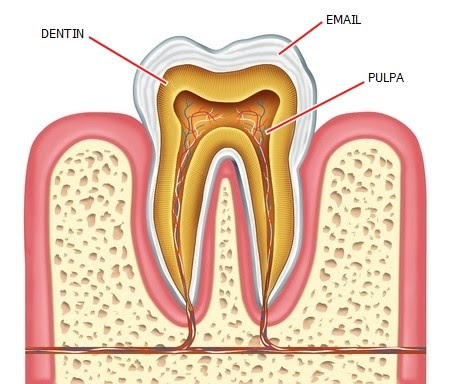
Jaringan email adalah jaringan paling luar, berwarna putih dan menutupi mahkota gigi. Email gigi merupakan jaringan terkeras dari tubuh manusia. Komposisi email terdiri dari jaringan anorganik 96%, organik 1% dan sisanya adalah air. Komposisi inilah yang menyebabkan email sangat kuat. Sesuai dengan bahan penyusun dan letaknya email berfungsi untuk melindungi gigi dari rangsangan luar seperti panas, dingin, asam dan manis. Matriks email dihasilkan oleh sel ameloblast.

1. Dentin

Dentin merupakan jaringan lapisan kedua dari struktur gigi dan merupakan komponen terbesar dari gigi. Dentin terletak dibawah lapisan email dan berwarna kuning serta jauh lebih lunak dari email. Komposisinya terdiri dari hidroksi apatit 80%, dan zat antar sel organik 20% terutama terdiri atas serat-serat kolagen dan glikosaminoglikans yang disentetis oleh sel yang disebut sel odontoblast. Dentin merupakan sebagai atap dari pulpa atau untuk melindungi pulpa.

1. Pulpa

Pulpa merupakan kavitas yang terdapat pada bagian dalam gigi yang berisi saraf dan pasokan darah ke gigi yang terbagi menjadi kamar pulpa (dibagian koronal) dan saluran akar.



**Gambar 2.5** Struktur Jaringan Gigi

**Sumber** : (Rahmah, 2019).

**2.7.2** **Penyangga Gigi**

Gigi dapat tertanam kuat di dalam mulut karena didukung oleh jaringna penyokong atau jaringan penyangga gigi. Jaringan penyangga gigi ada beberapa macam berdasarkan bentuk dan fungsinya yaitu (Astuti, 2020) :

1. Gingiva

Gingiva atau dapat disebut juga gusi adalah jaringan yang melapisi dan melekat erat pada leher gigi dan tulang alveolar dan merupakan jaringan terluar yang tampak dalam rongga mulut yang berwarna merah muda.

1. Sementum

Sementum adalah jaringan keras yang meliputi akar gigi. Komposisi sementum yaitu; material anorganik (serat kolagen) 65%, air 35% selebihnya zat organic (hidro apatid).

1. Ligamen Periodontal

Ligamen periodontal adalah jaringan yang membungkus akar gigi dan menghubungkan akar gigi ke tulang laveolar. Jaringan periodontal terdiri dari serat-serat periodontal yang tersusun atas kelompok-kelompok serat kolagen, pembuluh darah dan saraf.

1. Tulang Alveolar

Tulang alveolar merupakan bagian dari tulang rahang yang mengelilingi akar gigi. Tulang ini membentuk suatu lubang tempat gigi tertanam. Ketebalan dan ketinggian tulang alveolar tergantung dengan ada tidaknya gig yang disangga. Fungsi tulang alveolar adalah sebagai penyangga gigi.



**Gambar 2.6** Strukur Penyangga Gigi

**Sumber** : (blogspot.com).

**2.7.3 Perawatan Gigi Dan Mulut**

Cara yang umum dilakukan untuk untuk memelihara kesehatan gigi dan mulut yaitu, (Vernino, 2000 dalam Haryani *et al*., 2023):

1. Sikat Gigi

Sikat gigi merupakan salah satu alat yang digunakan secara luas untuk membersihkan gigi. Di pasaran dapat ditemukan beberapa macam sikat gigi baik manual maupun elektrik dengan berbagai ukuran dan bentuk. Bulu sikat terbuat dari berbagai macam bahan, tekstur, panjang dan kepadatan. Menyikat gigi adalah suatu cara yang dapat dilakukan sendiri dan cukup efektif untuk membersihkan rongga mulut. Dalam memelihara kebersihan mulut yang penting adalah teknik menyikat gigi yang tepat, teratur dan pemilihan pasta gigi dengan tepat, juga pemilihan sikat gigi.

1. Diet Makanan Dalam Kesehatan Gigi

Diet makanan dalam kesehatan gigi didefinisikan untuk mencegah berkembangnya suatu penyakit atau jenis makanan yang dapat mempercepat terjadinya penyakit gigi dan mulut. Anjuran diet makanan merupakan upaya utama dalam mencegah terjadinya penyakit karies gigi. Diet makanan termasuk dalam hal mengontrol makanan dalam kurun waktu atau jam per jam, jika tidak diatur pola makan tersebut maka akan mengakibatkan keadaan yang menguntungkan bagi flora mulut dalam mempengaruhi terjadinya penyakit gigi mulut.

**2.8 Karies Gigi**

Karies gigi adalah suatu penyakit pada jaringan keras gigi sebagai akibat produk asam hasil fermentasi karbohidrat oleh bakteri. karies gigi terjadi karena adanya proses demineralisasi yang merupakan proses hilangnya unsur mineral pada gigi. Mineral yang hilang saat deminaralisasi antara lain kalsium dan fosfat. Sedangkan remineralisasi gigi dapat terjadi apabila kandungan mineral kalsium, fosfat dan ion-ion lain stabil. Proses demineralisasi dan remineraliisasi pada gigi dapat dideteksi melalui perubahan kekerasan enamel karena uji kekerasan memiliki kepekaan terhadap lesi superfisial. Mineral gigi berhubungan dengan kekerasan enamel, semakin rendah kandungan mineral maka semakin rendah pula kekerasan enamel (Sutanti *et al*., 2022).

**2.8.1 Mekanisme Terbentuknya Karies Gigi**

Karies gigi terjadi karena proses demineralisasi struktur gigi oleh asam yang dihasilkan oleh mikro-organisme dan ditandai dengan terbentuknya kavitas pada permukaan email, dentin atau sementum. Bakteri yang berkembang biak pada plak menghasilkan asam yang mampu melarutkan gigi. Metabolit bakteri pada plak mengubah karbohidrat menjadi energi dan asam organik yang menyebabkan pH metabolit rendah (5,0–5,5), dan menyebabkan demineralisasi struktur gigi. Demineralisasi berhubungan erat dengan tingkat keasaman dan lamanya suasana asam di permukaan gigi. Metabolisme bakteri pada plak sangat dipengaruhi oleh keberadaan karbohidrat (sukrosa, fruktosa, glukosa) di dalam rongga mulut (Sibarani, 2014).

**2.9 Evaluasi Sediaan Pasta dengan Nanoekstrak**

**2.9.1 Uji Organoleptik**

Uji organoleptik pasta gigi mencakup bentuk, warna, rasa, tekstur, dan bau yang dapat diamati secara Obyektif. Pengamatan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sediaan yang telah dibuat mengalami perubahan yang signifikan (Rahmah, 2019).

**2.9.2 Homogenitas**

Untuk menguji homogenitas sediaan pasta, pasta gigi yang diuji dioleskan pada gelas obyek dan diamati untuk memastika bahwa sediaan homogen. Jika tidak ada butiran kasar di atas gelas, pasta gigi yang diuji dianggap homogen (Rahmah, 2019).

**2.9.3 pH**

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui keamanan sediaan agar tidak mengiritasi mukosa mulut ketika digunakan. Pengukuran bertujuan untuk melihat apakah derajat keasaman dari pasta gigi telah sesuai dengan pH standar (Anggela dan Yuniarti, 2022).

**2.9.4 Viskositas**

Dalam pembuatan pasta gigi, salah satu permasalahan yang sering terjadi yaitu sulitnya tercampur antara zat aktif dengan bahan komponen lainnya terutama jika zat aktif tersebut berupa ekstrak bahan alam, sehingga dapat berpengaruh terhadap sifat homogenitas sediaan. Selain itu sifat kekentalan sediaan juga menjadi permasalahan dalam pembuatan pasta gigi karena dapat berpengaruh terhadap kestabilan fisik sediaan (Marlina dan Rosalini, 2017).

**2.9.5 Uji Hedonik**

Uji hedonik adalah uji tingkat kesukaan seseorang terhadap suatu produk yang dikonsumsi sehingga dikenal juga dengan istilah uji sensorik. Dalam melakukan uji hedonik, seorang panelis (orang yang menilai) memberikan penilaian tingkat kesukaan berdasarkan pengamatan dengan menggunakan panca indera. Oleh karena itu metode dominan yang digunakan dalam uji hedonik adalah secara indrawi atau organoleptik (Tiyani *et al*., 2020).

**2.10 Bakteri**

Kata bakteri berasal dari bahasa latin “bacterium”, adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Biasanya memiliki panjang beberapa mikrometer, memiliki sejumlah bentuk mulai dari berbentuk bola sampai ke bentuk batang dan spiral. Bakteri mendiami tanah, air, mata air panas asam, limbah radioaktif dan biosfer dalam kerak bumi. Bakteri juga hidup dalam hubungan simbiotik dan parasit dengan tanaman dan hewan (Effendi, 2020).

**2.10.1 Bentuk-Bentuk Bakteri**

Bakteri memiliki berbagai bentuk, yaitu(Rini dan Rochmah, 2020):

1. Bakteri Bentuk Batang

Bakteri berbentuk batang dikenal sebagai basil. Kata basil berasal dari *bacillus* yang berarti batang. Bentuk batang dibedakan atas :

1. Basil tunggal

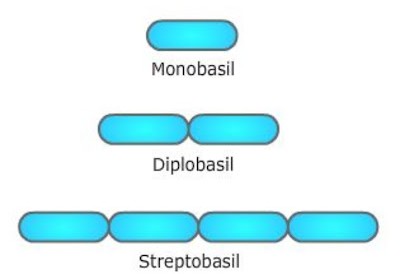
Bakteri basis tunggal memiliki satu batang tunggal, seperti salmonella typhi yang merupakan bakteri penyebab penyakit tipus.

1. Diplobasil

Bakteri diplobasil ini memiliki bentuk batang yang bergandengan dua-dua.

1. Streptobasil

Bakteri ini berbentuk batang yang bergandengan memanjang membentuk rantai, seperti *Bacillus anthracis* penyabab penyakit antraks.



**Gambar 2.7** Bakteri Berbentuk Batang

**Sumber** : (Rini dan Rochmah, 2020)

1. Bakteri Bentuk Bulat

Bakteri berbentuk bulat dikenal sebagai coccus, bakteri ini dibedakan sebagai berikut :

1. Monokokus

Bakteri ini berbentuk bulat tunggal, seperti *Nesseria gonorrhoeae* yang merupakan bakteri penyebab kencing nanah.

1. Diplokokkus

Bakteri ini berbentuk bulat yang bergandengan dua-dua, seperti *Diplococcus pneumonia* penyebab penyakit pneumonia atau radang paru-paru.

1. Sarkina

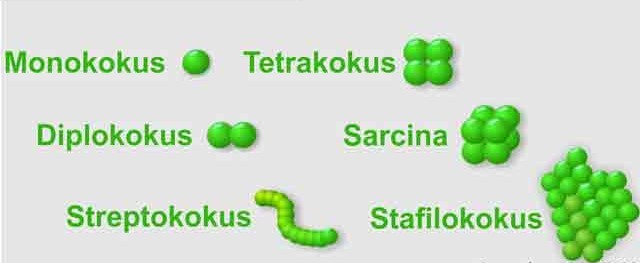
Bakteri sarkina merupakan bakteri yang meimiliki bentuk bulat berkelompok empat-empat sehingga bentuknya mirip seperti kubus.

1. Streptokokus

Bakteri streptococcus merupakan bakteri berbentuk bulat berkelompok memanjang rantai.

1. Stafilokokus

Stafilokokus merupakan bakteri yang berbentuk sekelompok sel tidak teratur sehingga memilki bentuk seperti buah anggur.



**Gambar 2.8** Bakteri Bentuk Kokus

**Sumber** : bilogijk.com

1. Bakteri Bentuk Spiral

Bakteri bentuk spiral memiliki 3 macam yaitu :

1. Spiral

Bakteri spiral ini merupakan golongan bakteri yang berbentuk spiral, misalnya *Spirillum*.

1. Vibro

Bakteri vibro memiliki bentuk spiral, tetapi spiral tak sempurna. *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera merupakan contoh bakteri jenis ini.

1. Spiroseta

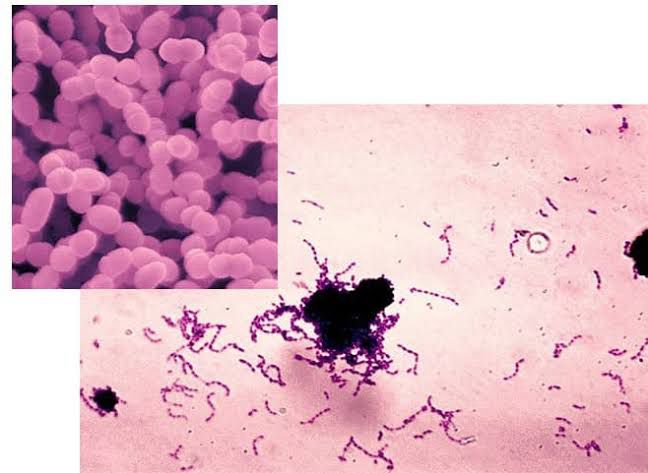
Bakteri spiroseta merupakan golongan bakteri berbentuk spiral yang bersifat lentur. Tubuh bakteri ini dapat memanjang dan mengerut pada saat bergerak.

**2.10.2 Bakteri Berdasarkan Struktur Dinding Sel**

Berdasarkan struktur dinding selnya bakteri dibedakan menjadi dua yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Untuk mengetahui perbedaannya dapat lihat dengan pewarnaan dan diamati dibawah mikroskop. Teknik pewarnaan yang digunakan yaitu pewarnaan Gram sesuai dengan nama penemunya yaitu Hans Christian Gram (1884). Bakteri yang diwarnai dengan zat warna violet dan yodium, dicuci dengan alkohol, diwarna dengan safranin. Bila dalam pengamatan secara mikroskopis bakteri menunjukkan warna ungu maka dikelompokkan pada jenis bakteri Gram positif, bila pengamatan secara mikroskopis bakteri menunjukkan warna merah maka dikelompokkan pada jenis bakteri Gram negative (Rini dan Rochmah, 2020).

Perbedaan warna antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif disebabkan oleh adanya perbadaan struktur pada dinding selnya. Dinding bakteri Gram positif banyak mengandung peptidoglikan, sedangkan dinding bakteri Gram negatif banyak mengandung lipoposakarida. Kompleks kristal ungu-iodin yang masuk ke dalam sel bakteri Gram positif tidak dapat tercuci oleh alkohol karena adanya lapisan peptidoglikan yang kokoh pada dinding sel, sedangkan pada bakteri Gram negatif alkohol akan merusak lapisan lipopolisakarida. Kompleks kristal ungu-iodin pada bakteri Gram negatif dapat tercuci dan menyebabkan sel bakteri tampak transparan yang akan berwarna merah setelah diberi safranin (Pratiwi, 2008 dalam Page & Negatif, 2021).

**2.11 Bakteri *Sterptococcus mutans***



**Gambar 2.9** Bakteri *Streptococcus Mutans*

**Sumber :** zitsman.org

*Streptoccus mutans* adalah bakteri pembentuk karies gigi. Mekanisme terbentuknya karies gigi disebabkan dari aktivitas mikroorganisme terhadap karbohidrat yang menghasilkan asam. Ditandai dengan desintegrasi substansiorganik yang berasal dari gigi ( Kiromah dan Wahyu, 2020 dalam Fahira *et al*., 2023). *S. Mutans* secara umum telah disepakati sebagai salah satu dari agensia penyebab utama karies. Biofilm dental mengadung komunitas bakteri komplek dan kemampuan *S. Mutans* lebih esensial dibanding strain lain dalam membentukkolonisasi, karena strain *S. Mutans* mampu berkolonisasi dengan inang serta menyebabkan karises gigi lebih kuat dari strain lain (Soesilawati., 2020).

*Streptococcus mutans* biasanya ditemukan pada rongga gigi manusia yang luka dan menjadi bakteri, menyebabkan karies gigi. Bakteri ini juga bersifat asidogenik, yang menghasilkan asam, asidosurik, dan menghasilkan polisakarida yang lengket yang disebut extran. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk tinggal di lingkungan yang mengandung asam (Rahmah, 2019). Bakteri ini hidup di lingkungan yang kaya akan sukrosa dan menciptakan permukaan asam dengan menurunkan pH mulut. Bakteri ini tidak mempunyai spora (Hidayah *et al*., 2020).

**2.11.1 Klasifikasi Bakteri *Streptococcus mutans***

Klasifikasi bakteri *Streptococcus mutans* yaitu, (Rahmah, 2019) :

Kingdom : Bacteria

Phylum : Firmicutes

Class : Bacilli

Orde : Lactobacillales

Family : Streptococcaceae

Genus : *Streptococcus*

Spesies : *Streptococcus mutans*

**2.12 Karies Gigi**

Karies gigi atau gigi berlubang merupakan suatu penyakit pada jaringan karies gigi (email, dentin dan sementum), yang disebabkan oleh aktivitas suatu jasad renik dalam karbohidrat yang dapat diragikan. Karies gigi ditandai dengan adanya demineralisasi jaringan keras gigi yang diikuti oleh kerusakan bahan organiknya, sehingga mengakibatkan terjadinya invasi bakteri dan kematian pulpa serta penyebaran nfeksi ke jaringan di sekiar akar gigi (Zuniawati, 2019).

**2.12.1 Faktor Penyebab Terjadinya Karies Gigi**

Faktor penyebab karies yaitu bakteri streptococcus dan lactobacilli. Bakteri spesifik inilah yang mengubah glukosa dan karbohidrat pada makanan menjadi asam melalui proses fermentasi. Selain faktor yang merupakan faktor penyebab langsung di dalam mulut yang berhubungan dengan karies gigi terdapat pula faktor tidak langsung yang disebut faktor luar, yaitu faktor predisposisi dan faktor penghambat terjadinya karies. Faktor luar antara lain usia, jenis kelamin, tingkat ekonomi, lingkungan, sikap dan perilaku yang berhubungan langsung dengan kesehatan gigi (Zuniawati, 2019).

**2.13 Antibakteri**

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri, khususnya bakteri yang merugikan manusia. Senyawa antibakteri yang baik harus mempunyai sifat toksisitas selektif. Toksisitas selektif memiliki arti antibakteri yang digunakan harus bersifat sangat toksik untuk bakteri tetapi tidak membahayakan untuk inang. Toksisitas selektif dapat berupa fungsi dari suatu reseptor khusus yang dibutuhkan untuk perlekatan obat, atau dapat bergantung pada penghambatan proses biokimia yang penting untuk parasit tetapi tidak untuk inang (Adhi, 2012).

**2.13.1 Mekanisme Kerja Antibakteri**

Mekanisme kerja antibakteri dapat terjadi melalui lima cara, yaitu hambatan sintesis dinding sel, perubahan permeabilitas sel, perubahan molekul asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein (Adhi, 2012).

**2.14 Metode Uji Aktivitas Antibakteri**

Uji aktitvitas antibakteri dilakukan untuk mengetahui apakah sediaan efektif terhadap bakteri jika digunakan. Pada uji ini diukur pertumbuhan mikroorganisme terhadap agen antimikroba. Kegunaan uji antimikroba adalah diperolehnya suatu sistem pengobatan yang efektif dan efisien. Adapun metode-metode uji antimikroba yaitu (Atikah, 2013):

1. Metode Difusi
2. *Disc diffusion* (metode kirby baurer)

Metode ini untuk menentukan aktivitas agen antimikroba. Piringan yang berisi agen antimikroba. Piringan yang berisi agen antimikroba diletakkan pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme yang akan berdifusi pada media agar tersebut. Area jernih mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antimikroba pada permukaan media agar. Selanjutnya, klasifikasi respon hambatan pertumbuhan dikategorikan sebagai sangat kuat, kuat, sedang dan lemah berdasarkan diameter daerah hambat (mm) seperti di bawah ini:

**Tabel 2.2** Klasifikasi Zona Hambat Menurut (Miranda *et al*., 2022)

|  |  |
| --- | --- |
| **Diameter Zona Hambat** | **Kategori** |
| 20 mm | Sangat kuat |
| 11-20 mm | Kuat |
| 5-10 mm | Sedang |
| 5 mm | Lemah |

1. *E-test*

Metode ini digunakan untuk mengintimidasi MIC (*Minimum Inhibitory Concentration)* atau KHM (Kadar Hambat Minimum), yaitu konsentrasi minimal suatu agen antimikroba untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Pada metode ini digunakan strip plastik yang mengandung agen antimikroba dari kadar terendah hingga tertinggi dan diletakkan pada permukaan media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Pengamaan dilakukan pada area jernih yang ditimbulkannya yang menunjukkan kadae agen antimikroba yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media agar.

1. *Ditch Plate*

Pada metode ini sampel uji berupa agen antimikroba yang diletakkan pada parit yang dibuat dengan cara memotong media agar dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur dan mikroba uji (maksimum 6 macam) digoreskan ke arah parit yang berisi agen antimikroba.

1. *Cup-plate*

Metode ini serupa dengan metode disc diffusion, dimana dibuat sumur pada media agar yang telah ditanami dengan mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen antimikroba yang di uji.

1. *Gradient-plate*

Pada metode ini konsentrasi agen antimikroba pada media agar secara teoritis bervariasi dari 0 hingga maksimal. Media agar dicairkan dan larutan uji ditambahkan. Campuran kemudian dituang ke dalam cawan petri dan diletakkan dalam posisi miring. Nutrisi kedua selanjutnya dituang di atasnya dan diinkubasi selama 24 jam untuk memungkinkan agen antimikroba berdifusi dan permukaan media mengering. Mikroba uji digoreskan pada arah mulai dari konsentrasi tinggi ke rendah. Hasil diperhitungkan sebgai panjang total pertumbuhan mikroorganisme maksimum yang mungkin dibandingkan dengan panjang pertumbuhan hasil goresan.

1. Metode Dilusi

Metode dilusi dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Metode dilusi cair

Metode ini mengukur MIC (*Minimum Inhibitory Concentration* atau kadar hambat minimum,KHM) dan MBC (*Minimum Bactericidal Concentration* atau kadar bunuh maksimum, KBM). cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji. larutan uji agen antimikroba pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan mikroba uji ditetapkan sebgai KHM. larutan yang ditetapkan sebgai khm tersebut selanjutnya dikultur ulang pada media cair tanpa penambahan mikroba uji ataupun agen antimikroba, dan diinkubasi selama 18-24 jam. media cair yang ditetapkan terlihat jernih setelah diinkubasi ditetapkan sebagai KBM.

1. Metode Dilusi Padat

Metode ini serupa dengan metode dilusi cair namun menggunakan media padat (solid). Keuntungan metode ini adalah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji.

1. Uji Akivitas Antifungi

Pada uji ini kebutuhan media berbeda dengan menggunakan bakteri. Media yang umum digunakan *Sabouraud Dextrose Liquid/Solid*, *Czapex Dox*, dan media khusus fungi lainnya. Uji ini serupa dengan uji untuk bakteri, dimana spora atau miselium fungi dilarutkan pada larutan agen antimikroba uji, dan selanjutnya pada interval waktu tertentu disubkultur pada media yang sesuai. Setelah diinkubasi, pertumbuhan fungi pun diamati.

1. Uji Bioautografi

Uji bioautografi merupakan metode spesifik untuk mendeteksi bercak pada kromatogram hasil KLT (kromatografi lapis tipis) yang meiliki aktivitas antibakteri, antifungi dan antivirus. Keuntungan metode ini adalah sifatnya yang efisien untuk mendeteksi adanya senyawa antimikroba karena letak bercak dapat ditentukan walaupun berada dalam campuran yang kompleks sehingga memungkinkan untuk mengisolasi senyawa aktif tersebut. Kerugiannya adalah metode ini tidak dapat digunakan untuk menentukan KHM dan KBM.

**2.15 Sterilisasi**

Sterilisasi adalah proses pemusnahan semua bentuk mikroorganisme, baik yang berbentuk vegetatif maupun yang berbentuk spora. Mikroorganisme yang dimaksud dapat berupa kuman, virus, ricketsia maupun jamur (Ma’at, 2009). Pada penelitian imi dilakukan dua sterilisasi, yaitu sterilisasi alat dan sterilisasi media.

1. Sterilisasi Peralatan

Ada beberapa macam cara sterilisasi peralatan yaitu (Ma’at, 2009) :

1. Sterilisasi Dengan Pemanasan Secara Kering
2. Pemijaran

Sterilisasi secara pemijaran dapat menggunakan apigas tidak berwarna atau pembakar spiritus. Caranya sangat sederhana, cepat dan menjamin sterilisasi dari bahan yang disterilkan. Namun, penggunaannya sangat terbatas hanya pada beberapa alat saja. Alat-alat jenis logam yang dapat disterilkan dengan cara ini seperti pincet, batang pengaduk dan mortir dan stamfer. Semua alat ini dikenakan api langsung tidak kurang dari 20 detik. Beberapa bahan kimia juga dapat disterilkan dengan cara ini, misalnya ZnO, NaCL dan Talkum.

1. Sterilisasi Dengan Pemanasan Secara Basah
2. Dimasak Dengan Air

Cara pelaksanaannya sangat sederhana karena banyak alat-alat kedokteran yang disterilkan dengan cara demikian. Pada prinsipnya cara ini hanya merebus bahan atau alat yang akan disterilkan dalam jangka waktu tertentu, dihitung sejak mulai mendidih.

1. Tindalisasi/Pasteurisasi

Cara ini dipakai untuk sterilisasi bahan-bahan yang tidak tahan pemanasan tinggi, atau bahan-bahan yang karena keadaan fisiknya tidak mungkin disterilkan dengan cara penyaringan bakteri, misalnya dalam bentuk emulsi atau suspensi. Cara sterilisasi ini adalah bahan-bahan yang telah dikemas di dalam wadah tertentu terbuat dari gelas atau stainlessteel dipanaskan di atas penangas air (*water bath*) pada suhu 70-80° C atau pada suhu 60-65° C dalam waktu 40-60 menit, kemudian didinginkan sampai kira-kira 30° C selama 24 jam. Cara ini diulangin sebanyak 3-5 hari berturut-turut.

1. Dengan Uap Air 100° C

Sterilisasi dengan cara ini dapat menggunakan alat yang menyerupai dandang. Alat-alat atau bahan-bahan yang akan disterilkan ditempatkan di atas lempengan logam yang berlobang-lobang yang terletak di atas dandang tersebut, kemudian ditutup dengan tutup yang berlobang pula untuk keluarnya uap air. Umumnya suhu yang dapat dicapai pada penyeterilan semacam ini berkisar pada 98° C.

1. Uap Air Jenuh Bertekanan Tinggi (Autoklaf)

Cara ini merupakan sterilisasi yang baik untuk alat-alat atau bahan-bahan yang disterilkan. Daya penyeterilan dengan cara ini tergantung pada sifat-sifat uap air jenuh dan kering, seperti suhu tinggi, jumlah kalor laten yang besar, kesanggupan pembentukan air embun, kontraksi volume yang segera terjadi ketika terjadi pengembunan.

1. Sterilisasi Dengan Penambahan Zat Tertentu

Zat yang ditambahkan umumnya berupa senyawa kimia. Sterilisasi dengan cara ini tidak selalu mematikan seluruh mikroba, terutama karena cara ini lebih tepat dinamakan pencuci-samaan. Sterilisasi dengan cara ini biasanya hanya diperuntukkan sterilisasi ruangan atau jenis peralatan tertentu saja. Bahan kimia yang banyak digunakan dalam proses sterilisasi cara ini adalah termasuk golongan pencuci hama bakterisida, Fungisida, antiseptika bakteriostatik, fungistatika dan antibiotik. Sterilisasi alat alat dengan memakai bahan kimia banyak dilakukan karena mudah dikerjakan dan tidak memerlukan peralatan khusus, juga tidak memerlukan pemanasan. Yang perlu diingat adalah terjadinya kerusakan alat karena bahan kimia tersebut, misalnya terjadinya karat. Oleh karena itu, dianjurkan untuk menambahkan bahan kimia lain guna mencegah terjadinya karat, seperti Natrium nitrit dan natrium borat

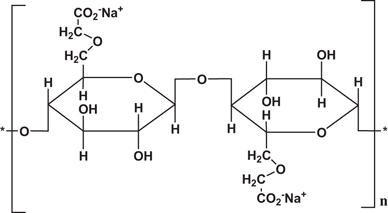
D. Sterilisasi Media

Media kultur jaringan harus disterilisasi dengan benar karena selain sebagai pendukung pertumbuhan dan perkembangan eksplan, media juga merupakan sumber munculnya kontaminasi. Terdapat dua metode yang umum digunakan untuk sterilisasi media kultur yaitu menggunakan autoklaf dan membran filtrasi di bawah tekanan positif. Sterilisasi media menggunakan autoklaf dilakukan pada tekanan 15o psi dan suhu 1210 C. Untuk cairan dengan volume 100 ml atau lebih sedikit dibutuhkan waktu autoklaf selama 15-20 menit, sedangkan untuk volume cairan yang lebih besar (2-4 liter), dibutuhkan waktu 30-40 menit dimulai ketika mencapai suhu dan tekanan yang ditentukanSterilisasi media dalam jumlah kecil dapat menggunakan panci presto, alat ini memiliki prinsip kerja yang sama dengan autoklaf (Wulandari *et al*., 2021).

**2.16 Morfologi Bahan**

**2.16.1 Natrium Carboxymethylcellulose**

Natrium carboxymethylcellulose  (Na-CMC) adalah senyawa eter polimer selulosa linier yang berupa senyawa anion. NA-cmc adalah butiran atau bubuk yang larut dalam air dan tidak larut dalam larutan organik. Tidak berwana, tidak berbau, dan tidak beracun. Na-CMC digunakan dalam berbagai industri, termasuk farmasi, detergen, tekstil, produk kosmetik, dan industri makanan. Na-CMC adalah turunan selulosa yang paling banyak diproduksi secara komersial (Hasan *et al*., 2021). Na-CMC berfungsi sebagai pengikat, penstabil, *suspending*, dan *gelling agent*. Pada pembuatan pasta gigi Na-CMC digunakan sebagai pengikat, karena viskositasnya yang baik (Hasan *et al*., 2021). Struktur kimia dari Natrium carboxymethylcellulose dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini :

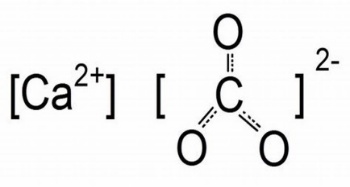


**Gambar 2.10** Struktur Na-CMC

**Sumber** : kimachemical.com

**2.16.2 Kalsium Karbonat**

Kalsium karbonat adalah senyawa yang berasal dari selulosa dan dapat larut dalam air. Na-CMC adalah zat aditif yang sering digunakan dalam industri seperti makanan, farmasi, detergen, tekstil, dan kosmetik sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi, dan bahan pengikat (Salimi *et al*., 2021). Struktur kimia kalsium karbonat dapat dilihat pada gambar 2.11 di bawah ini :



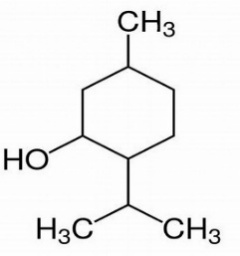
**Gambar 2.11** Struktur [Ca](https://id.wikipedia.org/wiki/Kalsium)[C](https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon)[O](https://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen)3

**Sumber** : glentham.com

Kalsium karbonat biasanya diperoleh dari suspensi kapur dalam air dan gas karbon dioksida. Batu kapur terlebih dahulu dikalsinasi pada suhu 10500 °C (plus atau minus 500 °C). Setelah itu, kalsium oksida yang telah dipadamkan dan dicampur dengan air, kemudian disaring menggunakan ayakan dengan lubang yang sesuai. Dalam reaktor karbonatasi, gas karbon dioksida digelembungkan ke dalam suspensi kapur padam saat batu kapur kalsinasi, menghasilkan pembentukan kalsium karbonat. CaCO3 biasanya digunakan dalam berbagai industri, di mana ia harus memiliki kualitas tinggi, terutama dalam hal kemurnian dan kehalusan (0,15-0 dan 25μ). Kalsium karbonat (CaCO3) adalah salah satu bahan yang paling berguna dan berguna yang dikenal manusia sebagai bahan dasar dalam pembuatan kosmetik. Kalium karbonat digunakan dalam banyak industri lain selain dalam pembuatan kosmetik: pasta gigi, cat, pulp, dan kertas (Salimi *et al*., 2021).

**2.16.3 Menthol**

Mentol merupakan senyawa organik dari jenis monoterpen yang dapat disintesis atau diperoleh secara alami dari minyak permen. Mentol merupakan senyawa volatil yang memiliki aroma dan rasa yang khas (BPSb, 2007). Menthol merupakan senyawa alkohol monoterpen yang biasanya diperoleh dari tanaman Mentha arvensisdan Mentha piperita. Karakteristik menthol mempunyai aroma yang khas dan sensasi dingin, oleh karena itu menthol banyak digunakan dalam bidang farmasi, kosmetik, permen, pasta gigi, shampoo dan sabun. Menthol akan menyublim pada suhu ruangan dan memiliki volatilitas tinggi. Menthol dapat membentuk lapisan solid pada permukaan suatu objek berdasarkan karakteristik tersebut, menthol berpotensi untuk digunakan sebagai bahan konsolidan yang bersifat sementara pada penanganan temuanekskavasi yang berupa material terarangkan (Amelia *et al*., 2018). Struktur kimia menthol dapat dilihat pada gambar 2.12 di bawah ini :

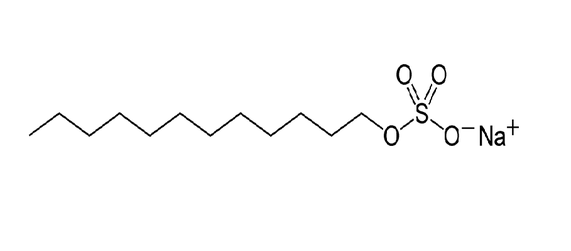


**Gambar 2.12** Struktur Menthol

**Sumber** : alamy.com

**2.16.4 Sodium Lauril Sulfat**

Sodium lauryl sulfat (SLS) adalah salah satu surfaktan anionik dengan rumus kimia C12H25SO4Na. Natrium lauril sulfat memiliki sifat pembusa yang baik. Sifat pembusaannya ditunjukkan pada panjang rantai antara C12 dan C14. Memiliki panjang rantai 12 atom karbon, sodium lauryl sulfat adalah salah satu surfaktan yang paling umum digunakan. Kombinasi dengan surfaktan lain dapat meningkatkan konsistensi kulit sehingga menghasilkan busa yang baik. Pada pasta gigi SLS atau deterjen berfungsi sebagai pembersih dengan efek antibakteri SLS Ini berfungsi berdasarkan sifat hidrofilik dan hidrofobik pasta gigi (Salimi *et al*., 2021). Struktur kimia Sodium lauryl sulfat dapat dilihat pada gambar 2.13 di bawah ini :

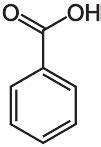
****

**Gambar 2.13** Struktur Sodium Lauril Sulfat

**Sumber** : ( Calvero, 2006 dalam Maretta *et al*., 2015).

**2.16.5 Natrium Benzoat**

Natrium benzoat (C7H5O2Na) merupakan senyawa yang secara kimia dihasilkan dari reaksi netralisasi asam benzoat dengan natrium hidroksida (NaOH). Secara kimia natrium benzoat terlarut dalam etanol, methanol dan etilen glikol dan mempunyai tingkat kelarutan yang lebih tinggi 200 kali dibandingkan dengan asam benzoat (Wijaya, 2013). Natrium benzoat adalah garam yang berasal dari asam benzoat yang sering dilakukan untuk bahan pengawet makanan. Benzoat dalam bentuk garam mempunyai fungsi sebagai penghambat dalam proses pertumbuhan khamir dan bakteri dengan rentang pH 2,5-4. Dalam urusan pangan, natrium benzoat akan terurai dengan bentuk yang yang efektif yaitu asam benzoat yang mempunyai sifat tidak terdiosiasi, sehingga dapat mempunyai efek racun jika digunakan dalam jumlah yang melebihi batas normal, yang mempunyai sifat ketergantungan. Natrium benzoat adalah senyawa yang mempunyai fungsi sebagai sebagai pengawet buatan yang bertujuan agar makanan menjadi tahan lama. Penggunaan natrium benzoat aman untuk dikonsumsi, tetapi dalam kadar rendah. Kecuali jika dikombinasikan dengan asam sitrat, asam askorbat dan vitamin C, dikarenakan jika digabungkan akan membentuk senyawa benzena yang mempunyai sifat karsinogenik (Hasanah *et al*., 2023). Gambar struktur kimia natrium benzoat dapat dilihat pada gambar 2.14 di bawah ini :

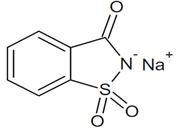


**Gambar 2.14** Struktur Natrium Benzoat

**Sumber** : (Wijaya, 2013)

**2.16.6 Sodium Saccarin**

Sakarin adalah pemanis buatan tanpa energi makanan. Secara kimiawi diidentifikasi sebagai osulfabenzamide (2,3-dihydro-3-oxobenzisosulfonazole). Ini sekitar 400 kali lebih manis dari sukrosa. Ini adalah turunan sulfonamida dari toluena, yang ada sebagai asam sakarin, natrium sakarin, dan kalsium sakarin. Sakarin adalah asam organik seminggu, sedikit larut dalam air, dengan pKa 1,6 dan rumus kimia C7H5NO3S. Ini memiliki massa molar 183,2 g/mol dan berat jenis 0,83 g/cm3. Natrium sakarin memiliki kelarutan yang tinggi dalam air dan karena produksinya yang mudah, ini adalah garam yang paling umum digunakan. Struktur kimia sodium saccarin dapat dilihat pada gambar 2.15 di bawah ini :

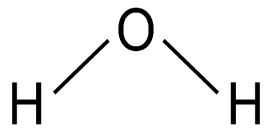


**Gambar 2.15** Struktur Kimia Sodium Saccarin

**Sumber** : (Amelia *et al*., 2018)

**2.16.7 Akuades**

Akuades atau air kondensat merupakan air hasil penyulingan yang bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni dalam laboratorium. Ini juga dapat disebut air murni (H2O) karena H2O hampir tidak mengandung mineral, dan air mineral adalah pelarut universal. Aquadest memiliki tiga jenis jika ditinjau dari bahan baku pembuatnya, yaitu air aquadest dari sumur, air aquadest dari mata air pegunungan, air aquadest dari air tanah hujan. Akuades biasa digunakan sebagai pelarut dan untuk membersihkan alat-alat laboratorium dari zat pengotor. Air murni diperoleh dengan cara destilasi, tujuan dari distilasi yaitu memperoleh cairan murni dari cairan yang telah tercemari zat terlarut, atau bercampur dengan cairan lain yang berbeda titik didihnya. Cairan yang dikehendaki dididihkan hingga menguap kemudian uap diembunkan melalui kondensor. Pelarut akuades memiliki kualitas yang jauh lebih baik daripada hampir semua cairan yang biasa kita lihat. Sebagian besar senyawa organik netral dengan gugus fungsional polar, seperti gula, alkohol, aldehida, dan keton, segera melarut di dalam akuades karena molekul akuades cenderung membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil gula dan alkohol atau gugus karbonil aldehida dan keton (Khotimah dan Anggraeni, 2017). Struktur kimia air dapat dilihat pada gambar 2.16 di bawah ini :

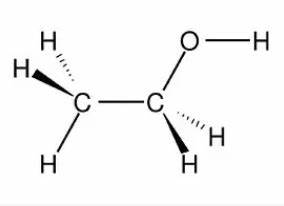


**Gambar 2.16** Struktur Kimia Air

**Sumber** : techiescientist.com

**2.16.8 Etanol**

Etanol merupakan pelarut organik yang sering digunakan untuk proses ekstraksi. Beberapa alasan penggunaan etanol yang sangat luas antara lain karena etanol relatif tidak toksik dibandingkan dengan aseton dan metanol, biaya murah, dapat digunakan pada berbagai metode ekstraksi, serta aman untuk ekstrak yang akan dijadikan obat-obatan dan makanan. Alasan lainnya adalah karena etanol merupakan pelarut yang mudah didapatkan, efisien, aman untuk lingkungan, dan memiliki tingkat ekstraksi. Konsentrasi dari etanol sangat mempengaruhi hasil dari ekstrak yang didapatkan. Penggunaan Etanol sebagai pelarut dapat dikombinasikan dengan air yang dinyatakan dengan satuan persen (%) dan sekaligus dapat dijadikan parameter dalam proses ekstraksi. Kombinasi etanol-air menghasilkan perbedaan konsentrasi polaritas dari pelarut ekstraksi. Konsentrasi dari etanol sangat menentukan kekuatan hidrofobik pada proses pelarutan serta kekuatan ikatan-ikatan hidrogen atau gaya van der Waals dari komponen target dalam proses pelarutan dan penyarian dari komponen target. Mengacu kepada teori kesamaan dan kemampuan saling bercampur, semakin mirip polaritas pelarut dengan zat terlarut, semakin cepat pelarutan zat terlarut dari sel tumbuhan. Meningkatnya konsentrasi etanol dapat meningkatkan laju disolusi dan ekstraksi. Ketika konsentrasi etanol lebih besar dari 70%, tingkat ekstraksi komponen target sedikit menurun, kemungkinan karena denaturasi protein meningkatkan resistensi difusi pada konsentrasi etanol yang lebih tinggi (Hakim dan Saputri, 2020). Struktur kimia etanol dapat dilihat pada gambar 2.17 di bawah ini :



**Gambar 2.17** Struktur Etanol

**Sumber** : (Habiddin dan Wijaya, 2020)