

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Buah Bit (*Beta vulgaris* L.)

2.1.1.1 Deskripsi dan Morfologi Buah Bit

Buah bit merupakan tanaman yang berasal dari wilayah Mediterania dan Afrika Utara, yang kini telah dibudidayakan secara luas di berbagai belahan dunia. Tanaman ini diduga berasal dari hibridisasi antara *Beta vulgaris* var. *maritima* dan *Beta patula*, dengan kerabat dekat seperti *Beta atriplicifolia* dan *Beta macrocarpa*. Buah bit adalah spesies tanaman tahunan yang termasuk dalam genus *Beta*. Tanaman ini dicirikan oleh sistem akar tunggang yang membentuk umbi, yang berfungsi sebagai organ penyimpanan cadangan makanan. Batang tanaman ini cukup pendek dan tetap tersembunyi di bawah tanah, mirip dengan struktur tanaman berumbi lainnya. Daunnya tumbuh dalam roset basal, muncul dari pangkal umbi, dan biasanya berwarna merah tua (Amila et al., 2021).



Gambar 2.1 Buah Bit

Sumber: dokumen pribadi

Buah bit, secara anatomi, terbentuk dari perkembangan sumbu akar-hipokotil yang terletak di bawah permukaan tanah. Ujung umbi meruncing untuk membentuk akar sejati. Ukuran umbi dapat sangat bervariasi, dengan diameter berkisar antara 2 sampai lebih dari 15 cm. Bentuk buah bit secara umum dapat dikategorikan menjadi beberapa tipe dasar, termasuk bulat, silindris, kerucut, atau datar. Variasi bentuk umbi diketahui dicirikan oleh perbedaan ukuran dan bentuk yang cukup besar di antara berbagai kultivar. Biasanya, buah bit memiliki tampilan bulat atau berputar, dengan akar yang diposisikan di ujung distal.

Beta vulgaris L. yang biasa dikenal sebagai bit merah, merupakan varietas yang memiliki umbi berwarna merah tua. Morfologinya memiliki akar tunggang yang membengkak, sehingga sering disebut umbi. Warna merah terang pada bit disebabkan oleh pigmen betalain, yang memiliki sifat antioksidan kuat dan larut dalam air. Namun, stabilitas pigmen ini sensitif terhadap perubahan pH, paparan cahaya, dan suhu tinggi (Amila et al., 2021).

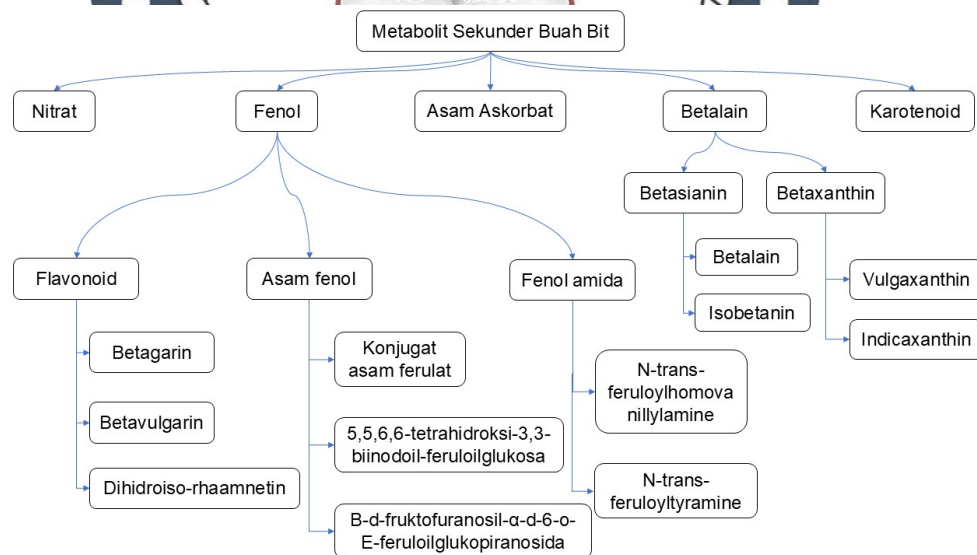
2.1.1.2 Klasifikasi Buah Bit

Berikut ini adalah klasifikasi buah bit dalam (Splittstoesser W. E., 1984).

- 1) Kingdom : Plantae
- 2) Subkingdom : Tracheobionta
- 3) Super Divisi : Spermatophyta
- 4) Divisi : Magnoliophyta
- 5) Kelas : Magnoliopsida
- 6) Sub Kelas : Hamamelidae
- 7) Ordo : Caryophyllales
- 8) Famili : Chenopodiaceae
- 9) Genus : *Beta*
- 10) Spesies : *Beta vulgaris* L.

2.1.1.3 Metabolit Sekunder dan Manfaat Terapeutik Buah Bit

Buah bit merupakan sumber zat fitokimia yang melimpah, termasuk nitrat, fenolik, asam askorbat, dan karotenoid. Selain itu, buah bit juga merupakan salah satu dari sedikit sayuran yang mengandung kelompok pigmen bioaktif tertentu yang dikenal sebagai betalain. Famili betalain dapat dibagi menjadi dua kategori antara lain pigmen betasianin, yang menunjukkan warna merah-ungu, dan pigmen *betaxanthin*, yang ditandai dengan warna kuning-oranye. Temuan penelitian dari berbagai studi farmakologis menunjukkan bahwa buah bit dapat digunakan secara efektif dan bermanfaat dalam pengelolaan berbagai kondisi kesehatan. Kadar betasianin yang tinggi yang terdapat dalam buah bit membantu mengurangi efek buruk stres oksidatif, memiliki kemampuan antibakteri, antiinflamasi, dan antivirus, menghambat pertumbuhan sel kanker, hepatoprotektor, dan berkontribusi pada pencegahan penyakit kardiovaskular (Székely & Máté, 2023).

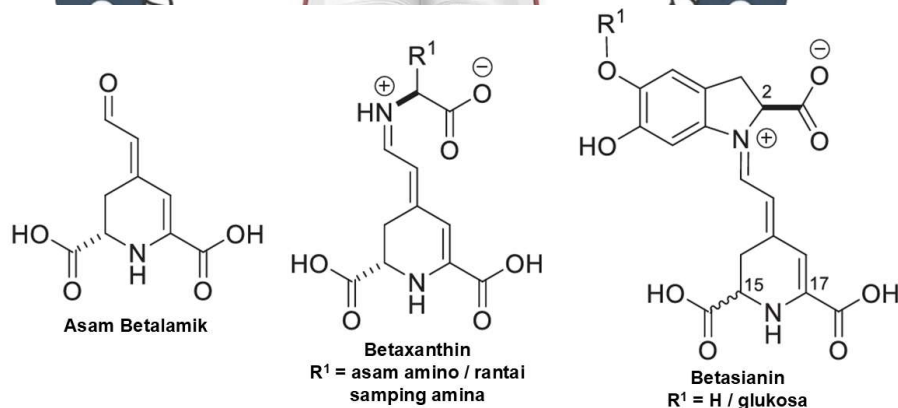


Gambar 2.2 Metabolit Sekunder Buah Bit

Sumber: diadaptasi dari (Chhikara et al., 2019)

2.1.1.4 Betalain

Betalain adalah pigmen yang mengandung nitrogen dan larut dalam air, ditemukan pada tanaman yang termasuk dalam ordo *Caryophyllales*, seperti buah bit, sumber pertama yang teridentifikasi dari senyawa ini. Betalain dibagi menjadi dua kategori utama berdasarkan warnanya antara lain betasianin yang menghasilkan corak ungu kemerahan, dan *betaxanthin*, yang menghasilkan corak kuning. Tidak seperti antosianin, betalain memiliki struktur yang berbeda dan diproduksi dengan adanya cahaya, disimpan dalam vakuola tanaman. Betanin adalah pigmen yang dominan dalam bit, yang merupakan turunan dari betasianin. Bersama dengan isomernya, isobetanin, yang bersama-sama membentuk hingga 93% pigmen yang ditemukan dalam bit. Berbagai faktor seperti pH, suhu, dan metode pemrosesan memengaruhi stabilitas betalain, dengan lingkungan asam meningkatkan ketahanan terhadap panas dan mempertahankan sifat antioksidan (Nemzer et al., 2011).



Gambar 2.3 Struktur Umum Senyawa Golongan Betalain

Sumber: diadaptasi dari (Coy-Barrera, 2020)

Ekstraksi pigmen betalain dari bit merah dapat dioptimalkan dengan pemilihan pelarut yang tepat dan pengaturan kondisi ekstraksi, seperti pH dan suhu. Meskipun air dapat digunakan, penggunaannya dapat mempersulit pemisahan betalain. Penambahan etanol atau metanol ke dalam air terbukti meningkatkan efisiensi ekstraksi, terutama karena larutan hidro-alkoholik dengan polaritas rendah lebih efektif dibandingkan pelarut

polar akibat interaksi elektrostatik yang lemah pada betalain. Selain itu, larutan hidro-alkoholik dapat menghambat enzim endogen dan mengurangi ko-ekstraksi pektin serta serat lain, sehingga meningkatkan hasil ekstraksi senyawa berat molekul rendah, termasuk betalain (Eyshi et al., 2024).

Pigmen betanin pada bit merah rentan terhadap kerusakan akibat perlakuan panas melalui isomerisasi, dekarboksilasi, atau pemecahan struktur, terutama di hadapan oksigen yang dapat mengubah warna menjadi kuning-oranye melalui dehidrogenasi dan dekarboksilasi. Karena sensitivitasnya terhadap panas, ekstraksi betalain sebaiknya dilakukan pada suhu rendah untuk meningkatkan hasil. Ekstraksi terbaik dicapai dengan larutan asam sitrat pada 40°C dan air pada 50°C, sementara suhu di atas 73°C mempercepat degradasi pigmen. Degradasi betalain meningkat tiga kali lipat setiap kenaikan suhu 10°C, meskipun kandungan betasianin dan betaxantin tertinggi tercapai pada suhu 60°C (Eyshi et al., 2024).

Pengaturan pH penting dalam menjaga stabilitas konsentrasi betalain pada ekstrak bit merah, di mana konsentrasi betalain menurun seiring dengan peningkatan nilai pH. Oleh karena itu, pH larutan buah bit perlu diasamkan (asidifikasi) karena dapat menghambat oksidasi betasianin oleh enzim polifenol oksidase. Asidifikasi pada proses ekstraksi buah bit menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kadar betalain, terutama pada pH 3–5, yang menghasilkan ekstraksi betalain lebih tinggi. Larutan etanol yang diasidifikasi dengan asam sitrat menunjukkan stabilitas betalain yang optimal pada rentang pH 3–7 (Eyshi et al., 2024).

2.1.2 Plak Gigi

2.1.2.1 Definisi dan Penyebab Plak Gigi

Plak gigi adalah biofilm mikroorganisme yang berkembang di permukaan gigi, terdiri dari komunitas bakteri yang tertanam dalam matriks polimer yang dihasilkan oleh inang dan bakteri. Struktur ini memiliki sifat dinamis dan berfungsi mendukung fisiologi alami mulut, termasuk perlindungan terhadap invasi mikroba patogen. Namun, plak yang tidak

terkendali dapat menyebabkan akumulasi mikroba patogen, memicu inflamasi jaringan periodontal, serta meningkatkan risiko karies gigi. Lapisan tipis protein air liur yang disebut pelikel terbentuk dalam beberapa detik setelah pembersihan gigi, menjadi dasar adhesi bakteri awal. Biofilm ini terus berkembang melalui kolonisasi bakteri hingga menjadi plak matang (Koka et al., 2021).

Pembentukan plak gigi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kebersihan mulut, lingkungan mulut, mikroba, dan inang. Kebersihan mulut yang buruk memungkinkan sisa makanan dan mikroba terakumulasi di permukaan gigi. Faktor lingkungan seperti pH yang rendah, oksigen terbatas, dan suhu mulut menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan mikroba. Aktivitas bakteri dimulai dengan adhesi ke pelikel, kemudian membentuk koloni dan benko-agregasi dengan spesies lain. Faktor inang, seperti sifat saliva, kebiasaan makan, dan faktor genetik juga memengaruhi kecepatan pembentukan plak. Interaksi kompleks ini menyebabkan biofilm plak yang sulit dihilangkan tanpa pembersihan mekanis (Jakubovics et al., 2021).

2.1.2.2 Kandungan dan Susunan Plak Gigi

Plak gigi terdiri dari komponen inorganik, organik, dan mikroba. Komponen inorganik meliputi kalsium, fosfat, magnesium, dan fluorida yang berperan dalam mineralisasi plak. Komponen organik mencakup polisakarida yang diproduksi bakteri, protein seperti albumin, glikoprotein, lipid, dan enzim bakteri yang membantu adhesi. Mikroba dalam plak melibatkan lebih dari 700 spesies bakteri, termasuk *Streptococcus mutans*, *Actinomyces spp.*, dan bakteri anaerob seperti *Porphyromonas gingivalis*. Matriks biofilm, yang berbentuk gel hidrat, mengelilingi bakteri dan memberikan perlindungan terhadap fagositosis serta agen antimikroba. Kombinasi ini menjadikan plak sangat resisten terhadap penghilangan (Peeran et al., 2021; Valm, 2019).

2.1.2.3 Proses Pembentukan Plak Gigi

Proses pembentukan plak dimulai dengan pembentukan pelikel, lapisan protein air liur yang menempel pada permukaan gigi dalam hitungan detik. Bakteri awal seperti *Streptococcus sanguinis* dan *Actinomyces viscosus* menempel pada pelikel melalui adhesi yang melibatkan interaksi fisiko-kimiawi. Selanjutnya, bakteri ini berkembang biak dan membentuk mikrokoloni, disertai produksi eksopolisakarida yang menciptakan matriks biofilm. Dalam beberapa hari, plak matang terbentuk dengan struktur kompleks yang memiliki saluran nutrisi, zona mikro untuk spesies berbeda, dan perlindungan terhadap antibiotik serta respons imun. Plak matang dapat menjadi lebih keras melalui mineralisasi, membentuk kalkulus (Koka et al., 2021).

2.1.2.4 Perkembangan Plak Gigi Menjadi Karies Gigi

Karies gigi dimulai dengan akumulasi plak yang kaya akan bakteri penghasil asam seperti *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus spp.* Bakteri ini memetabolisme gula dari makanan, menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH lokal di sekitar plak. Kondisi ini menyebabkan demineralisasi enamel, menciptakan lesi awal karies. Jika tidak segera diatasi, kerusakan menyebar ke lapisan dentin dan pulpa gigi, menyebabkan infeksi yang lebih dalam. Karies juga dipengaruhi oleh durasi paparan makanan manis, kebiasaan menyikat gigi yang buruk, dan waktu pembentukan plak. Faktor pelindung seperti air liur dengan kandungan mineral dan antibakteri membantu memperlambat proses ini (Pitts et al., 2017).

2.1.3 Disclosing Solution

2.1.3.1 Definisi dan Fungsi Disclosing Solution

Disclosing solution merupakan agen pewarna yang dirancang khusus untuk mengidentifikasi plak gigi yang tidak dapat diamati secara kasatmata. Pewarna ini tersedia dalam berbagai bentuk, seperti larutan, tablet, atau *lozenges*, dan digunakan untuk mendeteksi biofilm yang menempel pada permukaan gigi. Dengan memberikan pewarnaan pada area yang kasar

atau mengandung material asing, termasuk plak mukosa, kalkulus, dan residu lainnya, *disclosing solution* mempermudah visualisasi plak. Sebagai alat diagnostik yang penting, agen ini membantu pasien dan tenaga kesehatan gigi dalam mengidentifikasi serta mengeliminasi plak tersembunyi, sekaligus mendukung upaya peningkatan kebersihan dan kesehatan mulut. Fungsi utama *disclosing solution* adalah mempermudah visualisasi plak gigi untuk evaluasi dan edukasi kebersihan mulut. *Disclosing solution* digunakan untuk menilai efektivitas rutinitas kebersihan mulut pasien, membantu dalam pembuatan indeks plak, serta memotivasi pasien untuk membersihkan gigi secara lebih baik. Produk ini juga digunakan oleh pasien untuk evaluasi mandiri, terutama bagi anak-anak dan individu dengan kebutuhan khusus, untuk meningkatkan kontrol plak. Dalam penelitian, *disclosing solution* membantu mengukur efektivitas alat kebersihan gigi seperti sikat gigi, pasta gigi, dan *floss*. Selama prosedur bedah periodontal, *disclosing solution* digunakan untuk mengidentifikasi biofilm yang harus dihilangkan demi keberhasilan terapi (Datta, 2017).

2.1.3.2 Kandungan *Disclosing Solution*

Disclosing solution terdiri dari berbagai pewarna untuk menyoroti plak gigi. Pewarna umum yang digunakan merupakan bahan kimia sintetik meliputi eritrosin yang memberikan warna merah cerah, *fast green* untuk warna hijau, dan *fluorescein*, yang terlihat di bawah cahaya ultraviolet. Kombinasi dua warna seperti *brilliant blue* dan eritrosin digunakan untuk diferensiasi plak baru dan lama. Kandungan lainnya termasuk bahan tambahan untuk stabilitas dan rasa, serta kadang-kadang komponen antiseptik untuk melindungi jaringan mulut dari infeksi. Beberapa produk modern bahkan menyertakan pewarna berbasis pH untuk menilai keasaman plak yang relevan dengan risiko karies (Datta, 2017).

2.1.3.3 Syarat *Disclosing Solution*

Disclosing solution harus memenuhi beberapa kriteria untuk efektifitas dan keamanan. Warna yang dihasilkan harus cukup intens untuk membedakan plak dari gigi dan jaringan sekitarnya. Pewarna tidak boleh

mudah terhapus oleh air liur atau pembilasan ringan, tetapi tetap harus mudah dihilangkan setelah prosedur selesai. Rasa harus netral atau menyenangkan agar pasien nyaman selama penggunaan. Produk ini juga harus tidak menyebabkan iritasi pada mukosa mulut dan memiliki viskositas yang ideal untuk aplikasi yang mudah. Jika memungkinkan, agen ini harus memiliki sifat antiseptik untuk melindungi luka di dalam mulut selama prosedur. Stabilitas produk juga penting; misalnya, larutan berbasis alkohol harus disimpan dengan benar agar tidak menguap dan menyebabkan konsentrasi yang terlalu tinggi (Datta, 2017).

2.1.3.4 Mekanisme *Disclosing Solution*

Mekanisme kerja *disclosing solution* melibatkan interaksi elektrostatis dan ikatan hidrogen antara komponen plak dan pewarna. Plak memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap zat pewarna, yang terkait dengan polaritas komponen plak seperti protein dan polisakarida. Pewarna menempel pada permukaan plak, menciptakan kontras yang jelas dengan warna alami gigi. Contoh seperti pewarna dua warna memberikan hasil spesifik antara lain warna merah menunjukkan plak baru yang tipis, biasanya ditemukan pada area supragingival, sedangkan warna biru menunjukkan plak tebal dan matang di sekitar margin gingiva. Pewarna ini juga memungkinkan visualisasi diferensial berdasarkan ketebalan plak, yang berguna untuk mengevaluasi efektivitas pembersihan. Proses ini bekerja berdasarkan fenomena difusi, di mana pewarna menyerap lebih lambat pada plak tebal dibandingkan plak tipis, menciptakan warna yang berbeda (Datta, 2017).

2.1.4 Simplisia

2.1.4.1 Definisi Simplisia

Simplisia, atau herba, merujuk pada zat alami kering yang digunakan untuk tujuan pengobatan yang belum diproses. Kecuali dinyatakan lain, suhu untuk mengeringkan simplisia tidak boleh melebihi 60°C (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

2.1.4.2 Pembuatan Simplisia

Proses pembuatan simplisia dimulai dengan pengumpulan bahan baku, baik yang diperoleh melalui budidaya maupun koleksi tanaman liar yang komposisi kimianya dipengaruhi oleh varietas, kondisi lingkungan, iklim, teknik panen, penanganan pasca panen, dan metode persiapan akhir; Bahan baku kemudian melalui sortasi basah, yakni pemisahan kotoran anorganik seperti tanah, kerikil, dan fragmen tanaman tidak layak, dilanjutkan dengan pencucian singkat menggunakan air bersih atau pengupasan higienis untuk mengurangi muatan mikroba awal. Tahap perajangan dilakukan untuk memperoleh potongan dengan ketebalan optimal sehingga mempercepat proses pengeringan, yang selanjutnya dilaksanakan pada suhu terkontrol untuk menekan aktivitas enzim dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Setelah pengeringan, dilakukan sortasi kering untuk menyingkirkan sisa kontaminan dan bagian tanaman yang tidak diinginkan sebelum simplisia dikemas dalam wadah yang mampu melindungi dari cahaya, kelembapan, oksidan, dan kontaminasi eksternal, serta disimpan dalam kondisi lingkungan yang memenuhi standar mutu. Pada tahap akhir, dilakukan evaluasi mutu untuk menjamin kemurnian, karakteristik, dan keamanan simplisia (Departemen Kesehatan RI, 2000).

2.1.5 Ekstraksi

2.1.5.1 Ekstrak

Ekstrak merupakan sediaan pekat, baik kering, kental, maupun cair, yang dibuat dengan mengolah substansi tumbuhan atau hewan secara tepat sambil menghindari sinar matahari langsung (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

2.1.5.2 Metode Ekstraksi

Ekstraksi fitokimia berfungsi sebagai fase mendasar dan penting dalam eksplorasi produk alami, dengan fokus pada pemulihan senyawa yang diinginkan sekaligus mengurangi keberadaan zat yang tidak diinginkan dari sumber tanaman. Metode yang paling umum adalah

ekstraksi pelarut, yang melibatkan difusi pelarut ke dalam membran sel, pelarutan zat terlarut, dan pembentukan gradien konsentrasi yang membantu difusi zat terlarut keluar dari sel. Teknik ini bergantung pada pelarutan selektif senyawa target melalui penggunaan pelarut yang tepat. Memilih pelarut yang tepat sangat penting, karena harus memiliki polaritas yang benar untuk melarutkan senyawa yang dimaksud. Pelarut polar cocok untuk mengekstraksi zat hidrofilik, seperti karbohidrat dan asam amino, sedangkan pelarut nonpolar lebih efektif untuk senyawa nonpolar seperti terpenoid (Egbuna et al., 2019; Pati et al., 2023).

2.1.5.3 *Ultrasound-assisted Extraction (UAE)*

Ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE) adalah teknik kontemporer yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk meningkatkan efektivitas ekstraksi fitokimia dengan pelarut. Metode ini memasukkan gelombang ultrasonik ke dalam pelarut, yang berfungsi pada frekuensi berkisar antara 20 hingga 2000 kHz, yang menghasilkan getaran mekanis yang meningkatkan infiltrasi pelarut dan perpindahan massa. UAE memanfaatkan kavitasi, proses pembentukan dan keruntuhan gelembung dalam cairan, untuk memecah dinding sel dan membantu melepaskan isi sel ke dalam pelarut. Teknik ini menghasilkan tekanan dan suhu tinggi terlokalisasi yang secara mekanis mengganggu membran sel dan meningkatkan perpindahan massa antara fase padat dan cair (Egbuna et al., 2019; Pati et al., 2023). Penggunaan metode ultrasonikasi ini merupakan alternatif yang baik karena menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, membutuhkan pelarut yang lebih sedikit, dan waktu ekstraksi yang lebih singkat daripada metode maserasi, serta suhu ekstraksi yang lebih rendah dan aman terhadap kestabilan senyawa aktif dalam buah bit dibandingkan dengan metode Soxhlet (Borjan et al., 2022).

2.1.6 Standardisasi Bahan Alam

Standardisasi dalam bidang kefarmasian adalah kumpulan prosedur atau sebuah sistem yang mempunyai tujuan agar setiap obat-obatan yang akan diberikan ke pasien, khususnya obat herbal, terdapat kandungan zat aktif yang tepat dalam hal dosis atau kadarnya sehingga dapat memberikan efek terapi yang diinginkan (Sachan et al., 2016). Proses standardisasi ini penting dalam menjamin keseragaman profil kimia, efek terapi, dan mutu bahan alam yang digunakan dari proses produksi hingga menjadi produk herbal jadi (Zakaria et al., 2010). Telah dibuktikan oleh beberapa penelitian bahwa perbedaan lokasi tumbuh dari tanaman herbal dapat secara selektif menyebabkan perbedaan kadar dari metabolit sekunder yang terkandung didalamnya (Pant et al., 2021; Yang et al., 2018). Oleh karena itu, dalam pengembangan bahan alam menjadi obat herbal, standardisasi bahan alam yang terdiri atas parameter non spesifik dan parameter spesifik perlu dilakukan karena mudah dikenali, diukur, dan diamati dibandingkan pola adaptasi biokimia tanaman akibat perbedaan lingkungan tumbuh (Budiastuti et al., 2020). Parameter spesifik melibatkan identifikasi kualitatif komponen kimia dan penentuan kuantitatif konsentrasi senyawa aktif yang memengaruhi aktivitas farmakologis suatu ekstrak atau produk. Fokusnya adalah pada pengukuran senyawa utama sebagai indikator kualitas, efektivitas, dan khasiat bahan, sehingga memastikan konsistensi dan standar mutu, terutama dalam industri farmasi, kosmetik, dan makanan fungsional, sedangkan parameter nonspesifik merujuk pada faktor yang tidak berkorelasi langsung dengan efek farmakologis tetapi tetap memengaruhi keamanan dan stabilitas ekstrak dan produk yang dihasilkan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian-pengujian yang tidak secara langsung mengukur kandungan senyawa aktif, tetapi menilai karakteristik umum atau parameter fisiko-kimia dari bahan alam yang digunakan (Departemen Kesehatan RI, 2000).

Bahan alam yang distandardisasi dalam pengembangan obat tradisional umumnya mencakup simplisia dan ekstrak, yang keduanya wajib

memenuhi standar mutu, aspek keamanan, serta konsistensi kadar zat aktif guna menjamin kemanjuran terapeutiknya. Di samping itu, penerapan standarisasi pada ekstrak juga berkontribusi terhadap peningkatan nilai ekonomi bagi pelaku industri obat herbal. Ekstrak terstandar berperan sebagai bahan baku dengan kualitas tinggi dalam formulasi obat herbal, karena mengandung senyawa aktif pada kadar yang terukur dan telah melalui tahapan pengujian mutu secara menyeluruh, mulai dari budidaya tanaman, panen, hingga proses produksi sediaan akhir (Novyra Putri et al., 2021).

2.1.7 Evaluasi Sediaan *Disclosing Solution*

1. Uji Cemaran Mikroba

Cemaran mikroba merupakan salah satu parameter kritis dalam penilaian mutu sediaan herbal maupun farmasi, karena pertumbuhan mikroorganisme menurunkan stabilitas, keamanan, dan efektivitas produk. Sumber cemaran dapat berasal dari bahan baku, lingkungan produksi, peralatan, maupun proses penyimpanan. Oleh karena itu, deteksi dan kuantifikasi mikroba total serta kelompok jamur khamir menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa sediaan memenuhi batas maksimum yang diizinkan sesuai pedoman nasional dan internasional (Departemen Kesehatan RI, 2000).

2. Uji Organoleptis

Organoleptik merupakan metode penilaian kualitas produk menggunakan panca indera manusia. Kriteria penilaian yang umum meliputi rasa, bau, warna, dan tekstur. Penilaian ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal tentang produk yang diuji secara subjektif, sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut dengan metode yang lebih objektif dan kuantitatif (Suryono et al., 2018).

3. Uji Volume Terpindahkan

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sediaan cair yang digunakan secara oral dapat memberikan volume dosis sesuai dengan yang tercantum pada label setelah dipindahkan dari kemasan aslinya. Pengujian ini diterapkan pada produk dengan isi tidak melebihi 250 mL, baik berupa sediaan cair siap pakai maupun sediaan yang harus dilarutkan terlebih dahulu dengan pelarut dalam volume tertentu. Namun, pengujian ini tidak diperlukan untuk produk dalam kemasan dosis tunggal apabila monografinya telah mencantumkan pengujian keseragaman sediaan (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

4. Uji pH

pH larutan merupakan faktor penting dalam formulasi sediaan dalam bentuk larutan, karena memengaruhi kelarutan dan stabilitas obat. Kelarutan obat asam dan basa bergantung pada pH serta konstanta ionisasi yang menentukan keseimbangan spesies terionisasi dan tidak terionisasi. Setiap bahan aktif memiliki rentang pH spesifik untuk stabilitas maksimalnya, dan penyimpangan dari rentang ini dapat menyebabkan transformasi fisik dan kimia, yang menurunkan aktivitasnya. Selain itu, kombinasi dengan eksipien, pelarut, atau obat lain dengan pH berbeda dapat menghasilkan efek yang tidak diinginkan, mengganggu stabilitas, dan menurunkan efektivitas formulasi (Blanco et al., 2018).

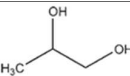
5. Uji Viskositas

Viskositas merupakan ukuran gesekan internal suatu fluida, yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur viskositas adalah viskometer, yang menghitung koefisien zat. Viskositas memengaruhi penerimaan, palatabilitas, dan akurasi dosis suatu formulasi. Oleh karena itu, pengendalian viskositas yang tepat diperlukan untuk memastikan cairan tidak terlalu mudah mengalir, sehingga memungkinkan kontrol dosis yang baik dan akurasi pemberian (Colbert et al., 2022; Niazi, 2016).

2.1.8 Studi Sifat Fisikokimia Eksipien

a. Propilen Glikol

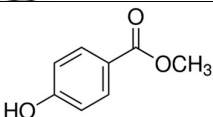
Tabel 2.1 Sifat Fisikokimia Propilen Glikol

Berat molekul	76,09
Struktur kimia	
Pemerian	cairan kental, jernih, tidak berwarna, berasa khas, hampir tidak berbau, dan higroskopis
Kelarutan	larut dalam air, aseton, kloroform, eter, dan beberapa minyak esensial; tidak larut dalam minyak lemak
Bobot jenis	1,035-1,037 g/cm ³
Inkompatibilitas	agen pengoksidasi seperti kalium permanganat
Fungsi	pelarut

Sumber: diadaptasi dari (Kementerian Kesehatan RI, 2020; Sheskey et al., 2020)

b. Metil Paraben

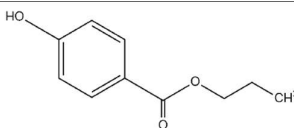
Tabel 2.2 Sifat Fisikokimia Metil Paraben

Berat molekul	152,15
Struktur	
Pemerian	berupa hablur kecil tidak berwarna atau serbuk hablur putih, tidak berbau
Kelarutan	sukar larut dalam air, benzena, dan karbon tetraklorida; mudah larut dalam etanol dan eter
Bobot jenis	1,352 g/cm ³
Inkompatibilitas	aktivitasnya dapat menurun akibat pembentukan misel oleh surfaktan nonionik, namun dapat dicegah dengan penambahan propilen glikol sebesar 10%
Fungsi	Pengawet

Sumber: diadaptasi dari (Kementerian Kesehatan RI, 2020; Sheskey et al., 2020)

c. Propil Paraben

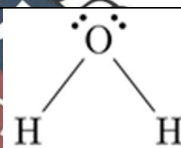
Tabel 2.3 Sifat Fisikokimia Propil Paraben

Berat molekul	180,20
Struktur	
Pemerian	serbuk putih atau hablur kecil yang tidak berwarna
Kelarutan	sangat sukar larut dalam air, sukar larut dalam air mendidih, namun mudah larut dalam etanol dan eter
Bobot jenis	1,288 g/cm ³
Inkompatibilitas	aktivitasnya dapat menurun akibat pembentukan misel oleh surfaktan nonionik, namun dapat dicegah dengan penambahan propilen glikol sebesar 10%
Fungsi	Pengawet

Sumber: diadaptasi dari (Kementerian Kesehatan RI, 2020; Sheskey et al., 2020)

d. Akuades

Tabel 2.4 Sifat Fisikokimia Akuades

Berat molekul	18,02
Struktur kimia	
Deskripsi	air yang memenuhi standar telah dimurnikan melalui proses distilasi, tanpa penambahan zat apa pun
Pemerian	cairan jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau
Fungsi	pelarut

Sumber: diadaptasi dari (Kementerian Kesehatan RI, 2020; Sheskey et al., 2020)

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.5 Hasil Penelitian Terdahulu

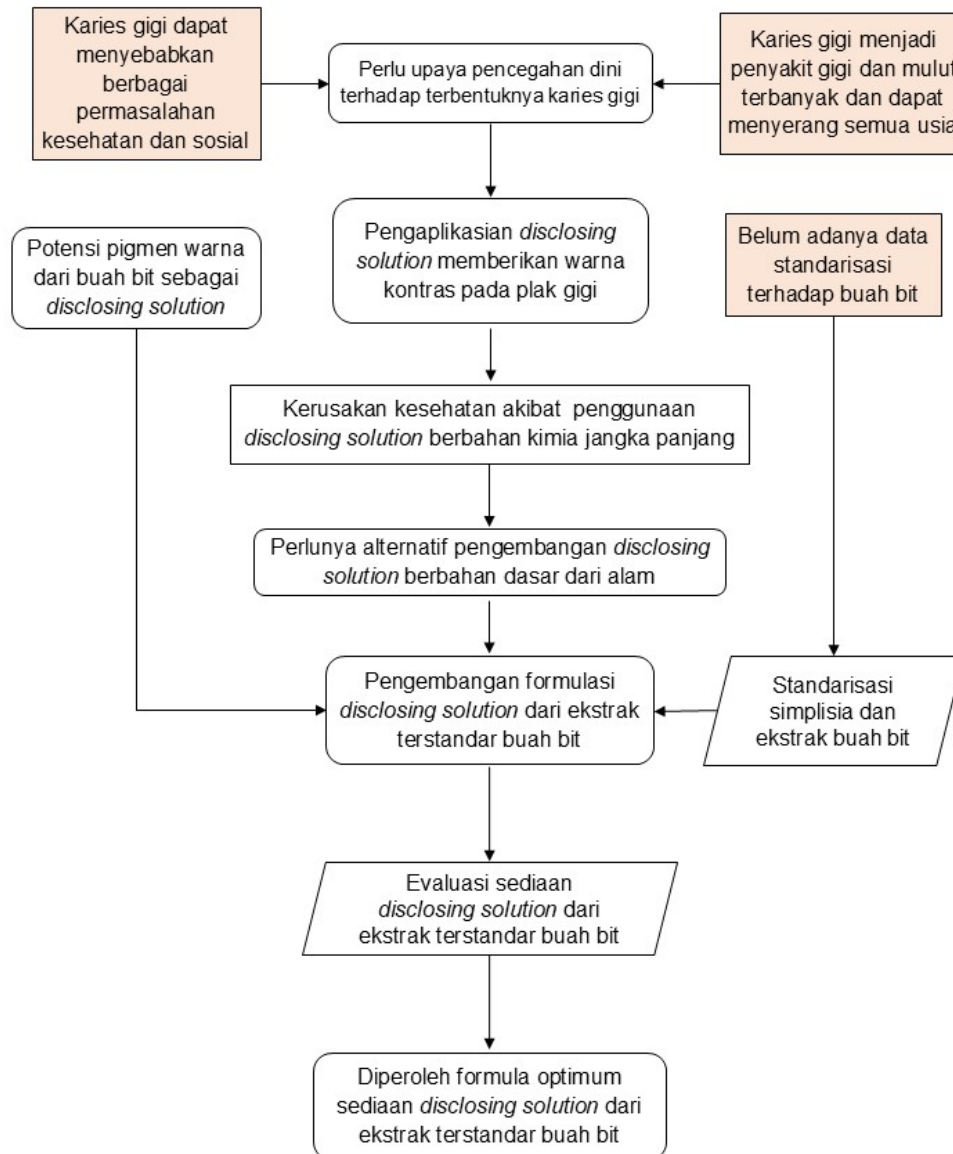
No	Judul Penelitian	Kesimpulan Penelitian	Persamaan dan Perbedaan	Referensi
1	Efektifitas Buah Bit (<i>Beta vulgaris</i> L.) sebagai <i>Disclosing Solution</i> (Bahan Identifikasi Plak)	Buah bit lebih baik dalam mendeteksi plak daripada sampel <i>disclosing solution</i> .	Persamaan: menguji buah bit sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> . Perbedaan: penelitian ini menggunakan sari buah bit tanpa standardisasi dan formulasi kemudian dilakukan pengujian ke responden	Fatmasari et al., 2014
2	Ekstrak Umbi Bit (<i>Beta vulgaris</i> L.) sebagai Bahan Pewarna Plak	Ekstrak bit (<i>Beta vulgaris</i> L.) pada konsentrasi 100% dapat berfungsi sebagai pewarna plak gigi.	Persamaan: menguji buah bit sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> . Perbedaan: penelitian ini menggunakan ekstrak air dengan metode maserasi dari buah bit tanpa standardisasi dan formulasi. Selain itu,	Hidayah et al., 2016

No	Judul Penelitian	Kesimpulan Penelitian	Persamaan dan Perbedaan	Referensi
			objek ujinya menggunakan preparat apus plak untuk membandingkan warna yang dihasilkan.	
3	<i>Extract Formulation and Effectiveness of Beta vulgaris L. as Dental Plaque Solution Disclosing</i>	<i>Disclosing solution</i> dengan ekstrak bit 9% sama efektifnya dengan produk komersial yang sudah ada dalam mengelola plak.	Persamaan: menguji buah bit sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> Perbedaan: Penelitian ini menggunakan ekstrak air dengan metode maserasi dari buah bit tanpa standardisasi kemudian diformulasikan menjadi gel <i>disclosing solution</i> . Selanjutnya hasilnya dilakukan pengujian <i>dental plaque index</i> kepada 30 sukarelawan.	Ratnaningsih et al., 2018

No	Judul Penelitian	Kesimpulan Penelitian	Persamaan dan Perbedaan	Referensi
4	<i>Formulation of Roselle Flower Extract Gel (Hibiscus sabdariffa L.) as a Disclosing Solution</i>	Ekstrak bunga rosella dapat diformulasikan sebagai alternatif gel disclosing solution.	Persamaan: menguji bahan alam sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> . Perbedaan: menguji bunga rosella sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> .	Nurilawaty et al., 2022
5	<i>Disclosing Agent from Red Dragon Fruit Peel as Dental Plaque Indicator</i>	Gel mukoadhesif yang berasal dari kulit buah naga merah memiliki kemampuan untuk mewarnai plak gigi.	Persamaan: menguji bahan alam sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> . Perbedaan: menguji kulit buah naga sebagai alternatif <i>disclosing solution</i> .	Purbaningtyas et al., 2020

Sumber: diolah oleh peneliti

2.3 Kerangka Berpikir



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir Penelitian

2.4 Hipotesis

Formulasi optimum ekstrak buah bit yang terstandarisasi dapat digunakan sebagai sediaan *disclosing solution* untuk deteksi dini karies gigi.