

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kesehatan masyarakat global saat ini menghadapi tantangan serius berupa peningkatan prevalensi Penyakit Tidak Menular (PTM). PTM merupakan kelompok penyakit kronis yang tidak ditularkan dari orang ke orang dan berkembang secara perlahan, sering kali muncul tanpa gejala pada tahap awal. Kelompok penyakit ini mencakup penyakit kardiovaskular, kanker, diabetes, serta penyakit pernapasan kronis yang berkontribusi besar terhadap beban morbiditas global, seperti hipertensi, penyakit jantung koroner, stroke, berbagai jenis kanker, diabetes, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan asma. Secara keseluruhan, PTM menimbulkan beban kesehatan dan ekonomi yang besar bagi masyarakat dan sistem layanan kesehatan, serta meningkatkan risiko kematian dini apabila tidak dikendalikan dengan baik (Omotayo et al., 2024).

Menurut *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2025, penyakit kardiovaskular mendominasi dengan 19 juta kematian, diikuti kanker sebanyak 10 juta, penyakit pernapasan kronis 4 juta, dan diabetes lebih dari 2 juta. Keempat kelompok penyakit ini menyumbang 80% dari seluruh kematian dini akibat PTM (WHO, 2025). Sementara itu, hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, menunjukkan prevalensi hipertensi yang masih tinggi, dengan 30,8% orang dewasa mengalami hipertensi dan hanya 18,9% yang mampu mengendalikannya (SKI, 2023). Di antara berbagai penyakit tidak menular, hipertensi menjadi masalah utama karena berperan sebagai faktor risiko utama morbiditas dan mortalitas. Kondisi ini dikenal sebagai silent killer karena sering tidak menimbulkan gejala, tetapi dapat memicu penyakit kardiovaskular seperti stroke, penyakit jantung koroner, dan gagal ginjal (Ahmad, 2020).

Hipertensi merupakan kondisi umum yang terjadi saat tekanan darah seseorang terhadap dinding pembuluh darah mengalir dengan kekuatan yang cukup tinggi. Secara definisi, seseorang menderita hipertensi ketika tekanan darah sistolik >120 mmHg dan tekanan darah diastolik >80 mmHg. Kondisi ini dapat merusak pembuluh darah serta organ-organ di tubuh. Semakin tinggi tekanan darah dan semakin lama tidak terkontrol, maka risiko kerusakan organ akan semakin besar (Lukitaningtyas & Cahyono, 2023). Secara global, *World Health Organization* (WHO) tahun 2025, memperkirakan bahwa pada tahun 2024 lebih dari 1,4 miliar orang berusia 30 – 79 tahun di seluruh dunia menderita hipertensi, dan angka tersebut mencakup sekitar 33% populasi dalam kelompok usia tersebut. WHO menargetkan penurunan prevalensi hipertensi yang tidak terkontrol sebesar 25% antara tahun 2010 dan 2025 (WHO, 2025).

Berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, terjadi penurunan prevalensi hipertensi setelah dibandingkan dengan temuan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018. Pada kelompok usia ≥ 18 tahun, proporsi hipertensi berdasarkan hasil pengukuran tekanan darah berkurang dari 34,1% (2018) menjadi 30,8% (2023). Pada tahun yang sama, Provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Jawa Barat tercatat sebagai tiga wilayah dengan prevalensi hipertensi tertinggi (SKI, 2024). Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 melaporkan prevalensi hipertensi, yakni sebesar 20,9%. Berdasarkan data Kabupaten/Kota dengan prevalensi tertinggi terletak di Kabupaten Soppeng (40,6%) dan prevalensi terendah di Kabupaten Sidenreng Rappang (23,3%) (Profil Dinkes Sulsel, 2022).

Kondisi ini menunjukkan bahwa hipertensi tetap menjadi perhatian utama, meskipun prevalensinya menurun secara nasional, penderita hipertensi tidak hanya ditemukan pada kelompok usia lanjut, tetapi juga telah muncul pada kelompok usia dewasa muda mulai usia 19 tahun, sehingga bersifat lintas usia dan berpotensi menimbulkan beban kesehatan jangka panjang apabila tidak dilakukan upaya pencegahan sejak dini. Hipertensi memiliki dua faktor risiko utama, yakni faktor risiko yang tidak dapat diubah seperti usia, jenis kelamin, dan genetik, serta faktor risiko yang dapat diubah yaitu, lingkungan. Faktor lingkungan yang memberikan pengaruh terbesar terhadap tekanan darah adalah pola konsumsi. Pola konsumsi dengan asupan natrium tinggi serta kalium, kalsium, dan magnesium rendah meningkatkan risiko hipertensi karena langsung mengganggu keseimbangan tekanan darah. Ketidakseimbangan asupan zat gizi tersebut membuat tubuh sulit mempertahankan fungsi regulasi tekanan darah dan peluang terjadinya hipertensi semakin besar (Kartikasari & Afif, 2022).

Kalium berlawanan dengan cara kerja natrium, kalium meningkatkan ekskresi natrium (natriuresis) melalui ginjal dan memperbaiki keseimbangan cairan tubuh. Selain itu, kalium juga berfungsi sebagai vasodilator yang membantu relaksasi dinding pembuluh darah sehingga mengurangi resistensi perifer total (Hadi, 2025). Asupan kalsium yang rendah dapat mengganggu keseimbangan kalsium tubuh dan memicu peningkatan produksi *parathyroid hormone* (PTH), sehingga kadar kalsium intraseluler naik melebihi batas normal. Kondisi ini mengaktifkan *ion channel* kalsium yang kemudian menyebabkan kontraksi otot dan meningkatkan tekanan darah (Cormick & Belizán, 2019). Selain itu, magnesium berperan penting dalam mengontrol tekanan darah dengan memperkuat fungsi endotel, menstimulasi prostaglandin, dan meningkatkan penangkapan glukosa sehingga resistensi insulin berkurang. Magnesium juga membantu mengatur kontraksi otot jantung, sehingga kadar magnesium yang rendah dapat menurunkan kemampuan jantung bekerja secara optimal dan memengaruhi tekanan darah (Saric et al., 2025)

Oleh karena itu, dilakukan penatalaksanaan hipertensi sebagai upaya pengendalian terhadap tekanan darah. Penatalaksanaan hipertensi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu secara farmakologi dan non farmakologi. Terapi farmakologi dilakukan dengan pemberian obat antihipertensi seperti diuretik, *Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor* (ACE inhibitor), *Angiotensin II Receptor Blocker* (ARB), *Beta Blocker* (BB), maupun *Calcium Channel Blocker* (CCB) (Maliza et al., 2024). Penggunaan obat-obatan ini terbukti efektif menurunkan tekanan darah, namun memberikan efek samping berbahaya yaitu *Drug Related Problems* (DRPs) jika dikonsumsi dalam jangka waktu yang panjang. DRPs adalah kondisi yang tidak diinginkan yang dialami pasien atau diduga muncul akibat penggunaan obat, sehingga dapat berpotensi menghambat tercapainya hasil terapi yang diharapkan (Anggraeni et al., 2025).

Sebagai alternatif, terapi non farmakologi hadir untuk membantu mengurangi tekanan darah pada penderita hipertensi, membantu mengurangi dosis obat antihipertensi yang diperlukan (Zhou et al., 2020), serta memiliki efek menguntungkan tanpa efek samping yang merugikan ((Herguedas, 2020). Penelitian Mawaddah et al., (2024) menyimpulkan bahwa penatalaksanaan hipertensi secara non farmakologi dapat dilakukan melalui berbagai bentuk terapi dan lebih menekankan pada perubahan gaya hidup sehat, khususnya pengaturan pola makan dengan mengurangi asupan natrium, meningkatkan konsumsi sayur dan buah yang kaya kalium dan antioksidan (Mawaddah et al., 2024). Salah satu terapi non farmakologi dapat dilakukan dengan pemanfaatan tanaman herbal sebagai upaya menurunkan tekanan darah. Berbagai jenis tanaman herbal telah diteliti memiliki antihipertensi, yaitu pisang ambon dan timun (Kongkoli & Askar, 2021), daun kelor (Rauldah et al., 2025), labu siam dan seledri (Istiroha et al., 2025), semangka (Sidiki et al., 2025), dan bahan pangan lainnya.

Salah satu tanaman herbal yang berpotensi sebagai antihipertensi tetapi masih kurang dimanfaatkan adalah belimbing wuluh. Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) atau dikenal juga sebagai belimbing sayur merupakan keluarga tanaman *Oxalidaceae* yang tidak hanya digunakan sebagai penyedap rasa dalam makanan tradisional, namun juga dimanfaatkan sebagai pengobatan. Tanaman ini tumbuh subur di daerah tropis seperti Indonesia, Filipina, Sri Lanka, Myanmar, dan Malaysia. Buahnya berbentuk lonjong dengan panjang sekitar 4 – 6 cm dan memiliki kulit mengkilat, serta buah muda berwarna hijau, sedangkan buah yang telah masak berubah menjadi kuning. Belimbing wuluh memiliki kandungan yang bermanfaat menurunkan tekanan darah, yakni mengandung tinggi serat dan mineral seperti kalium, kalsium dan magnesium, serta mengandung senyawa kimia seperti vitamin C, saponin, dan flavonoid (Luthfianto & Marfuah, 2022).

Kandungan kalium yang menyebabkan penghambatan pada sistem renin angiotensin, juga menyebabkan terjadinya penurunan sekresi aldosteron, sehingga terjadi penurunan reabsorpsi natrium dan air di tubulus ginjal. Akibat dari mekanisme tersebut, maka terjadi peningkatan diuresis yang menyebabkan berkurangnya volume darah, sehingga tekanan darah pun menjadi turun. Selain itu kalium juga akan menyebabkan terjadinya vasodilatasi pembuluh darah perifer, akibatnya terjadi penurunan resistensi perifer, dan tekanan darah menjadi turun. Fungsi dari kalium adalah bersama natrium, kalium memegang peranan dalam pemeliharaan keseimbangan cairan dan elektrolit serta keseimbangan asam basa. Kalium bersama kalsium dan magnesium, kalium berperan dalam transmisi saraf dan relaksasi otot (Rahayu et al., 2022)

Kalsium berperan dalam kontraksi otot polos pembuluh darah, sehingga kadar kalsium yang seimbang membantu menjaga tonus vaskular dan mencegah vasokonstriksi berlebihan yang dapat meningkatkan tekanan darah (Damayanti et al., 2020). Sementara itu, magnesium berfungsi sebagai vasodilator alami dengan menghambat masuknya kalsium ke dalam sel otot polos, sehingga membantu relaksasi pembuluh darah dan menurunkan resistensi perifer. Selain itu, magnesium juga berperan dalam regulasi sistem renin-angiotensin serta stabilisasi aktivitas listrik jantung dan transmisi saraf. Kedua mineral ini juga berkontribusi dalam menjaga fungsi endotel, sehingga mendukung respons vaskular yang optimal. Kecukupan kalsium dan magnesium terbukti membantu menurunkan risiko terjadinya hipertensi melalui pengaruhnya terhadap keseimbangan elektrolit dan kontrol kontraksi otot (Alshanableh & Ray, 2024).

Pengaruh belimbing wuluh terhadap penurunan tekanan darah telah dibuktikan melalui beberapa penelitian sehingga semakin menguatkan potensinya sebagai terapi alami. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Mouliza et al., (2025) bahwa pemberian kombinasi jus belimbing wuluh dan madu secara signifikan menurunkan tekanan darah pada wanita usia 45 – 59 tahun yang mengalami hipertensi. Rata-rata tekanan sistolik turun dari 145 mmHg menjadi 120 mmHg, sedangkan tekanan diastolik menurun dari 90 mmHg menjadi 73 mmHg. Konsumsi ini diketahui meningkatkan produksi nitrat oksida, serta merangsang proses diuresis, yang keduanya berkontribusi pada penurunan tekanan darah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa belimbing wuluh berpotensi besar sebagai terapi alternatif untuk menurunkan hipertensi (Mouliza et al., 2025). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penurunan tekanan darah akibat konsumsi buah belimbing wuluh jauh lebih besar dibandingkan daunnya, sehingga bentuk olahan berbahan buah dinilai lebih efektif (Yani & Patricia, 2022).

Selain belimbing wuluh yang berpotensi sebagai antihipertensi alami, jahe juga menjadi salah satu tanaman herbal yang banyak dimanfaatkan untuk membantu menurunkan tekanan darah. Jahe (*Zingiber officinale*) adalah tanaman rimpang bercabang dengan aroma khas, serta umumnya digunakan dalam berbagai bentuk olahan, baik tradisional maupun modern, seperti bumbu

dapur, jamu, obat, bahan baku makanan, minuman, minyak wangi, hingga produk kosmetik. Tanaman ini tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Di Indonesia, jahe terbagi atas beberapa jenis, yaitu jahe merah, jahe emprit, dan jahe gajah, yang masing-masing memiliki karakteristik morfologi, serta kegunaan yang berbeda (Muhammad et al., 2025).

Jahe mengandung kalium sekitar 415 mg dan kalsium 100 mg dalam setiap 100 gram jahe segar (Nadia, 2020). Senyawa aktif dalam jahe seperti flavonoid, saponin, dan fenol non flavonoid (gingerol, zingerone, dan shogaol) berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan analgesik, serta membantu meningkatkan sistem imun tubuh (Rahmasari et al., 2025). Selain itu, senyawa tersebut mampu menghambat aktivitas *Angiotensin-Converting Enzyme* (ACE) yang berperan dalam pengaturan tekanan darah. Mekanisme ini mencegah konversi angiotensin I menjadi angiotensin II, yaitu hormon yang memicu penyempitan pembuluh darah jantung. Ketika kadar angiotensin II menurun, pembuluh darah menjadi lebih rileks sehingga tekanan darah dapat turun secara bertahap (Ramadhan et al., 2024).

Beberapa penelitian telah menguji pengaruh konsumsi jahe terhadap tekanan darah. Penelitian Sulendri et al., (2023) menemukan bahwa minuman fungsional berbahan madu dan jahe putih mampu menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik secara signifikan pada penderita hipertensi. Hasil analisis statistik mengungkapkan bahwa penurunan tersebut terjadi melalui peningkatan vasodilatasi akibat mekanisme penghambatan enzim ACE. Meskipun faktor seperti usia, jenis kelamin, dan riwayat keluarga juga memengaruhi risiko hipertensi, efek minuman ini tetap terbukti signifikan. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kombinasi madu dan jahe putih dapat digunakan sebagai terapi tambahan yang efektif dalam pengelolaan hipertensi (Sulendri et al., 2023).

Banyak bahan pangan tradisional memiliki manfaat kesehatan, namun belum dimanfaatkan secara optimal, termasuk belimbing wuluh yang umumnya hanya digunakan sebagai pelengkap masakan karena rasanya yang asam. Padahal, belimbing wuluh memiliki potensi sebagai pangan fungsional, yaitu pangan yang mengandung komponen bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan di luar fungsi zat gizi dasarnya. Komponen bioaktif tersebut memiliki fungsi fisiologis, antara lain sebagai antioksidan, pencegah hipertensi, meningkatkan penyerapan kalsium, mencegah kanker, dan menurunkan kolesterol. Di sisi lain, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat mendorong permintaan akan produk pangan yang praktis dan bernilai gizi. Kondisi ini membuka peluang pengembangan olahan belimbing wuluh yang lebih menarik dan memiliki nilai tambah. Salah satu bentuk pengolahan yang berpotensi dikembangkan adalah belimbing wuluh dalam bentuk permen jelly (Sihite & Hutasoit, 2023).

Permen jelly merupakan makanan semi padat yang dibuat dari campuran buah, gula, serta zat pengental seperti pektin, agar-agar, atau gelatin halal. Produk ini umumnya memiliki warna cerah dan tekstur kenyal sehingga sering dikonsumsi sebagai camilan atau bahan dessert. Kandungan bahan pengental memberikan tekstur padat yang mampu menimbulkan rasa kenyang meskipun nilai kalorinya relatif rendah. Permen jelly juga memiliki karakteristik sensori yang disukai konsumen, seperti rasa manis, warna menarik, dan tekstur elastis yang mudah dikunyah. Selain itu, permen jelly cocok dikembangkan sebagai produk pangan fungsional karena mampu menjadi media pembawa senyawa bioaktif. Proses pembuatan permen jelly memerlukan pemanasan pada suhu yang relatif lebih rendah dibandingkan bentuk permen lainnya seperti hard candy, sehingga senyawa bioaktif lebih terjaga, sedangkan hard candy memerlukan pemanasan tinggi yang berpotensi menyebabkan degradasi senyawa bioaktif dan umumnya hanya berfungsi sebagai sumber gula (Mustari et al., 2024).

Oleh karena itu, penggunaan belimbing wuluh dengan penambahan jahe dalam permen jelly dapat dijadikan sebagai media fortifikasi bahan alami yang kaya kandungan mineral seperti kalium, kalsium, dan magnesium. Penambahan jahe dalam formulasi produk pangan tidak hanya berfungsi sebagai penambah cita rasa, tetapi juga memberikan efek fisiologis yang mendukung kesehatan, terutama karena kandungan gingerol dan shogaol yang bersifat antioksidan dan antihipertensi. Selain itu, belimbing wuluh juga berperan dalam menurunkan hipertensi melalui mekanisme peningkatan produksi nitrat oksida dan efek diuretik alami. Kombinasi kedua bahan ini berpotensi menghasilkan produk pangan fungsional yang tidak hanya lezat, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang nyata. Dengan demikian, formulasi ini dapat meningkatkan nilai tambah pada permen jelly sekaligus memperluas pemanfaatan bahan pangan lokal.

Penelitian mengenai kandungan mineral seperti kalium, kalsium, dan magnesium pada permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe masih sangat terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya hanya menilai aspek organoleptik dan kadar vitamin C, sehingga informasi mengenai kontribusi mineral belum tersedia. Padahal, kualitas bahan baku, proses pengolahan, jenis gelling agent, interaksi antar komponen, dan kondisi penyimpanan dapat memengaruhi stabilitas mineral dalam bahan. Selain itu, belum ada penelitian yang menilai sejauh mana fortifikasi belimbing wuluh dan jahe dalam bentuk permen jelly mampu mempertahankan atau meningkatkan kadar mineral tersebut. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya penelitian lebih mendalam agar produk dapat dikembangkan sebagai pangan fungsional yang mendukung pengendalian hipertensi.

1.2. Teori

1.2.1. Tinjauan Umum tentang Hipertensi

1.2.1.1 Definisi Hipertensi

Hipertensi berasal dari kata "hiper" dan "tensi", yang berarti hipertensi adalah kondisi dimana tekanan darah mengalami peningkatan secara tidak normal selama dua hari pemeriksaan berbeda. Salah satu tanda hipertensi apabila tekanan darah sistolik >120 mmHg dan tekanan darah diastolik >80 mmHg (Furngili & Kustriyani, 2023). Tekanan darah dihasilkan oleh kekuatan pompa jantung dan resistensi yang diberikan oleh pembuluh darah terhadap aliran darah. Ketidakseimbangan antara curah jantung dan resistensi perifer dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah yang menetap (Goorani et al., 2025). Hipertensi menjadi faktor risiko utama penyakit kardiovaskular, seperti gagal jantung, gagal ginjal, infark miokard hingga stroke jika dibiarkan lama (Iqbal & Jamal, 2023).

Hipertensi berkembang secara perlahan dan umumnya tidak menimbulkan gejala yang khas, sehingga sering disebut sebagai *silent killer*. Tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan progresif pada dinding pembuluh darah. Kerusakan ini memicu aterosklerosis, penebalan dinding arteri, serta penurunan elastisitas pembuluh darah. Kondisi tersebut meningkatkan beban kerja jantung dan memengaruhi suplai darah ke berbagai organ vital. Seiring waktu, hipertensi yang tidak ditangani dapat mempercepat terjadinya komplikasi kardiovaskular yang berbahaya (Poznyak et al., 2022).

1.2.1.2 Klasifikasi Hipertensi

Hipertensi diklasifikasikan berdasarkan penyebab, bentuk, hingga gejalanya. Hipertensi terbagi menjadi dua berdasarkan penyebabnya, yaitu hipertensi primer dan hipertensi sekunder. Hipertensi primer merupakan jenis hipertensi yang tidak memiliki penyebab spesifik dan berkembang secara bertahap. Kondisi ini muncul akibat kombinasi berbagai mekanisme fisiologis yang saling memengaruhi serta perubahan fungsi regulasi tekanan darah. Sebaliknya, hipertensi sekunder terjadi akibat kondisi medis tertentu seperti gangguan ginjal, kelainan hormonal, atau penggunaan obat tertentu. Hipertensi sekunder biasanya muncul secara tiba-tiba dengan peningkatan tekanan darah yang lebih tinggi dibandingkan hipertensi primer. Kondisi ini dapat membaik apabila faktor penyebabnya ditangani secara tepat (Hegde et al., 2023).

Hipertensi dibagi menjadi tiga berdasarkan bentuknya, yaitu hipertensi sistolik, hipertensi diastolik, dan hipertensi campuran. Hipertensi sistolik terjadi ketika tekanan darah meningkat di arteri secara tidak normal dan sering muncul pada usia lanjut. Peningkatan tekanan sistolik yang persisten dapat meningkatkan beban kerja jantung serta memicu kerusakan pembuluh darah. Sementara itu, hipertensi diastolik ditandai dengan peningkatan tekanan diastolik tanpa peningkatan sistolik dan lebih sering ditemukan pada individu yang lebih muda. Hipertensi ini berkaitan dengan mengecilnya pembuluh darah kecil secara tidak normal mengakibatkan meningkatnya tekanan darah diastolik. Selain itu, hipertensi campuran terjadi ketika tekanan sistolik dan diastolik meningkat secara bersamaan sehingga menunjukkan gangguan kardiovaskular yang lebih luas (Gambardella et al., 2020).

Hipertensi dapat dikelompokkan berdasarkan gejalanya menjadi hipertensi benigna dan hipertensi maligna. Hipertensi benigna biasanya tidak menunjukkan tanda klinis dan sering terdeteksi secara tidak sengaja saat pemeriksaan rutin. Sebaliknya, hipertensi maligna muncul sebagai kondisi serius yang disertai gangguan pada organ vital seperti ginjal, otak, dan jantung. Bentuk hipertensi ini berkembang sangat cepat dan membutuhkan penanganan segera agar tidak menimbulkan komplikasi berat. Jika tidak ditangani, hipertensi maligna dapat menyebabkan kerusakan organ yang bersifat permanen (Putri & Saputri, 2018).

American Heart Association (AHA) tahun 2025 mengelompokkan hipertensi ke dalam beberapa kategori, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Klasifikasi Hipertensi

Kategori	Tekanan Darah Sistolik	Tekanan Darah Diastolik
<i>Normal</i>	<120 mmHg	<80 mmHg
<i>Elevated</i>	120 – 129 mmHg	<80 mmHg
<i>(Pra-hypertension)</i>	130 – 139 mmHg	80 – 89 mmHg
<i>Hypertension grade 1</i>	≥140 mmHg	≥90 mmHg
<i>Hypertension grade 2</i>	>180 / >120 mmHg	>120 mmHg
<i>Severe hypertension</i>		

Sumber: American Heart Association (AHA), 2025

1.2.1.3 Patofisiologi Hipertensi

Hipertensi berkembang ketika tubuh kehilangan keseimbangan antara kemampuan jantung memompa darah dan resistensi yang diberikan oleh pembuluh darah. Dalam kondisi normal, sistem saraf, hormonal, dan ginjal bekerja menjaga tekanan darah tetap stabil. Ketika mekanisme ini terganggu, tonus pembuluh darah dapat meningkat atau volume darah bertambah, sehingga tekanan dalam sistem sirkulasi naik secara menetap. Gangguan tersebut dapat muncul dari perubahan fungsi regulasi vaskular atau retensi cairan yang berlebihan. Akibatnya, tekanan darah berada di atas batas normal dalam jangka waktu lama (Baydamirova et al., 2025). Sistem saraf simpatis turut mempercepat perkembangan hipertensi melalui peningkatan aktivitas yang memicu vasokonstriksi dan mempercepat denyut jantung. Aktivitas simpatis yang berlebihan mendorong pelepasan hormon tertentu yang mempertahankan peningkatan tekanan darah (DeLalio et al., 2020).

Selain itu, disfungsi endotel juga memperburuk kondisi ini karena endotel gagal menghasilkan vasodilator seperti *nitric oxide* dalam jumlah yang cukup. Penurunan *nitric oxide* mengurangi kemampuan pembuluh darah untuk melebar sehingga resistensi perifer meningkat. Dengan demikian, ketidakseimbangan antara vasokonstriksi dan vasodilatasi menjadi faktor penting dalam proses terjadinya hipertensi (Mlynarska et al., 2025). Sistem *renin angiotensin aldosteron* (RAAS) memiliki peran sentral dalam meningkatkan tekanan darah melalui mekanisme hormonal. Aktivasi RAAS yang berlebihan meningkatkan produksi angiotensin II, yaitu vasokonstriktor kuat yang menaikkan tahanan perifer. Angiotensin II juga menstimulasi sekresi aldosteron yang menyebabkan retensi natrium dan air, sehingga volume darah bertambah. Peningkatan volume dan tahanan vaskular ini bekerja bersama-sama mempertahankan tekanan darah pada tingkat tinggi. Secara keseluruhan, interaksi berbagai sistem fisiologis tersebut menjadikan hipertensi sebagai kondisi kompleks yang berkembang secara progresif (Fountain et al., 2023).

1.2.1.4 Faktor Risiko Hipertensi

Secara umum faktor risiko hipertensi terdiri atas faktor yang tidak dapat diubah dan faktor yang dapat diubah. Faktor risiko yang tidak dapat diubah mencakup usia, jenis kelamin, dan genetik, karena ketiganya berkaitan dengan perubahan fisiologis dan predisposisi bawaan yang meningkatkan kecenderungan seseorang mengalami hipertensi. Ketiga faktor tersebut memiliki mekanisme masing-masing yang berkontribusi terhadap

peningkatan tekanan darah, sehingga penting untuk memahami bagaimana setiap faktor berperan. Faktor-faktor tersebut membantu dalam mengidentifikasi individu dengan risiko tinggi secara lebih awal (Wirayudha et al., 2024).

Faktor genetik atau riwayat keluarga merupakan salah satu penyebab utama yang tidak dapat diubah. Seseorang yang memiliki orang tua atau saudara kandung dengan hipertensi cenderung memiliki tekanan darah lebih tinggi dibandingkan individu tanpa riwayat tersebut. Faktor genetik memengaruhi regulasi tekanan darah, termasuk sensitivitas pembuluh darah terhadap hormon tertentu serta kemampuan ginjal dalam menjaga keseimbangan cairan. Selain itu, predisposisi bawaan seperti aktivitas sistem renin-angiotensin yang lebih tinggi juga dapat meningkatkan risiko hipertensi dan interaksi faktor genetik dengan lingkungan juga dapat memperkuat kemungkinan terjadinya hipertensi (Tozo et al., 2022).

Selain faktor genetik, proses penuaan juga memberikan kontribusi penting terhadap meningkatnya tekanan darah. Usia menjadi faktor risiko utama karena struktur dan fungsi pembuluh darah berubah seiring bertambahnya umur. Penuaan menyebabkan penurunan elastisitas arteri sehingga pembuluh darah menjadi lebih kaku dan meningkatkan resistensi aliran darah. Kondisi ini membuat tekanan sistolik lebih mudah meningkat pada usia lanjut. Proses penuaan juga memengaruhi respons hormonal serta kemampuan ginjal dalam mengatur natrium, sehingga risiko hipertensi semakin besar. Dengan demikian, peningkatan tekanan darah pada lansia merupakan proses fisiologis yang sering terjadi akibat perubahan struktur kardiovaskular. Perubahan fisiologis ini memperburuk kondisi kesehatan lain (Ahmed et al., 2024).

Di samping itu, perbedaan jenis kelamin turut memengaruhi kerentanan seseorang terhadap hipertensi. Laki-laki umumnya memiliki risiko lebih tinggi pada usia muda hingga paruh baya karena kadar hormon androgen tertentu dapat meningkatkan tekanan darah. Sebaliknya, perempuan terlindungi oleh hormon estrogen yang membantu menjaga elastisitas pembuluh darah hingga memasuki masa menopause. Setelah menopause, kadar estrogen menurun sehingga risiko hipertensi pada perempuan meningkat dan bahkan dapat melampaui laki-laki pada kelompok usia yang sama. Perbedaan ini menunjukkan bahwa faktor hormonal berperan besar dalam regulasi tekanan darah. Selain itu, perubahan gaya hidup yang berbeda antara laki-laki dan perempuan juga dapat memengaruhi variasi risiko hipertensi (Tasalim, 2025).

Selain faktor yang tidak dapat diubah, hipertensi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko yang dapat dikendalikan melalui perubahan gaya hidup. Faktor risiko yang dapat diubah ini mencakup pola makan, obesitas, stres, kebiasaan merokok, dan konsumsi alkohol. Kelima faktor tersebut berperan besar karena berhubungan langsung dengan mekanisme fisiologis yang memengaruhi tekanan darah. Pengendalian terhadap faktor-faktor ini dapat memberikan dampak dalam menurunkan risiko hipertensi serta mencegah perburukan kondisi pada individu yang telah mengalami peningkatan tekanan darah. Upaya pengendalian berkontribusi dalam menekan beban penyakit kardiovaskular secara keseluruhan (Charchar et al., 2024).

Salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap tekanan darah adalah pola makan. Konsumsi makanan tinggi garam dapat meningkatkan retensi cairan sehingga volume darah bertambah dan tekanan darah ikut naik. Selain itu, pola makan rendah kalium mengganggu kemampuan tubuh dalam menyeimbangkan efek natrium pada pembuluh darah. Asupan lemak jenuh dan makanan olahan juga dapat memicu disfungsi endotel yang memperburuk regulasi tekanan darah. Sebaliknya, pola makan kaya sayur, buah, dan serat dapat membantu menjaga elastisitas pembuluh darah. Perbaikan pola makan menjadi langkah preventif dalam mengurangi risiko hipertensi. Perbaikan pola makan dapat dilakukan dengan memilih makanan yang lebih sehat sehingga mendukung efektivitas terapi pada pasien hipertensi (Ramadhan et al., 2024).

Selain pola makan, obesitas merupakan faktor risiko utama yang memiliki hubungan erat dengan hipertensi. Penumpukan lemak tubuh, terutama di area perut, meningkatkan resistensi insulin yang dapat mengganggu regulasi tekanan darah. Obesitas juga menyebabkan peningkatan aktivitas sistem saraf simpatik sehingga jantung bekerja lebih keras dan tekanan darah naik. Selain itu, adanya tekanan berlebih pada pembuluh darah menyebabkan terjadinya perubahan struktural yang membuat sirkulasi darah kurang efisien. Kondisi obesitas umumnya disertai peningkatan kadar leptin yang dapat memengaruhi sistem renin-angiotensin, sehingga tekanan darah semakin meningkat. Oleh karena itu, dilakukan penurunan berat badan agar dapat menurunkan aktivitas sistem hormonal yang berkontribusi terhadap hipertensi (Rumaisyah et al., 2023).

Di samping obesitas, kebiasaan merokok juga memiliki pengaruh kuat terhadap peningkatan tekanan darah. Nikotin dalam rokok menyebabkan penyempitan pembuluh darah secara cepat dan meningkatkan kerja jantung. Selain efek langsung tersebut, zat kimia dalam asap rokok dapat merusak endotel pembuluh darah sehingga elastisitasnya menurun. Kerusakan endotel ini membuat pembuluh darah lebih rentan mengalami kekakuan dan peradangan. Merokok juga mempercepat pembentukan plak aterosklerosis yang berkontribusi pada peningkatan tekanan darah. Risiko ini semakin besar pada individu yang merokok dalam jangka panjang atau dengan frekuensi tinggi (Hahad et al., 2023).

1.2.1.5 Dampak Hipertensi

Hipertensi memberikan dampak yang luas terhadap berbagai organ tubuh karena tekanan darah yang tinggi dapat merusak sistem vaskular secara bertahap. Salah satu organ yang paling sering terdampak adalah jantung, di mana tekanan berlebih memaksa jantung bekerja lebih keras sehingga memicu hipertrofi ventrikel kiri. Kondisi ini meningkatkan risiko gagal jantung apabila tidak ditangani dengan baik (Saheera & Krishnamurthy, 2020). Selain itu, pembuluh darah yang mengalami kerusakan dapat menyebabkan aterosklerosis, meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit jantung koroner. Hipertensi juga menjadi faktor utama terjadinya stroke akibat pecahnya pembuluh darah otak atau terbentuknya sumbatan. Kerusakan pada ginjal dapat terjadi karena tekanan tinggi merusak glomerulus, sehingga fungsi filtrasi terganggu. Oleh sebab itu, hipertensi yang tidak terkontrol menjadi penyumbang utama morbiditas dan mortalitas kardiovaskular (Arendshorst et al., 2024).

Selain merusak organ, hipertensi juga menimbulkan dampak terhadap fungsi tubuh dan kualitas hidup individu. Penderita hipertensi sering mengalami keluhan seperti sakit kepala, gangguan penglihatan, dan kelelahan akibat suplai darah yang tidak optimal. Gejala-gejala ini dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dan menurunkan produktivitas (Elendu et al., 2024). Pada beberapa kasus, hipertensi dapat menyebabkan gangguan kognitif karena aliran darah ke otak tidak stabil. Dampak psikologis seperti kecemasan dan stres pun dapat muncul ketika individu harus menjalani pengobatan jangka panjang. Kondisi ini semakin kompleks apabila hipertensi disertai penyakit penyerta lain seperti diabetes atau dislipidemia. Hipertensi tidak hanya berdampak secara fisik, tetapi juga memengaruhi kesejahteraan keseluruhan seseorang (Manihuruk et al., 2025).

1.2.1.6 Penatalaksanaan Hipertensi

Penatalaksanaan hipertensi umumnya terbagi atas dua, yakni secara farmakologi dan non farmakologi. Secara farmakologi, terapi ini diberikan ketika perubahan gaya hidup tidak mampu menurunkan tekanan darah ke tingkat yang diharapkan. Terapi ini meliputi penggunaan obat antihipertensi seperti diuretik, *Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor (ACE inhibitor)*, *Angiotensin II Receptor Blocker (ARB)*, *Beta Blocker (BB)*, dan *Calcium Channel Blocker (CCB)* (Mardiana et al., 2025). Obat-obatan tersebut bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti menurunkan volume cairan, menghambat vasokonstriksi, atau mengurangi kerja jantung. Terapi farmakologi terbukti efektif menurunkan tekanan darah dan mengurangi risiko komplikasi seperti stroke, penyakit jantung, dan gagal ginjal. Meskipun demikian, penggunaan obat harus disesuaikan dengan kondisi klinis, usia, dan faktor komorbid pasien. Penggunaan jangka panjang sering memerlukan pemantauan rutin untuk menghindari efek samping seperti hiperkalemia, hiponatremia, gangguan ginjal, atau hipotensi berlebihan (Indriani et al., 2022).

Selain pendekatan farmakologis, penatalaksanaan hipertensi juga dapat dilakukan melalui metode nonfarmakologis yang memiliki peran penting dalam pengendalian tekanan darah. Penatalaksanaan nonfarmakologis mencakup peningkatan aktivitas fisik, penurunan berat badan, diet rendah garam, peningkatan konsumsi buah dan sayur, serta pengurangan konsumsi alkohol dan berhenti merokok (Iqbal & Handayani, 2022). Selain itu, pendekatan ini juga mencakup pengobatan alternatif menggunakan tanaman herbal seperti bawang putih, seledri, daun salam, kumis kucing, dan sebagainya, tanaman tersebut memiliki efek vasodilator dan diuretik alami. Intervensi ini bekerja dengan memperbaiki fungsi endotel, menurunkan resistensi perifer, dan mendukung keseimbangan elektrolit tubuh. Pendekatan ini memberikan manfaat terhadap kesehatan metabolik, termasuk penurunan risiko obesitas, dislipidemia, dan resistensi insulin. Metode nonfarmakologis dianggap lebih aman karena tidak menimbulkan efek samping obat dan dapat diterapkan secara berkelanjutan (Suryaningsih & Septiari, 2023).

1.2.2. Tinjauan Umum tentang Belimbing Wuluh

1.2.2.1 Deskripsi Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) merupakan tanaman buah yang termasuk dalam keluarga *Oxalidaceae* dan dikenal sebagai tanaman tropis yang mudah tumbuh di daerah beriklim hangat. Tanaman ini dapat ditemukan di pekarangan rumah, kebun, hingga area terbuka dengan intensitas sinar matahari yang cukup serta tanah yang lembap. Di Indonesia, belimbing wuluh banyak dibudidayakan secara sederhana oleh masyarakat dan produksinya cukup melimpah sepanjang tahun karena tanaman ini tidak membutuhkan perawatan khusus. Masyarakat biasanya mengolah belimbing wuluh sebagai bahan masakan, pengganti asam, manisan, maupun sebagai bahan pembuatan sirup dan obat tradisional. Selain digunakan sebagai bahan kuliner, belimbing wuluh dikenal memiliki beragam manfaat, seperti membantu menurunkan tekanan darah, meredakan batuk, serta bersifat antioksidan (Eferyn et al., 2023).

Kandungan gizi belimbing wuluh meliputi vitamin C, vitamin A, serat, kalsium, fosfor, dan berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan fenol. Tanaman belimbing memiliki beberapa jenis lain yang dibedakan berdasarkan bentuk, rasa, dan kegunaannya. Jenis yang paling dikenal adalah belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.), yang memiliki rasa manis dan sering dikonsumsi langsung sebagai buah segar atau dijadikan jus. Berbeda dengan belimbing manis, belimbing wuluh memiliki rasa sangat asam sehingga lebih cocok digunakan sebagai bahan pelengkap masakan atau pengobatan tradisional. Penyebaran tanaman ini sebagian besar ditemukan di kawasan Asia Tenggara karena kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan optimal. Selain itu, beberapa bagian tanaman, termasuk daun dan bunga belimbing, juga dimanfaatkan untuk keperluan herbal oleh masyarakat setempat (Saraswati & Setyaningsih, 2018).



Gambar 1.1 Belimbing Wuluh

Sumber: Data Sekunder, 2025

1.2.2.2 Taksonomi dan Morfologi Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh merupakan *family Oxalidaceae* yang memiliki klasifikasi ilmiah yang menjelaskan kedudukan serta hubungan kekerabatannya dengan tanaman lain. Berikut taksonomi belimbing wuluh untuk memberikan gambaran sistematis mengenai posisi tanaman ini dalam hierarki biologis ((Mulia et al., 2022):

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Superdivisio : *Spermatophyta*
Divisio : *Magnoliophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Sub-class : *Rosidae*
Ordo : *Geraniales*
Familia : *Oxalidaceae*
Genus : *Averrhoa*
Spesies : *Averrhoa bilimbi* L.

Belimbing wuluh memiliki morfologi khas yang mudah dikenali dari bentuk buahnya yang lonjong dengan permukaan licin dan berwarna hijau muda hingga hijau tua saat matang. Buah belimbing wuluh memiliki rasa yang sangat asam karena kandungan asam organiknya yang tinggi. Bagian buah terdiri atas kulit tipis, daging buah bertekstur lunak, serta biji kecil berwarna pucat yang terletak di bagian tengah. Tanaman ini juga memiliki daun majemuk menyirip dengan helaian daun berbentuk lonjong dan batang berkayu yang cenderung bercabang rendah. Selain buahnya, masyarakat sering memanfaatkan daun, bunga, dan batang belimbing wuluh untuk berbagai keperluan, termasuk sebagai bahan masakan, obat tradisional, dan bahan pembersih alami (Lisnawati et al., 2020).

1.2.2.3 Kandungan Gizi Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh memiliki kandungan gizi yang cukup beragam meskipun ukurannya relatif kecil. Buah ini mengandung vitamin C dalam jumlah tinggi yang berperan sebagai antioksidan untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan melindungi sel dari kerusakan. Selain itu, belimbing wuluh mengandung vitamin A, vitamin B kompleks, serta mineral penting seperti kalium, kalsium, magnesium, fosfor, dan zat besi. Kandungan seratnya membantu menjaga kesehatan pencernaan dan mengatur penyerapan glukosa dalam tubuh. Belimbing wuluh juga memiliki senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang memberikan efek antiradang dan antimikroba (Purbowo et al., 2022). Berikut tabel 1.2 kandungan zat gizi belimbing wuluh per 100 gr.

Tabel 1.2 Kandungan Zat Gizi Belimbing Wuluh Per 100 Gr

Zat Gizi	Kandungan
Air	94,08 gr
Protein	0,61 gr
Serat	0,60 gr
Abu	0,31 gr
Fosfor (P)	1,01 mg
Besi (Fe)	1,01 mg
Vitamin B1 (Tiamin)	0,01 mg
Vitamin B2 (Riboflavin)	0,02 mg
Vitamin B3 (Niacin)	0,30 mg
Vitamin C (Asam Askorbat)	15,5 mg
Kalium (K)*	98 mg
Kalsium (Ca)*	3 mg
Magnesium (Mg)*	8 mg

*Sumber: Hesthiati et al., 2019; *Mahatir, 2017*

Berdasarkan Tabel 1.2, kandungan zat gizi per 100 gram, belimbing wuluh memiliki kadar air yaitu sebesar 94,08 yang menunjukkan bahwa buah ini memiliki kadar air yang sangat tinggi. Selain itu, belimbing wuluh juga mengandung protein sebesar 0,61 gram, serat sebesar 0,60 gram, serta abu sebesar 0,31 gram. Beberapa mineral yang terkandung dalam belimbing wuluh antara lain fosfor dan besi masing-masing sebesar 1,01 mg. Belimbing wuluh juga mengandung berbagai vitamin seperti vitamin B1 sebesar 0,01 mg, vitamin B2 sebesar 0,02 mg, vitamin B3 sebesar 0,30 mg, serta vitamin C sebesar 15,5 mg. Selain itu, terdapat pula mineral penting lainnya seperti kalium sebesar 98 mg, kalsium sebesar 3 mg, dan magnesium sebesar 8 mg. Kandungan berbagai zat gizi tersebut menunjukkan bahwa belimbing wuluh berpotensi memberikan manfaat kesehatan serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan yang memiliki nilai gizi.

Menurut Mahatir (2017), hasil analisis kandungan mineral pada belimbing wuluh menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) ditemukan bahwa belimbing wuluh segar mengandung kalium sekitar 98 mg/100 gr, kalsium sebesar 3 mg/100 gr, dan magnesium sebesar 8 mg/100 gr. Kandungan kalium yang relatif tinggi dibandingkan mineral lainnya menunjukkan bahwa belimbing wuluh berpotensi berperan dalam membantu regulasi tekanan darah melalui mekanisme keseimbangan elektrolit dan peningkatan ekskresi natrium. Selain itu, keberadaan kalsium dan magnesium meskipun dalam jumlah lebih rendah tetap berkontribusi dalam menjaga fungsi vaskular dan relaksasi otot polos pembuluh darah (Mahatir,

2017). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekayanti & Nurfitriani (2025) bahwa rata-rata tekanan darah sebelum mendapat intervensi pemberian ekstrak buah belimbing wuluh adalah 145,33 mmHg dan setelah pemberian ekstrak buah belimbing wuluh diketahui rata-rata tekanan darah mengalami penurunan menjadi 122 mmHg (Ekayanti & Nurfitriani, 2025).

Asupan kalium, kalsium, dan magnesium yang memadai berperan penting sebagai elektrolit utama dalam tubuh untuk menjaga keseimbangan cairan, tekanan osmotik, serta stabilitas proses fisiologis, termasuk transmisi impuls saraf dan kontraksi otot. Kalium dengan asupan sekitar 3.500–4.700 mg per hari berperan dalam menghambat proses reabsorpsi air dan natrium pada tubulus proksimal ginjal. Penghambatan reabsorpsi tersebut dapat meningkatkan proses diuresis sehingga menurunkan tekanan darah melalui pengurangan volume cairan intravaskular (Rafida et al., 2021). Asupan kalium yang cukup membantu mempertahankan tekanan darah tetap normal, sedangkan kekurangan kalium dapat menyebabkan retensi natrium dan penyempitan pembuluh darah yang berpotensi meningkatkan tekanan darah (Frag et al., 2023).

Asupan kalsium pada kisaran 1.000–1.200 mg per hari berperan memengaruhi kontraksi serta relaksasi otot polos pembuluh darah sehingga membantu menjaga tekanan darah dalam batas normal (Villa-etchegoyen et al., 2019). Asupan kalsium yang memadai dapat menyeimbangkan proses vasokonstriksi dan vasodilatasi, sedangkan kekurangan kalsium berpotensi meningkatkan tekanan darah akibat gangguan regulasi vaskular (Cormick et al., 2022). Magnesium dengan asupan sekitar 300–420 mg per hari berkontribusi sebagai kofaktor berbagai reaksi enzimatik dan pengatur keseimbangan elektrolit, khususnya natrium dan kalsium (Dominguez et al., 2021). Dalam sistem kardiovaskular, magnesium membantu menurunkan resistensi vaskular dan meningkatkan relaksasi otot polos pembuluh darah. Kekurangan magnesium dapat meningkatkan kontraksi pembuluh darah dan mengganggu transmisi impuls saraf, yang pada akhirnya berpotensi meningkatkan tekanan darah (Fiorentini et al., 2021).

Kebutuhan harian total mineral tersebut tidak mencerminkan kandungan mineral dari satu jenis pangan tertentu. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan kalium, kalsium, dan magnesium perlu diperoleh melalui konsumsi berbagai sumber pangan secara beragam. Belimbing wuluh merupakan salah satu pangan yang berperan sebagai sumber pendukung mineral dan berkontribusi dalam pemenuhan kebutuhan harian,

sehingga mendukung pola konsumsi pangan yang seimbang. Efek penurunan tekanan darah akan lebih optimal apabila asupan mineral tersebut tercukupi dan proporsional. Selain itu, efektivitas pengendalian tekanan darah juga dipengaruhi oleh penerapan pola makan rendah natrium (Fitriyana & Karunianingtyas, 2022).

Dalam pangan, kandungan mineral seperti kalium, kalsium, dan magnesium sering ditemukan pada bahan nabati dan dapat mengalami perubahan kadar akibat proses pemanasan. Teknik pengolahan seperti perebusan dan blansing dapat menyebabkan pelarutan kandungan mineral ke dalam media air. Kehilangan mineral ini berpotensi menurunkan nilai gizi pangan terutama pada komoditas yang menjadi sumber utama kalium, kalsium, dan magnesium. Untuk mengetahui kandungan mineral yang hilang akibat pemanasan tersebut secara akurat, maka diperlukan metode analisis yang tepat, salah satunya adalah metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Metode AAS merupakan teknik analisis instrumen untuk mengukur konsentrasi mineral dalam larutan. Metode ini digunakan untuk menentukan kadar mineral seperti kalium, kalsium dan magnesium (Sugito & Setiawan, 2022).

Prinsip AAS didasarkan pada sampel yang diatomisasi melalui nyala atau tungku grafit sehingga atom berada dalam bentuk bebas, kemudian disinari cahaya berpanjang gelombang spesifik yang sesuai dengan mineral yang akan dianalisis. Penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu mencerminkan jumlah atom unsur, sehingga intensitas serapan berbanding lurus dengan konsentrasi mineral dalam sampel. Alat AAS terdiri atas tiga komponen yaitu unit teratomisasi, sumber radiasi, sistem pengukur fotometrik. Keunggulan metode AAS dibandingkan spektrofotometer konvensional lain, yaitu termasuk selektif, batas deteksi rendah, spesifik, biaya analisis relatif murah, metode ini hanya bergantung pada temperatur, pengukuran langsung dilakukan pada sampel dan hasil analisis langsung dapat dibaca. Sementara, kelemahannya, yaitu tidak mampu menguraikan zat menjadi atom (Wahab et al., 2024).

1.2.2.4 Manfaat Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh memiliki berbagai manfaat kesehatan yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. Buah ini dikenal mampu meredakan batuk, sariawan, dan peradangan karena kandungan vitamin C dan senyawa bioaktifnya. Selain itu, belimbing wuluh dapat membantu menurunkan kadar kolesterol melalui kemampuannya menghambat oksidasi lipid. Senyawa flavonoid dalam belimbing wuluh juga berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel

dari kerusakan akibat radikal bebas. Buah ini memiliki efek antimikroba yang membantu mengatasi infeksi ringan, terutama pada saluran pernapasan dan rongga mulut. Karakter asamnya juga sering dimanfaatkan sebagai bahan pembersih alami untuk menghilangkan noda lemak (Aseptianova & Yuliany, 2020).

Belimbing wuluh memberikan manfaat yang signifikan dalam mengatasi hipertensi karena kandungan senyawa aktifnya. Kandungan kalium dalam buah ini membantu menyeimbangkan kadar natrium dalam tubuh, yang merupakan salah satu faktor utama peningkatan tekanan darah. Selain itu, efek diuretik alami belimbing wuluh berperan dalam mengurangi volume cairan berlebih sehingga menurunkan beban kerja jantung. Senyawa flavonoid dan antioksidan lainnya dapat meningkatkan elastisitas pembuluh darah dengan mengurangi stres oksidatif. Efek antiradang juga membantu mencegah terjadinya disfungsi endotel yang dapat memicu peningkatan tekanan darah (Hariadi et al., 2022).

1.2.3. Tinjauan Umum tentang Jahe

1.2.3.1 Deskripsi Jahe

Jahe adalah tanaman herbal dari keluarga *Zingiberaceae* yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bumbu, bahan minuman, serta obat tradisional. Tanaman ini tumbuh subur di daerah beriklim tropis seperti Indonesia, yang menjadi salah satu produsen jahe terbesar di Asia. Masyarakat Indonesia mengolah jahe dalam berbagai bentuk, mulai dari jahe segar, serbuk, manisan, hingga minuman seperti wedang jahe dan bandrek. Jahe dikenal memiliki beragam manfaat kesehatan, termasuk meningkatkan imunitas, meredakan mual, serta menghangatkan tubuh. *Rhizoma* atau rimpangnya menjadi bagian utama yang digunakan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif. Selain itu, jahe sering dijadikan bahan dasar dalam industri jamu dan produk kesehatan alami. Popularitas jahe terus meningkat karena manfaatnya yang luas dan proses budidayanya yang relatif mudah (Laelasari & Syadza, 2022).

Jahe memiliki beberapa jenis utama, yaitu jahe merah, jahe emprit, dan jahe gajah, yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda. Jahe merah memiliki rasa paling pedas dan kandungan minyak atsiri tertinggi, sehingga sering digunakan untuk pengobatan. Jahe emprit memiliki ukuran kecil dengan aroma tajam, sedangkan jahe gajah berukuran besar dan lebih banyak digunakan sebagai bahan kuliner. Variasi jenis ini menjadikan jahe fleksibel untuk berbagai kebutuhan mulai dari industri makanan hingga fitoterapi. Selain perbedaan ukuran dan rasa, kandungan kimianya juga bervariasi sehingga

memengaruhi potensi manfaatnya. Jahe juga memiliki kemampuan adaptasi tinggi sehingga dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi (Lestari et al., 2024).



Gambar 1.2 Jahe

Sumber: Data Sekunder, 2025

1.2.3.2 Taksonomi dan Morfologi Jahe

Jahe merupakan *family Zingiberaceae* yang memiliki klasifikasi ilmiah yang menjelaskan kedudukan serta hubungan kekerabatannya dengan tanaman lain. Berikut taksonomi jahe untuk memberikan gambaran sistematis mengenai posisi tanaman ini dalam hierarki biologis (Azima et al., 2024):

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Trachebionta*
Superdivisio : *Spermatophyta*
Divisio : *Magnoliophyta*
Class : *Liliopsida*
Sub-class : *Commelinidae*
Ordo : *Zingiberales*
Familia : *Zingiberaceae*
Genus : *Zingiber*
Spesies : *Zingiber officinale Roscoe*

Tanaman jahe memiliki ciri morfologi khas berupa rimpang berwarna cokelat kekuningan hingga merah yang menjadi bagian utama untuk konsumsi. Rimpangnya memiliki aroma tajam dan rasa pedas akibat kandungan gingerol dan minyak atsiri. Daun jahe berbentuk memanjang, berwarna hijau, dan tumbuh secara berselang-seling pada batang semu. Bunganya berwarna putih kekuningan dengan tepi kemerahan dan tumbuh dari pangkal rimpang. Selain rimpangnya, daun jahe kadang dimanfaatkan sebagai bahan aroma atau ramuan herbal. Struktur rimpang yang berdaging dan beruas-ruas menjadikan jahe mudah diperbanyak dengan metode vegetatif (Hamidi et al., 2022).

1.2.3.3 Kandungan Jahe

Jahe mengandung berbagai zat gizi penting seperti vitamin B6, vitamin C, dan sejumlah mineral seperti kalium, magnesium, serta mangan. Rimpang jahe juga kaya senyawa bioaktif seperti gingerol, *shogaol*, dan *zingeron* yang berperan sebagai antioksidan dan antiradang. Kandungan seratnya membantu menjaga kesehatan pencernaan dan memperlambat penyerapan glukosa. Minyak atsiri dalam jahe memberikan efek antimikroba yang mendukung sistem kekebalan tubuh. Selain itu, jahe memiliki sifat termogenik yang membantu meningkatkan metabolisme. Komposisi gizi tersebut membuat jahe dikenal sebagai tanaman herbal dengan manfaat luas bagi kesehatan (Harnis et al., 2024). Berikut tabel 1.3 kandungan gizi jahe per 100 gr.

Tabel 1.3 Kandungan Zat Gizi Jahe per 100 Gram

Zat Gizi	Kandungan
Energi	51 kkal
Protein	1,5 gr
Karbohidrat	10,1 gr
Lemak	1 gr
Serat	12 gr
Kalium	441,7 mg
Kalsium	21 mg
Magnesium	45 mg
Fosfor	39 mg
Natrium	12 mg
Vitamin C	4 mg

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI), 2019

Berdasarkan tabel 1.3 kandungan zat gizi per 100 gram, jahe memiliki nilai energi sebesar 51 kkal yang menunjukkan kontribusi energi sedang sebagai bahan pangan maupun bahan tambahan produk. Kandungan karbohidrat sebesar 10,1 gram dan protein 1,5 gram berperan dalam mendukung kebutuhan energi dan fungsi metabolisme tubuh. Jahe juga mengandung lemak dalam jumlah rendah, yaitu 1 gram, sehingga tidak memberikan kontribusi lemak lebih terhadap asupan harian. Kandungan serat yang cukup tinggi yaitu 12 gram menunjukkan potensi jahe dalam mendukung kesehatan saluran cerna dan membantu pengendalian metabolisme. Sementara, jahe mengandung fosfor 39 mg turut mendukung kesehatan tulang dan fungsi fisiologis lainnya. Meskipun kandungan vitamin C relatif rendah (4 mg), secara keseluruhan jahe berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional, terutama untuk

mendukung kesehatan kardiovaskular dan pencegahan hipertensi.

Jahe merupakan bahan pangan yang mengandung mineral penting, terutama kalium, kalsium, dan magnesium, yang berperan dalam pengendalian tekanan darah. Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) tahun 2019, jahe segar memiliki kandungan kalium yang relatif tinggi, yaitu sekitar 441,7 mg per 100 gr. Kalium berperan dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh serta membantu mengatur tekanan darah melalui mekanisme keseimbangan elektrolit. Selain itu, jahe juga mengandung kalsium sekitar 21 mg dan magnesium sekitar 45 mg per 100 gr. Kalsium berperan dalam pengaturan kontraksi dan relaksasi otot polos pembuluh darah, sedangkan magnesium membantu menurunkan resistensi vaskular dan meningkatkan relaksasi pembuluh darah. Kombinasi ketiga mineral tersebut mendukung fungsi vaskular yang berkontribusi dalam penurunan tekanan darah.

Salah satu penelitian yang menguji pengaruh konsumsi jahe terhadap penurunan tekanan darah, yaitu Kristiani & Ningrum (2020) yang menyimpulkan bahwa pemberian minuman jahe sebanyak 100 cc sebanyak lima kali per hari selama lima hari berturut-turut berpengaruh terhadap penurunan tekanan darah pada lansia hipertensi di Posyandu Lansia Surya Kencana Surabaya. Efek antihipertensi jahe berkaitan dengan kandungan senyawa aktif gingerol. Gingerol berperan dalam menghambat saluran kalsium pada sel otot polos pembuluh darah. Penghambatan saluran kalsium tersebut memicu terjadinya vasodilatasi sehingga menurunkan kontraksi otot polos dinding arteri. Penurunan kontraksi pembuluh darah berkontribusi terhadap penurunan tekanan darah. Selain itu, jahe juga mengandung kalium, kalsium, dan magnesium yang berperan menghambat pelepasan renin angiotensin. Mekanisme ini meningkatkan ekskresi natrium dan air sehingga mengurangi volume cairan intravaskular dan menurunkan tekanan darah (Kristiani & Ningrum, 2020).

1.2.3.4 Manfaat Jahe

Jahe merupakan tanaman herbal yang memiliki manfaat kesehatan luas dan telah digunakan secara tradisional diberbagai budaya. Tanaman ini dikenal efektif untuk meredakan mual, meningkatkan pencernaan, dan mengatasi masuk angin. Jahe mengandung senyawa gingerol yang berperan sebagai antiradang dan antioksidan kuat. Selain itu, jahe mampu meningkatkan sistem imun dengan membantu tubuh melawan berbagai mikroorganisme patogen. Jahe juga sering digunakan

untuk meredakan nyeri, termasuk nyeri otot dan nyeri sendi yang berkaitan dengan proses peradangan. Beberapa masyarakat memanfaatkannya sebagai minuman herbal untuk meningkatkan energi dan menjaga stamina (Rembet & Wowor, 2024).

Jahe memiliki peran penting dalam membantu mengontrol hipertensi melalui berbagai mekanisme biologis. Senyawa gingerol dan *shogaol* dalam jahe dapat membantu melebarkan pembuluh darah sehingga menurunkan resistensi perifer. Efek vasodilatasi ini membuat aliran darah menjadi lebih lancar dan menurunkan tekanan darah secara alami. Selain itu, jahe membantu mengurangi aktivitas saraf simpatik yang sering memicu peningkatan tekanan darah. Jahe juga memiliki sifat diuretik ringan yang membantu mengurangi kelebihan natrium dan cairan dalam tubuh. Efek antiradang mendukung kesehatan endotel pembuluh darah sehingga mencegah kekakuan arteri (Nadia, 2020).

1.2.4. Tinjauan Umum tentang Permen Jelly

1.2.4.1 Definisi Permen Jelly

Permen jelly merupakan produk makanan selingan berbentuk padat yang dibuat dari campuran gula, air, dan bahan tambahan pangan seperti pembentuk gel untuk menghasilkan tekstur yang lunak dan elastis. Produk ini umumnya memiliki tampilan jernih, cita rasa yang menarik, serta aroma khas yang disukai konsumen. Komposisi permen jelly secara umum terdiri atas sekitar 45 bagian sari buah dan 55 bagian gula. Kandungan gula yang cukup tinggi berperan dalam pembentukan rasa manis dan tekstur produk. Namun, konsumsi gula secara berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan. Asupan gula yang terlalu sering dapat meningkatkan risiko terjadinya karies gigi. Selain itu, konsumsi sukrosa berlebih juga berpotensi memicu penyakit degeneratif seperti diabetes melitus dan obesitas (Amalia et al., 2021).

Sebagai upaya mengurangi penggunaan sukrosa, salah satu alternatif pemanis yang dapat digunakan adalah *high fructose syrup* (HFS). HFS merupakan pemanis cair yang dihasilkan dari pencampuran glukosa, fruktosa, dan oligosakarida. Bentuknya yang cair memudahkan aplikasi HFS dalam proses pengolahan makanan dan minuman. Selain itu, karakteristik fisik HFS memungkinkan pencampuran yang lebih homogen dalam produk permen jelly. Tingkat kemanisan HFS sekitar 1,8 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa, sehingga penggunaannya dapat mengurangi jumlah gula yang ditambahkan. Penggunaan HFS sebagai substitusi sukrosa juga berpotensi menurunkan risiko gangguan metabolik. Hal ini

disebabkan kandungan oligosakarida dalam HFS yang memberikan respons glikemik lebih rendah dibandingkan sukrosa (Tanjung, 2019).

Salah satu *gelling agent* yang digunakan dalam pembuatan permen jelly adalah gelatin halal. Gelatin halal merupakan protein hasil hidrolisis kolagen yang secara alami terdapat pada tulang atau kulit hewan seperti sapi, domba, atau hewan lainnya yang dianggap halal. Keunggulan utama gelatin halal dibandingkan bahan pembentuk gel lain adalah sifatnya yang *heat reversible*, sehingga dapat mencair saat dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan (Maulina et al., 2024). Permen jelly yang dibuat dengan gelatin halal umumnya memiliki elastisitas lebih tinggi dan tingkat sineresis yang rendah. Dalam proses pembuatan permen jelly, penambahan gelatin halal berfungsi mengurangi tingkat pencairan, namun konsentrasi penggunaannya harus tepat. Jika jumlahnya terlalu sedikit, tekstur permen jelly menjadi kasar, lembek, dan kurang elastis, sedangkan jika terlalu banyak teksturnya menjadi kaku dan sulit dikunyah (Firdaus et al., 2025).

1.2.4.2 Produk Olahan Permen Jelly

Industri pangan terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi pengolahan makanan yang semakin modern. Selain permen jelly, berbagai produk olahan jelly lain seperti jelly siap saji, jelly bubuk (*powder*), dan jelly *drink*. Konsumen dapat menemukan jelly siap saji yang langsung dapat dimakan tanpa proses tambahan. Industri pengolahan juga menghasilkan jelly bubuk yang memudahkan konsumen dalam membuat jelly sesuai selera. Selain itu, jelly *drink* semakin populer sebagai minuman instan dengan tekstur lembut yang digemari berbagai kelompok usia. Produk pangan selalu memiliki syarat mutu yang harus dipenuhi agar produk yang dihasilkan memiliki nilai gizi maupun keamanan yang dapat menjamin keselamatan bagi yang mengkonsumsi.

Adapun persyaratan mutu permen jelly menurut SNI 3547.02-2008 disajikan pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Persyaratan Mutu Permen Jelly Berdasarkan SNI (3547.02-2008)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
1.	Kedadaan		
	- Bau		Normal
	- Rasa		Normal
	- Warna		Normal
	- Tekstur		Normal
2.	Kadar air	% fraksi massa	Max 20

No.	Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
3.	Kadar abu	% fraksi massa	Max 3
4.	Kadar gula reduksi (gula <i>invert</i>)	% fraksi massa	Max 25
5.	Sakarosa	% fraksi massa	Min 27
6.	Cemaran logam		
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Max 2
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	Max 2
	- Timah (Sn)	mg/kg	Max 4
	- Raksa (Hg)	mg/kg	Max 0,03
7.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Max 1
8.	Cemaran mikroba		
	- Bakteri <i>coliform</i>	APM/gr	Max 20
	- <i>E. coli</i>	APM/gr	< 3
	- <i>Salmonella</i>		Negatif/25 gr
	- <i>Staphilococcus aureus</i>	Koloni/gr	Max 1×10^2
	- Kapang dan khamir	Koloni/gr	Max 1×10^2

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2008

Berdasarkan tabel 1.4 persyaratan mutu permen jelly menurut SNI menekankan aspek mutu fisik, kimia, dan keamanan pangan. Secara organoleptik, permen jelly harus memiliki bau, rasa, warna, dan tekstur yang normal agar dapat diterima oleh konsumen. Kadar air dibatasi maksimal 20% untuk menjaga tekstur dan daya simpan produk, sedangkan kadar abu maksimal 3% mencerminkan batas kandungan mineral anorganik. Persyaratan kadar gula menunjukkan bahwa gula reduksi dibatasi maksimal 25% dan sakarosa minimal 27% guna menjaga rasa manis dan karakteristik permen jelly. Dari aspek keamanan, cemaran logam berat seperti timbal, tembaga, timah, raksa, dan arsen dibatasi pada kadar tertentu untuk mencegah risiko kesehatan. Selain itu, cemaran mikroba juga dibatasi ketat, termasuk bakteri patogen dan kapang khamir, untuk menjamin keamanan produk selama dikonsumsi. Dengan demikian, standar ini digunakan untuk memastikan bahwa permen jelly yang dihasilkan memenuhi mutu dan keamanan pangan sesuai ketentuan Badan Standarisasi Nasional.

Tabel 1.5 Hasil Sintesa Penelitian Belimbing Wuluh dan Jahe terhadap Tekanan Darah

No.	Judul (Penulis, Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
1.	Pengaruh Pemberian Kombinasi Jus Belimbing Wuluh dan Madu Terhadap Penurunan Tekanan Darah (Mouliza et al., 2025)	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> pada satu kelompok (<i>one group pre-test post-test</i>). Sampel terdiri dari 12 wanita usia 45-59 tahun yang menderita hipertensi dari wilayah kerja Puskesmas Bagan Asahan, serta digunakan analisis univariat dan bivariat dengan uji <i>wilcoxon</i> .	Konsumsi kombinasi jus belimbing wuluh dan madu secara signifikan menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik.	Mempertimbangkan penggunaan kombinasi jus belimbing wuluh dan madu sebagai pengobatan alternatif dan dukungan untuk menurunkan tekanan darah pada wanita hipertensi.
2.	Pengaruh Pemberian Jus Belimbing Terhadap Tekanan Darah pada Penderita Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Padang (Herlina et al., 2021)	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> . Populasi penelitian seluruh penderita hipertensi yang berkunjung ke Puskesmas Lubuk Buaya Padang bulanan tahun 2019. Digunakan <i>purposive sampling</i> sehingga didapatkan sampel sebanyak 5 orang, kemudian analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat dengan	Pemberian jus belimbing secara rutin selama 7 hari efektif menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik secara signifikan. Tekanan darah rata-rata sebelum pemberian jus di atas 140 mmHg, setelah konsumsi turun menjadi sekitar 137,80 mmHg. Kandungan gizi dalam belimbing seperti kalium, vitamin C, dan serat berperan dalam	Mengintegrasikan terapi jus belimbing sebagai alternatif non-farmakologis dalam pengelolaan hipertensi dan meningkatkan edukasi dan pengembangan program kesehatan untuk mendukung pengelolaan tekanan darah

No.	Judul (Penulis, Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
		uji <i>simple paired t-test</i> dan uji <i>t-test independent</i> .	menurunkan tekanan darah dan meningkatkan kesehatan.	secara alami dan aman.
3.	Implementasi Pemberian Jus Belimbing untuk Menurunkan Tekanan Darah pada Keluarga Penderita Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Kartini Kota Pematang Siantar (Sitepu & Damanik, 2025)	Penelitian kuantitatif dengan pendekatan <i>case report</i> di wilayah kerja Puskesmas Kartini Pematang Siantar, dilakukan selama April hingga Mei 2025. Sampel terdiri dari dua keluarga dengan anggota penderita hipertensi <i>grade 1</i> berjenis kelamin perempuan berusia 39-49 tahun, menggunakan <i>purposive sampling</i> . Menggunakan instrumen berupa lembar observasi, format pengkajian medikal bedah, lembar standar prosedur operasional pemberian jus belimbing, <i>sphygmomanometer</i> dan stetoskop. Penyajian data dilakukan secara manual dengan menampilkan tabel,	Pemberian jus belimbing selama 3 hari dapat menurunkan tekanan darah. Pada keluarga pertama, tekanan darah turun dari 159/90 mmHg menjadi 130/80 mmHg, dan pada keluarga kedua dari 150/90 mmHg menjadi 130/90 mmHg.	Disarankan agar keluarga penderita hipertensi menerapkan pemberian jus belimbing secara bertahap dan berkelanjutan untuk mencapai hasil yang optimal.

No.	Judul (Penulis, Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
		grafik, skema dan bagan secara kategorik.		
4.	Pengaruh Kombinasi Jus Belimbing Wuluh dan Mentimun Terhadap Penurunan Tekanan Darah pada Wanita Dewasa Penderita Hipertensi Rawat Jalan di Kabupaten Bekasi Tahun 2022 (Rahayu et al., 2022)	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>two group pre-test dan post-test</i> . Populasi terdiri dari wanita usia 30-50 tahun sebanyak 56 penderita. Sampel penelitian yang masuk kriteria inklusi dan eksklusi sebanyak 36 orang, serta digunakan analisis data univariat dengan analisis statistik deskriptif dan analisis bivariat dengan uji <i>mann-whitney</i> .	Pemberian kombinasi jus belimbing wuluh dan mentimun secara signifikan menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik pada kedua kelompok, dengan penurunan yang lebih besar pada kelompok eksperimen. Konsumsi rutin selama 7 hari terbukti efektif dalam menurunkan tekanan darah, didukung oleh kandungan vitamin C dan kalium yang membantu meningkatkan keseimbangan cairan dan natrium dalam tubuh.	Diharapkan penderita pasien mengubah perilaku penyebab hipertensi, dan dapat menjadikan terapi ini tambahan pengetahuan dan dapat diterapkan dalam terapi non farmakologis.
5.	Pengaruh Pemberian Air Rebusan Jahe (<i>Zingiber officinale</i>) terhadap Penurunan Tekanan	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>pre-test dan post-test without control group design</i> sebanyak 22 responden yang diambil menggunakan metode <i>simple random sampling</i> kemudian	Pemberian air rebusan jahe putih selama 5 hari secara signifikan menurunkan tekanan darah sistolik dari rata-rata 166,36 mmHg menjadi 105,82 mmHg serta penurunan tekanan darah	Penggunaan air rebusan jahe putih sebagai terapi non-farmakologis untuk mengelola hipertensi, sebagai

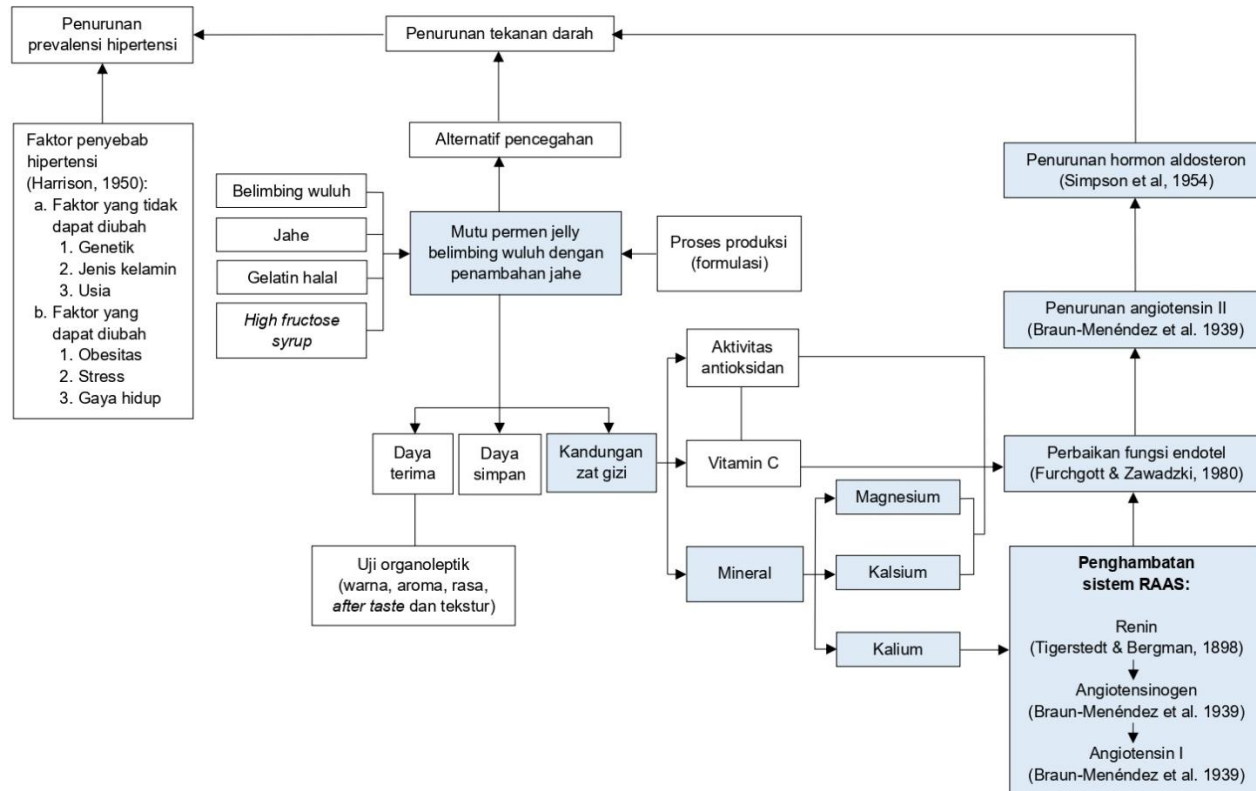
No.	Judul (Penulis, Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
	Darah pada Pasien Hipertensi (Amalina et al., 2024)	dibagi menjadi kelompok intervensi dan kontrol. Menggunakan uji <i>t-test dependent</i> untuk menganalisis data dan instrumen yang digunakan adalah lembar observasi, tensimeter, dan stetoskop. Penelitian ini dilakukan secara <i>door to door</i> .	diastolik. Pada kelompok kontrol, tidak terjadi perubahan signifikan. Kandungan kimia jahe seperti gingerol dan flavonoid diduga berperan dalam vasodilatasi dan pengurangan radikal bebas, yang mendukung efektivitasnya.	alternatif yang aman dan alami.
6.	Pengaruh Air Rebusan Jahe terhadap Penurunan Tekanan Darah pada Lansia dengan Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Tebing (Malianti et al., 2023)	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>control group pretest-posttest</i> , sebanyak 32 orang yang dibagi menjadi kelompok intervensi dan kontrol. Pengumpulan data menggunakan wawancara dan lembar observasi. Menggunakan analisis univariat dan bivariat yaitu uji <i>paired sample t-test</i> .	Terdapat pengaruh signifikan pemberian air rebusan jahe selama 5 hari terhadap penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik. Konsumsi air rebusan jahe sebanyak 100 cc terbukti efektif menurunkan tekanan darah pada lansia hipertensi, berkat kandungan senyawa aktif seperti gingerol, <i>zingerone</i> , dan shogaol yang berperan sebagai vasodilator dan antioksidan.	Penggunaan terapi nonfarmakologis berupa konsumsi rebusan jahe sebagai alternatif yang mudah dan terjangkau untuk mengelola hipertensi pada lansia. Disarankan juga untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang lebih

No.	Judul (Penulis, Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
				kompleks dan sampel yang lebih besar untuk menguatkan temuan ini.
7.	Pemberian Minuman Jahe terhadap Tekanan Darah Penderita Hipertensi di Posyandu Lansia Surya Kencana Bulak Jaya Surabaya (Kristiani & Ningrum, 2020)	Desain kuasi eksperimen dengan pendekatan <i>pretest-posttest</i> , sebanyak 30 responden yang dibagi menjadi kelompok intervensi dan kontrol. Sampel ini diambil menggunakan metode <i>simple random sampling</i> . Instrumen yang digunakan lembar kuesioner dan lembar observasi dan diuji menggunakan uji <i>wilcoxon</i> dan <i>mann-whitney</i> .	Pemberian minuman jahe secara mandiri selama 5 hari secara signifikan menurunkan tekanan darah pada penderita hipertensi lansia. Analisis statistik menunjukkan pengaruh positif dari terapi ini, menjadikannya alternatif pengendalian tekanan darah yang mudah dan terjangkau.	Penggunaan jahe sebagai terapi non-farmakologis untuk hipertensi, meningkatkan pengetahuan tenaga medis tentang manfaat jahe, serta melakukan studi perbandingan dengan terapi lain di masa depan untuk menguatkan temuan.

Berdasarkan tabel 1.5, sintesis dari berbagai penelitian, dapat disimpulkan bahwa belimbing wuluh dan jahe memiliki potensi kuat sebagai terapi nonfarmakologis dalam pengelolaan hipertensi. Beberapa intervensi seperti pemberian jus belimbing wuluh, kombinasi belimbing wuluh dengan madu, serta formulasi bersama mentimun secara konsisten menunjukkan penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik pada berbagai kelompok usia, terutama wanita dewasa dan lansia. Senyawa aktif dalam belimbing wuluh, seperti kalium dan vitamin C, berperan dalam meningkatkan keseimbangan elektrolit dan membantu menurunkan retensi natrium, sehingga mendukung penurunan tekanan darah. Di sisi lain, jahe memberikan efek antihipertensi melalui kandungan gingerol, *shogaol*, dan flavonoid yang bertindak sebagai vasodilator serta antioksidan yang mampu memperbaiki elastisitas pembuluh darah. Berbagai penelitian terkait air rebusan jahe dan minuman jahe juga menunjukkan hasil signifikan dalam penurunan tekanan darah, baik pada kelompok dewasa maupun lansia, sehingga memperkuat bukti efektivitasnya. Secara keseluruhan, hasil-hasil tersebut mengindikasikan bahwa kedua bahan lokal ini berpotensi besar dikembangkan sebagai alternatif terapi nonfarmakologis yang aman, mudah didapat, dan terjangkau. Oleh karena itu, temuan yang dominan pada terapi dalam bentuk minuman ini menekankan perlunya penelitian lanjutan untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan belimbing wuluh dan jahe dalam bentuk produk olahan lain seperti permen jelly dapat berkontribusi terhadap pencegahan dan pengendalian hipertensi melalui kandungan mineral yang dimilikinya.

1.3. Kerangka Teori

Berdasarkan uraian teori, ditetapkan modifikasi model kerangka teori penelitian yang mengacu pada beberapa penelitian Widiawanto & Aminuddin (2015), Harrison, T. R. (1950), Tigerstedt, R., & Bergman, P. G. (1898), Braun-Menéndez et al. (1939), Furchgott, R. F., & Zawadzki, J. V. (1980), dan Simpson et al. (1954).



Gambar 1.3 Kerangka Teori

Pada gambar 1.3, secara keseluruhan menguraikan bahwa hipertensi merupakan kondisi peningkatan tekanan darah yang dipengaruhi oleh faktor yang tidak dapat diubah, seperti genetik, jenis kelamin, dan usia, serta faktor yang dapat diubah, meliputi obesitas, stres, dan gaya hidup. Salah satu upaya pencegahan yang diusulkan adalah pengembangan alternatif pangan fungsional berupa permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe. Produk ini diformulasikan menggunakan bahan pendukung seperti gelatin halal dan *high fructose syrup* untuk menghasilkan permen jelly yang stabil dan dapat diterima. Proses pengembangan dilakukan melalui tahapan formulasi yang selanjutnya dievaluasi berdasarkan uji organoleptik, daya terima, dan daya simpan. Selain itu, analisis zat gizi dilakukan untuk mengkaji kandungan senyawa aktif, khususnya mineral. Kandungan mineral seperti kalium, kalsium, dan magnesium berperan dalam menjaga fungsi endotel pembuluh darah yang berkaitan dengan sistem renin angiotensin aldosteron (RAAS). Oleh karena itu, permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe diharapkan dapat berperan sebagai alternatif pangan fungsional dalam membantu tekanan darah.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa kadar kalium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe?
2. Berapa kandungan kalsium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe?
3. Berapa kandungan magnesium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe?

1.5. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi mineral (kalium, kalsium, dan magnesium) pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisis kandungan kalium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.
- b. Untuk menganalisis kandungan kalsium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.
- c. Untuk menganalisis kandungan magnesium pada produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini memberikan manfaat ilmiah dengan memperkaya pengetahuan mengenai kandungan mineral penting, yaitu kalium, kalsium, dan magnesium, pada permen jelly berbahan dasar belimbing wuluh dengan penambahan jahe, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan pangan fungsional untuk pencegahan hipertensi.

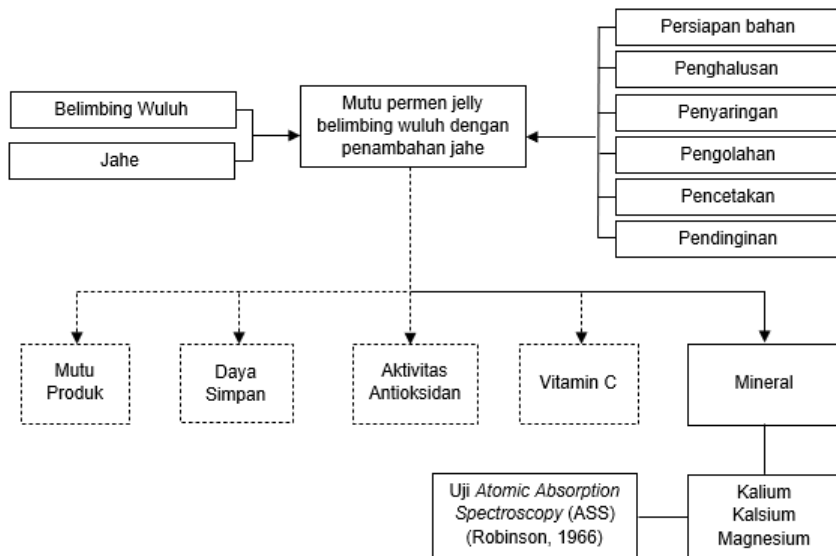
2. Manfaat Institusi

Penelitian ini bermanfaat bagi lembaga pendidikan maupun laboratorium terkait sebagai acuan dalam mengembangkan kajian serupa serta memperluas inovasi pemanfaatan bahan pangan lokal. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi instansi kesehatan dan pelaku industri pangan dalam merumuskan produk pangan fungsional yang sehat dan berbasis komoditas lokal.

3. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan pengalaman ilmiah bagi peneliti dalam melakukan analisis laboratorium dan mengembangkan produk pangan fungsional, sekaligus menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama menuntut ilmu.

1.7. Kerangka Konsep



Gambar 1.4 Kerangka Konsep

1.8. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1.6 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala
Permen Jelly Belimbing Wuluh dengan Penambahan Jahe	Makanan kudapan berbahan dasar belimbing wuluh dengan penambahan jahe yang kaya kandungan mineral (kalium, kalsium, dan magnesium)	-	-	-
Analisis Kandungan Mineral	Pengukuran kandungan mineral, yaitu kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg), pada sampel permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe untuk dianalisis di laboratorium menggunakan metode yang sesuai	Uji <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS) (Robinson, 1966)	Nilai konsentrasi mineral (mg/kg) yang terdeteksi pada sampel.	Rasio

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini melibatkan tiga mahasiswa S1, yaitu Nur Ainun Meirani, Besse Nazwa Syairah, dan Rahmadhani Anwari Putri. Formula terpilih produk permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe dari uji organoleptik yang dilakukan oleh Nur Ainun Meirani, kemudian diuji kandungan mineral (kalium, kalsium, dan magnesium) melalui analisis laboratorium.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Analisis kandungan mineral dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Terpadu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Adapun penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2026.

2.3 Alat, Bahan, dan Prosedur Penelitian

2.3.1 Penelitian Pendahuluan

Tahapan pendahuluan dilakukan pembuatan permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe, kemudian dilakukan uji organoleptik untuk mendapatkan formula terpilih berdasarkan tingkat kesukaan panelis.

1. Formulasi Permen Jelly

Penelitian pendahuluan dilakukan melalui proses produksi permen jelly berbahan dasar belimbing wuluh dengan memodifikasi prosedur dari penelitian sebelumnya oleh Fatmawati et al., (2022) dan Agusfiansyah et al., (2023). Formulasi ini bertujuan menghasilkan permen jelly sesuai standar mutu yang berlaku. Berikut ini proses formulasi permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.

a. Alat

Timbangan digital, mangkok, baskom, pisau, talenan, *blender*, *mixer*, saringan, sendok, panci, gelas ukur, kompor, spatula silikon, *whisk*, cetakan permen silikon, termometer, dan kulkas.

b. Bahan

Belimbing wuluh yang digunakan merupakan buah yang berusia sekitar $\pm 4-6$ minggu setelah pembungaan, yang ditandai dengan warna kulit hijau kekuningan. Sementara itu, jahe yang digunakan diperkirakan berusia sekitar $\pm 8-11$ bulan dengan ciri-ciri beraroma pedas segar, tidak berwarna kehitaman, tidak lunak, dan tidak menunjukkan tanda-tanda keriput. Selain itu, bahan lain yang digunakan dalam pembuatan permen jelly adalah air, gelatin halal, dan *High Fructose Syrup* (HFS).

- c. Prosedur Kerja Formula Kontrol (F1)
 - 1) Dimasukkan air sebanyak 80 ml ke dalam panci, kemudian ditambahkan HFS sebanyak 66 ml
 - 2) Dipanaskan air yang sudah dicampurkan HFS pada suhu $\pm 60 - 70^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk perlahan.
 - 3) Ditambahkan gelatin halal sebanyak 33 gr ke dalam HFS yang telah dipanaskan, kemudian diaduk hingga homogen.
 - 4) Setelah masak, diibagi menjadi dua adonan permen jelly dengan perbandingan yang sama,
 - 5) Disisihkan adonan pertama (tanpa perlakuan *mixer*).
 - 6) Untuk adonan kedua di *mixer* menggunakan *mixer* dengan kecepatan sedang hingga mengembang.
 - 7) Dituang adonan kedua ke dalam cetakan dan didiamkan pada suhu ruang hingga mengeras.
 - 8) Dituangkan adonan pertama (tanpa perlakuan *mixer*) ke dalam cetakan, sebagai lapisan kedua dan didiamkan pada suhu ruang hingga mengeras.
 - 9) Disimpan dalam kulkas ($\pm 10 - 15^{\circ}\text{C}$) permen jelly yang telah mengeras selama ± 20 menit untuk pemantapan tekstur.
- d. Prosedur Kerja Permen Jelly Belimbing Wuluh dengan Penambahan Jahe
 - 1) Dicuci bersih dan dipotong-potong buah belimbing wuluh segar, kemudian dimasukkan ke dalam *blender*.
 - 2) Dikupas jahe dan dipotong-potong, kemudian dimasukkan ke dalam *blender*,
 - 3) Ditambahkan air sebanyak 50 ml ke dalam *blender* hingga diperoleh sari belimbing wuluh dengan penambahan jahe.
 - 4) Disaring sari belimbing wuluh dengan penambahan jahe untuk memisahkan ampas, kemudian dipanaskan pada suhu $\pm 60 - 70^{\circ}\text{C}$.
 - 5) Ditambahkan HFS ke dalam sari belimbing wuluh dengan penambahan jahe yang telah dipanaskan, kemudian diaduk hingga homogen
 - 6) Dimasukkan gelatin halal ke dalam adonan, lalu diaduk hingga seluruh bahan tercampur merata.
 - 7) Setelah masak, diibagi menjadi dua adonan permen jelly dengan perbandingan yang sama.
 - 8) Disisihkan adonan pertama (tanpa perlakuan *mixer*).
 - 9) Untuk adonan kedua di *mixer* menggunakan *mixer* dengan kecepatan sedang hingga mengembang.
 - 10) Dituang adonan kedua ke dalam cetakan dan didiamkan pada suhu ruang hingga mengeras.

11) Dituangkan adonan pertama (tanpa perlakuan *mixer*) ke dalam cetakan, sebagai lapisan kedua dan didiamkan pada suhu ruang hingga mengeras.

12) Disimpan dalam kulkas ($\pm 10 - 15^{\circ}\text{C}$) permen jelly yang telah mengeras selama ± 20 menit untuk pemantapan tekstur.

Berikut disajikan tabel 2.1 formulasi permen jelly dengan formula kontrol dan formula perlakuan yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2.1 Formula Permen Jelly Belimbing Wuluh dengan Penambahan Jahe

Bahan	Kode Formula			
	F1	F2	F3	F4
Belimbing wuluh	-	64%	59%	54%
Jahe	-	5%	10%	15%
Gelatin halal	33,67%	17%	17%	17%
<i>High fructose syrup</i>	66,32%	14%	14%	14%

2. Uji Organoleptik

Dasar pelaksanaan uji organoleptik menggunakan hasil dari formulasi permen jelly untuk memperoleh formula permen jelly belimbing wuluh terpilih berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap karakteristik sensori, meliputi warna, aroma, rasa, *after taste* dan tekstur. Berikut ini proses uji organoleptik pada permen jelly dengan formula kontrol dan formula perlakuan belimbing wuluh dengan penambahan jahe.

a. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah alat tulis, lembar penilaian, dan plastik pembungkus sampel.

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi sampel permen jelly dengan formula kontrol, sampel permen jelly formula perlakuan belimbing wuluh dengan penambahan jahe, air mineral, serta *cracker*.

c. Prosedur Kerja

- 1) Diuji 4 sampel dengan nomor sampel F1, F2, F3, dan F4 yang telah disiapkan oleh peneliti.
- 2) Dibagikan kuesioner kepada panelis oleh peneliti.
- 3) Dijelaskan prosedur uji kepada panelis oleh peneliti, dengan cara panelis diminta mencicipi langsung sampel permen jelly yang telah disediakan, kemudian pendapat diberikan terkait produk melalui pemberian skor pada kuesioner. Setiap mencicipi satu sampel, panelis diminta

meminum air mineral yang telah disediakan untuk menetralkan rasa.

- 4) Dilakukan uji organoleptik oleh panelis.
- 5) Diisi kuesioner oleh panelis yang berisi penilaian terhadap masing-masing formulasi.

2.3.2 Penelitian Utama

Formula terpilih dari penelitian pendahuluan, yaitu uji organoleptik selanjutnya dianalisis kandungan mineral (kalium, kalsium, dan magnesium). Analisis kandungan mineral ini bertujuan untuk mengetahui potensi permen jelly belimbing wuluh sebagai produk pangan fungsional untuk hipertensi. Adapun analisis kandungan mineral (kalium, kalsium, dan magnesium) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), yaitu sebagai berikut.

1. Analisis Kandungan Kalium (K) (Sumber: *Ishak et al., 2024*)

a. Alat

Alat yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah alat *Atom Absorption Spectrophotometer* (AAS), cawan porselen, tanur, lemari asam, *hotplate*, pipet tetes, pipet ukur, *bulb*, gelas ukur, gelas *beaker*, corong, batang pengaduk, sendok, kertas saring *Whatmann no. 41*, lumpang dan alu, oven, dan eksikator.

b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah sampel produk dari formula terpilih permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe, *aquades*, HCl 5%, dan HNO₃.

c. Prosedur Kerja

- 1) Cawan porselen yang telah bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
- 2) Cawan porselen didinginkan didalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang (gram).
- 3) Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dalam cawan porselen (berat cawan + sampel = b gram).
- 4) Cawan porselen yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur listrik untuk penetapan kadar air.
- 5) Suhu tanur diatur hingga 600°C, lalu dibiarkan selama 3 jam hingga menjadi abu.
- 6) Sampel ditunggu hingga agak dingin, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit.
- 7) Ditambahkan HNO₃ dan dimasukkan ke dalam tanur selama 15 menit
- 8) Sebanyak 3 – 5 ml HCl pekat ditambahkan ke dalam cawan porselen yang berisi abu.

- 9) Sampel diencerkan dengan *aquades* sebanyak 50 mL hingga mendekati bibir cawan, lalu dibiarkan selama 24 jam.
- 10) Dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian bilas dengan *aquades* hingga tanda garis lalu kocok hingga homogen.
- 11) Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam botol.
- 12) Larutan sampel diinjeksikan ke alat AAS.
- 13) Dibuat kurva kalium untuk dianalisis.
- 14) Konsentrasi kandungan kalium dihitung berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi larutan pada alat AAS. Rumus perhitungan kadar kalium:

Persamaan 2.1

$$K = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

Keterangan:

K = Kadar kalium (mg/gr)

C = Konsentrasi larutan sampel (ppm)

V = Volume larutan (ml)

F = Faktor pengenceran

B = Berat sampel (gr)

2. Analisis Kandungan Kalsium (Ca) (Sumber: Sari et al., 2025)

a. Alat

Alat yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah alat *Atom Absorption Spectrophotometer* (AAS), cawan porselen, tanur, lemari asam, *hotplate*, pipet tetes, pipet ukur, *bulb*, gelas ukur, gelas *beaker*, corong, batang pengaduk, sendok, kertas saring *Whatmann no. 41*, lumpang dan alu, oven, dan eksikator.

b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah sampel produk dari formula terpilih permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe, *aquades*, HCl 5%, dan HNO₃.

c. Prosedur Kerja

- 1) Cawan porselen yang telah bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
- 2) Cawan porselen didinginkan didalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang (gram).
- 3) Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dalam cawan porselen (berat cawan + sampel = b gram).
- 4) Cawan porselen yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur listrik untuk penetapan kadar air.

- 5) Suhu tanur diatur hingga 600°C, lalu dibiarkan selama 3 jam hingga menjadi abu.
 - 6) Sampel ditunggu hingga agak dingin, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit.
 - 7) Ditambahkan HNO₃ dan dimasukkan ke dalam tanur selama 15 menit
 - 8) Sebanyak 3 – 5 ml HCl pekat ditambahkan ke dalam cawan porselen yang berisi abu.
 - 9) Sampel diencerkan dengan *aquades* sebanyak 50 mL hingga mendekati bibir cawan, lalu dibiarkan selama 24 jam.
 - 10) Dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian bilas dengan *aquades* hingga tanda garis lalu kocok hingga homogen.
 - 11) Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam botol.
 - 12) Larutan sampel diinjeksikan ke alat AAS.
 - 13) Dibuat kurva kalium untuk dianalisis.
 - 14) Konsentrasi kandungan kalium dihitung berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi larutan pada alat AAS.
- Rumus perhitungan kadar kalsium:

Persamaan 2.2

$$Ca = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

Keterangan:

Ca = Kadar kalsium (mg/gr)

C = Konsentrasi larutan sampel (ppm)

V = Volume larutan (ml)

F = Faktor pengenceran

B = Berat sampel (gr)

3. Analisis Kandungan Magnesium (Mg) (Sumber: Daulay et al., 2020)

a. Alat

Alat yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah alat *Atom Absorption Spectrophotometer* (AAS), cawan porselen, tanur, lemari asam, *hotplate*, pipet tetes, pipet ukur, *bulb*, gelas ukur, gelas *beaker*, corong, batang pengaduk, sendok, kertas saring *Whatmann no. 41*, lumpang dan alu, oven, dan eksikator.

b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk analisis kandungan kalium adalah sampel produk dari formula terpilih permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe, *aquades*, HCl 5%, dan HNO₃.

c. Prosedur Kerja

- 1) Cawan porselen yang telah bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
 - 2) Cawan porselen didinginkan didalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang (gram).
 - 3) Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dalam cawan porselen (berat cawan + sampel = b gram).
 - 4) Cawan porselen yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur listrik untuk penetapan kadar air.
 - 5) Suhu tanur diatur hingga 600°C, lalu dibiarkan selama 3 jam hingga menjadi abu.
 - 6) Sampel ditunggu hingga agak dingin, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit.
 - 7) Ditambahkan HNO₃ dan dimasukkan ke dalam tanur selama 15 menit
 - 8) Sebanyak 3 – 5 ml HCl pekat ditambahkan ke dalam cawan porselen yang berisi abu.
 - 9) Sampel diencerkan dengan *aquades* sebanyak 50 mL hingga mendekati bibir cawan, lalu dibiarkan selama 24 jam.
 - 10) Dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian bilas dengan *aquades* hingga tanda garis lalu kocok hingga homogen.
 - 11) Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam botol.
 - 12) Larutan sampel diinjeksikan ke alat AAS.
 - 13) Dibuat kurva kalium untuk dianalisis.
 - 14) Konsentrasi kandungan kalium dihitung berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi larutan pada alat AAS.
- Rumus perhitungan kadar magnesium:

Persamaan 2.3

$$Mg = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

Keterangan:

Mg = Kadar magnesium (mg/gr)

C = Konsentrasi larutan sampel (ppm)

V = Volume larutan (ml)

F = Faktor pengenceran

B = Berat sampel (gr)

2.4 Pengumpulan Data

2.4.1 Data Primer

Data primer diperoleh melalui hasil analisis kandungan mineral (kalium, kalsium, dan magnesium) yang dilakukan di laboratorium pada formula terpilih permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe.

2.4.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui hasil kajian literatur pada penelitian terdahulu, buku, serta situs web resmi.

2.5 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh melalui uji organoleptik diolah menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney*. Analisis data yang digunakan berupa analisis deskriptif yakni untuk mengetahui kadar zat gizi mineral utama pada permen jelly belimbing wuluh dengan penambahan jahe yang terdiri atas kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg). Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan *Microsoft Excel*.

2.6 Penyajian Data

Data hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi guna memperjelas penjabaran hasil penelitian.