

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan kadar glukosa darah tinggi yang berlangsung lama akibat gangguan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Penyakit ini diklasifikasikan menjadi empat jenis utama, yaitu diabetes tipe 1, tipe 2, gestasional, dan jenis spesifik lainnya. Dari keempat jenis tersebut, diabetes melitus tipe 2 merupakan bentuk yang paling umum dan disebabkan oleh resistensi insulin disertai gangguan sekresi insulin relatif. Kondisi ini sering terjadi pada usia dewasa serta berhubungan erat dengan obesitas dan gaya hidup tidak sehat (Kumar et al., 2020) (Kumar et al., 2020).

Berdasarkan data dari International Diabetes Federation (IDF), pada tahun 2024 sekitar 1 dari 9 orang dewasa (usia 20–79 tahun) atau sekitar 589 juta orang di dunia hidup dengan diabetes, dan jumlah ini diproyeksikan meningkat hingga mencapai 853 juta pada tahun 2050. Kawasan Pasifik Barat mencatat jumlah penyandang diabetes sebanyak 215 juta orang dewasa dengan prevalensi regional sebesar 12,4%, dan Indonesia sendiri berada di posisi lima besar negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi di kawasan Pasifik Barat, menandakan kontribusi yang signifikan terhadap beban penyakit ini serta pentingnya penerapan strategi pencegahan dan intervensi berbasis gaya hidup sehat (IDF, 2025). Menurut data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, prevalensi diabetes melitus di Indonesia masih cukup tinggi. Secara umum, prevalensi diabetes untuk semua kelompok umur berdasarkan diagnosis dokter tercatat sebesar 1,7%, sedangkan pada kelompok usia  $\geq 15$  tahun meningkat menjadi 2,2%. Jika dilihat berdasarkan pemeriksaan gula darah, prevalensi diabetes pada kelompok usia produktif (18–59 tahun) mencapai 10,0%, namun berdasarkan diagnosis dokter hanya 1,6%, yang menunjukkan kesenjangan besar antara hasil pemeriksaan laboratorium dan deteksi klinis. Sementara itu, pada kelompok usia lanjut ( $\geq 60$  tahun), prevalensi diabetes berdasarkan pemeriksaan gula darah mencapai 24,3%, sedangkan berdasarkan diagnosis dokter hanya 6,5%. Jenis yang paling banyak ditemukan di masyarakat adalah diabetes melitus tipe 2 (DMT2), yaitu 52,1% dari total penderita pada kelompok usia produktif dan 48,9% pada kelompok usia lanjut (SKI, 2023).

Faktor risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 (DMT2) terbagi menjadi dua kelompok, yaitu faktor yang tidak dapat dimodifikasi dan yang dapat dimodifikasi. Faktor yang tidak dapat dimodifikasi meliputi usia, jenis kelamin, serta riwayat keluarga dengan diabetes. Peningkatan usia berkaitan dengan penurunan sensitivitas insulin dan disfungsi sel  $\beta$  pankreas, sedangkan riwayat keluarga menunjukkan adanya peran predisposisi genetik. Faktor yang dapat dimodifikasi meliputi obesitas, pola makan tidak sehat, kurang aktivitas fisik, hipertensi, dislipidemia, dan gaya hidup sedentari (Nasution et al., 2021). Obesitas, terutama lemak viseral, merupakan faktor utama yang memicu resistensi insulin.

Selain itu, pola makan tinggi kalori, tinggi lemak jenuh, dan rendah serat memperburuk kontrol glikemik. Kurangnya aktivitas fisik menurunkan penggunaan glukosa oleh otot, sementara urbanisasi dan perubahan pola hidup modern juga berkontribusi terhadap peningkatan risiko DMT2 (Strati et al., 2024a).

Masalah kesehatan ini memerlukan penanganan jangka panjang dan komprehensif. Jenis terapi farmakologis umumnya dapat menimbulkan efek samping seperti hipoglikemia, toksisitas hati, dan peningkatan berat badan (Raydian et al., 2017). Salah satu upaya pencegahan dan pengendalian diabetes yang banyak dilakukan oleh masyarakat adalah melalui pemanfaatan pengobatan tradisional, khususnya penggunaan tanaman obat. Berdasarkan hasil penelitian etnofarmakologi yang dilakukan oleh Base & Noena (2020), terdapat sepuluh jenis tanaman yang dimanfaatkan masyarakat sebagai obat tradisional untuk pengobatan diabetes melitus, di antaranya daun salam, daun sirsak, daun binahong, daun kersen, buah jambu biji, daun srikaya, daun maja, daun kelor, jahe, daun sukun, dan kulit kayu manis. Tanaman-tanaman tersebut umumnya diolah melalui metode perebusan atau penyeduhan, kemudian dikonsumsi sebagai ramuan herbal, dengan beberapa di antaranya terbukti secara *in vitro* maupun *in vivo* memiliki efek menurunkan kadar glukosa darah. Dari berbagai jenis tanaman tersebut, jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) dan daun sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan tanaman yang tergolong banyak digunakan karena kandungan bioaktifnya telah banyak diteliti memiliki aktivitas antidiabetes (Base & Noena, 2020).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa daun sukun (*Artocarpus altilis*) memiliki potensi sebagai alternatif pencegahan diabetes mellitus tipe 2 karena mengandung senyawa antihiperqlikemik seperti flavonoid, asam hidrosianat, asetilkolin, kalium, tanin, dan riboflavin. Flavonoid berperan dalam mengurangi radikal bebas dan meningkatkan fungsi sel pankreas dalam mensekresi insulin, sehingga membantu menurunkan kadar glukosa darah. Daun sukun juga diketahui memiliki kandungan aktif seperti *Gamma Amino Butyrat Acid* (GABA) dan inhibitor  $\alpha$ -glukosidase, yang telah terbukti memberikan efek antidiabetes pada uji hewan (Djabir et al., 2021). Selain itu, terdapat juga penelitian yang menunjukkan bahwa daun sukun mengandung berbagai mineral penting seperti kalium, kalsium, dan magnesium yang turut mendukung aktivitas fisiologis tubuh (Niwele et al., 2022). Penelitian lainnya menjelaskan bahwa daun sukun mengandung flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan dan dapat meningkatkan sensitivitas insulin serta melindungi sel  $\beta$  pankreas dari stres oksidatif (Yumni et al., 2021).

Efektivitas daun sukun dalam menurunkan kadar gula darah juga didukung oleh studi yang menemukan bahwa kandungan fenolik dan flavonoid mampu memperbaiki metabolisme glukosa dan mengurangi resistensi insulin. Rebusan daun sukun telah lama digunakan secara empiris sebagai obat tradisional untuk mengatasi penyakit degeneratif, termasuk diabetes. Potensi pengembangan daun sukun sebagai fitofarmaka atau minuman herbal modern semakin diperkuat

oleh tingkat keamanannya yang relatif tinggi dan toksisitas rendah (Makmun et al., 2022). Selain itu, penelitian terbaru menunjukkan bahwa ekstrak daun sukun dalam bentuk kapsul memiliki manfaat tambahan, yaitu membantu menurunkan tekanan darah pada penderita obesitas dengan hipertensi, dengan risiko efek samping yang minimal (Jariah et al., 2024).

Jahe (*Zingiber officinale*) memiliki kandungan aktif utama berupa gingerol, shogaol, zingeron, flavonoid, dan oleoresin yang berperan penting dalam mekanisme antidiabetes. Gingerol dan shogaol sebagai senyawa fenolik memiliki aktivitas antidiabetik, antiinflamasi, dan antioksidan yang membantu menurunkan kadar glukosa darah melalui peningkatan sensitivitas insulin serta penurunan resistensi insulin. Sifat antioksidan tersebut juga berfungsi mereduksi stres oksidatif akibat hiperglikemia sehingga mencegah kerusakan sel  $\beta$  pankreas dan menurunkan risiko komplikasi diabetes. Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa pemberian jahe mampu menurunkan kadar glukosa plasma, kolesterol, serta trigliserida secara signifikan (Suharto et al., 2019). Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) merupakan salah satu jenis jahe yang digunakan sebagai obat tradisional dan banyak dimanfaatkan sejak dahulu (Maulida et al., 2023). Rimpangnya memberikan rasa pedas dan sensasi hangat serta digunakan dalam berbagai resep masakan (Verawati et al., 2021). Kandungan senyawanya bermanfaat untuk menambah selera makan, mengatasi influenza, melegakan pernapasan, bersifat karminatif, mengurangi inflamasi, serta mengatasi diare dan berbagai penyakit infeksi (Masniah et al., 2021).

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) memiliki potensi signifikan dalam menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus tipe 2. Senyawa aktif seperti gingerol, shogaol, paradol, dan zingeron berperan dalam meningkatkan transportasi glukosa serta toleransi terhadap resistensi insulin. Mekanisme kerja jahe melibatkan peningkatan fungsi sel pankreas melalui stimulasi pembentukan insulin, aktivasi enzim metabolisme glukosa, serta peningkatan sensitivitas insulin. Jahe juga menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase dan  $\alpha$ -amilase di usus sehingga mengurangi penyerapan glukosa dari karbohidrat kompleks. Kandungan antioksidan di dalamnya berfungsi mengurangi stres oksidatif dan radikal bebas serta memperbaiki metabolisme lipid dengan menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida. Dengan demikian, jahe berpotensi sebagai terapi non-farmakologis yang efektif dalam pengelolaan diabetes mellitus tipe 2 (Rembet & Wowor, 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Fadila (2020) menunjukkan bahwa kombinasi daun sukun dan jahe merah dapat menghasilkan mutu sensoris yang lebih baik serta dapat meningkatkan potensi fungsional produk (Fadila, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ulandari et al (2023) menunjukkan bahwa kandungan antioksidan dalam daun sukun dapat menghambat transport glukosa di saluran gastrointestinal serta merangsang sekresi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas sehingga menurunkan kadar glukosa puasa secara signifikan (Ulandari et al., 2023). Sementara itu, jahe merah menunjukkan efek anti-inflamasi dan peningkatan sensitivitas insulin melalui aktivasi jalur AMPK/PI3K dan penurunan

mediator inflamasi seperti TNF- $\alpha$  dan CRP, sehingga memperbaiki pengambilan glukosa oleh sel target (Paudel et al., 2025; Zhu et al., 2018). Sehingga kombinasi daun sukun dan jahe merah berpotensi memberikan efek sinergis dalam pencegahan penyakit DMT2, sebab dapat menjadi salah satu alternatif dalam melakukan intervensi berbasis bahan alam yang bekerja pada jalur patofisiologis utama, yakni tidak hanya mengatasi gejala tetapi menargetkan modulasi stres oksidatif, pengendalian glukosa postprandial, serta pencegahan inflamasi kronik yang berkontribusi pada resistensi insulin (Zhang et al., 2022).

Suatu bahan pangan dikatakan aman jika memenuhi standar keamanan pangan sehingga mencegah pangan dari kemungkinan adanya bahaya, baik bahaya biologis, kimia, fisik dan benda lain yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Keamanan pangan juga tidak dapat terlepas dari sanitasi pangan yaitu upaya pencegahan terhadap kemungkinan bertumbuh dan berkembangbiaknya mikroba patogen dalam pangan, peralatan dan bangunan yang dapat membahayakan kesehatan (Hartadi et al., 2023). Adanya bahaya dalam suatu bahan pangan dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan orang yang mengonsumsinya. Bahaya pangan sering disebut juga sebagai cemaran atau kontaminan pangan, yaitu segala bentuk zat atau agen yang dapat mengganggu keamanan dan kelayakan pangan. Secara umum, bahaya pangan dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu bahaya biologis, bahaya fisik, dan bahaya kimia. Untuk menjamin keamanan konsumsi, bahan pangan harus bebas dari ketiga jenis kontaminasi tersebut agar tidak menimbulkan efek merugikan bagi kesehatan manusia (Yulianti et al., 2022).

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi mutu yang menyeluruh, meliputi aspek fisik, kimia, biologis, dan mikrobiologis, sesuai dengan ketentuan dalam pedoman Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB) yang diatur oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Parameter evaluasi tersebut mencakup uji identitas bahan, kadar air, kadar abu, pH, karakteristik organoleptik, serta pemeriksaan kontaminan mikroba, logam berat, residu pelarut, pestisida, dan aflatoksin. Selain itu, uji keseragaman sediaan, potensi zat aktif, kandungan senyawa bioaktif, bioavailabilitas, dan uji stabilitas juga merupakan bagian integral dari proses pengujian untuk memastikan kualitas produk. Keseluruhan prosedur ini bertujuan untuk menjamin bahwa produk pengobatan alami yang dihasilkan tidak hanya aman dikonsumsi tetapi juga efektif dalam memberikan manfaat terapeutik yang optimal (Ningrat et al., 2025).

Kerusakan bahan pangan umumnya disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu kerusakan kimia dan kerusakan biologis. Kerusakan kimia terjadi akibat reaksi-reaksi kimia dalam bahan itu sendiri, seperti oksidasi, hidrolisis, dan reaksi enzimatik, yang dapat mengubah komposisi kimia seperti kadar air, karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin, dan pigmen (Adriani, 2022). Semakin tinggi kadar air suatu bahan, maka semakin besar kemungkinan terjadinya kerusakan akibat aktivitas biologis maupun reaksi fisikokimia. Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting karena berpengaruh terhadap penampakan, tekstur, serta cita rasa bahan pangan. Selain itu, kadar air juga

menentukan tingkat kesegaran dan daya awet suatu produk. Kandungan air yang tinggi akan mempermudah pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir yang dapat menyebabkan perubahan pada bahan pangan (Atmaja et al., 2022). Oleh karena itu, salah satu upaya penting dalam mencegah kerusakan pangan adalah dengan menurunkan kadar air. Pengurangan kandungan air dapat menghambat pertumbuhan mikroba perusak dan memperlambat reaksi fisikokimia yang berpotensi menurunkan mutu bahan pangan (Ningrat et al., 2025).

Penentuan kadar air umumnya dilakukan menggunakan metode oven atau metode pengeringan (*thermogravimetri*). Metode ini memiliki prinsip bahwa air yang terkandung dalam bahan pangan akan menguap apabila dipanaskan pada suhu 105°C selama beberapa waktu dan dilakukan perhitungan. Selisih antara berat awal dan berat akhir menjadi jumlah kadar air dalam suatu pangan. Namun metode ini tidak sembarangan dilakukan. Ketelitian dan ketepatan nilai penentuan kadar air dengan metode oven ini menjadi acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan diperlukan waktu yang lama untuk melakukan hal tersebut. Adapun metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan kadar air suatu pangan yaitu metode destilasi (*thermovolumetri*), metode fisis, dan metode kimiawi (*Karl Fischer Method*) (Prasetyo et al., 2020).

Pengujian kadar air pada bahan herbal memiliki peranan penting dalam mempertahankan stabilitas serta efektivitas senyawa bioaktif antidiabetes, khususnya pada bahan seperti daun sukun (*Artocarpus altilis*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*). Sebelum dipanen, tanaman berada dalam sistem biologis aktif di mana proses fotosintesis dan biosintesis berlangsung melalui katalisis enzimatis untuk membentuk berbagai metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan alkaloid. Namun, setelah tanaman dipanen dan terpisah dari jaringan induknya, aktivitas fotosintesis dan biosintesis terhenti, sementara sebagian enzim masih dapat beraktivitas apabila kadar air bahan tinggi. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya reaksi enzimatik lanjutan yang justru memodifikasi senyawa bioaktif menjadi bentuk lain yang kurang stabil atau kehilangan aktivitas farmakologisnya. Oleh karena itu, pengeringan yang tepat diperlukan untuk menginaktivasi enzim residu, menekan laju reaksi oksidasi maupun hidrolisis, serta mempertahankan struktur kimia senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antihiperlipidemik (Rivai et al., 2010).

Daun sukun yang mengandung senyawa flavonoid seperti artocarpin dan morin yang berfungsi menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase dan meningkatkan sensitivitas insulin, sedangkan jahe merah mengandung gingerol, shogaol, dan zingerone yang berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah serta melindungi sel  $\beta$ -pankreas dari stres oksidatif. Penelitian menunjukkan bahwa kadar air yang tinggi pascapanen mempercepat degradasi termal dan oksidatif terhadap senyawa-senyawa tersebut, sehingga berpotensi menurunkan aktivitas antidiabetes bahan herbal (Babarabie et al., 2025). Menurut Siska dkk. (2024), proses pengeringan yang dilakukan pada suhu moderat (50–60°C) hingga kadar air akhir di bawah 10–12% merupakan metode yang paling efektif dalam

mempertahankan kestabilan senyawa fenolik dan flavonoid tanaman obat (Siska et al., 2024). Hal serupa juga dijelaskan oleh Rivai et al. (2010), yang menyatakan bahwa metode pengeringan yang tepat secara signifikan memengaruhi kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan bahan herbal. Dengan demikian, pengujian kadar air tidak hanya menjadi parameter fisik semata, tetapi juga berfungsi sebagai indikator penting untuk memastikan kestabilan, potensi farmakologis, dan mutu fungsional minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif produk antidiabetes yang efektif (Rivai et al., 2010).

Kadar abu suatu bahan erat kaitannya dengan kandungan mineral pada bahan tersebut. Abu merupakan residu atau sisa hasil pembakaran suatu bahan yang mengandung mineral dalam bahan tersebut. Mineral merupakan zat anorganik yang tidak terbakar selama proses pembakaran. Komponen suatu bahan pangan terdiri atas 95% bahan anorganik dan air serta sisanya merupakan unsur mineral. Kadar abu dalam suatu bahan dipengaruhi oleh jenis bahan itu sendiri, umur bahan, dan lain sebagainya (Arianto et al., 2022). Penentuan kadar abu memiliki tujuan untuk mengetahui baik atau tidaknya suatu pengelolaan, menentukan parameter nilai gizi dalam suatu makanan, serta memperkirakan kandungan serta keaslian bahan yang digunakan (Fikriyah & Nasution, 2021). Pengujian kadar abu juga penting dari sisi standarisasi mutu produk herbal, sesuai dengan ketentuan SNI 01-2891-1992 tentang cara uji makanan dan minuman. Standarisasi kadar abu merupakan salah satu parameter penting dalam kontrol mutu produk herbal, karena penetapan abu total membantu memastikan bahwa proses produksi dan bahan baku dikelola secara baik sesuai dengan *Good Manufacturing Practices* (GMP), sehingga produk akhir mempunyai karakteristik kimia yang konstan dan aman dikonsumsi (Hussain et al., 2025). Adapun dari segi kualitas, kadar abu juga dipakai untuk melakukan pemeriksaan mineral ataupun kontaminan, sehingga konsistensi nilai kadar abu berkontribusi terhadap keamanan, kemurnian, dan efektivitas farmakologis produk herbal (Mendoza et al., 2024).

Dalam memastikan pemenuhan standar mutu bahan herbal, kadar abu memiliki dua peran penting, yaitu fungsi gizi dan keamanan produk. Nilai kadar abu yang sesuai standar menunjukkan bahwa bahan masih mengandung mineral alami yang dibutuhkan tubuh, seperti kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P) dari daun sukun, serta zat besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn) dari jahe merah. Mineral-mineral tersebut berperan penting dalam aktivitas enzimatis yang mengatur metabolisme glukosa, memperkuat sistem antioksidan, dan mendukung fungsi insulin, sehingga secara tidak langsung berkontribusi terhadap aktivitas antidiabetes dari minuman herbal tersebut (Kheriji et al., 2022). Jahe merah juga mengandung berbagai mineral dan senyawa aktif seperti gingerol, shogaol, dan zingeron yang terbukti memiliki efek hipoglikemik dan antioksidan (Ali et al., 2008). Adapun, kadar abu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengindikasikan ketidakseimbangan komposisi mineral akibat proses pengeringan atau pengabuan yang tidak optimal serta kemungkinan adanya kontaminasi eksternal. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan kualitas

bahan, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko toksikologis apabila berkaitan dengan akumulasi logam berat (Kim et al., 2012).

Proses pengeringan dan pembakaran yang optimal sangat penting dilakukan untuk mempertahankan komposisi mineral alami pada bahan herbal, sehingga hasil kadar abu yang diperoleh benar-benar merepresentasikan kandungan mineral yang sesungguhnya. Pengeringan sebaiknya dilakukan pada suhu 50–60°C dengan durasi yang cukup untuk menurunkan kadar air hingga di bawah 10%, tanpa menyebabkan kehilangan unsur mineral volatil seperti kalium, natrium, dan magnesium. Penggunaan oven udara panas atau pengering bersirkulasi tertutup lebih dianjurkan daripada penjemuran langsung di bawah sinar matahari, karena metode tersebut mampu menjaga kestabilan mineral dan mencegah kontaminasi eksternal (Tangkanakul et al., 2021). Sementara itu, pada tahap pembakaran atau pengabuan, suhu dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 500–550°C di dalam tanur (*muffle furnace*) agar bahan organik terdegradasi sempurna tanpa menguapkan unsur mineral yang mudah menguap. Pengaturan suhu yang tidak terlalu tinggi dan proses pendinginan dalam desikator setelah pembakaran juga berfungsi untuk menjaga integritas mineral, sehingga kadar abu yang diperoleh menggambarkan mineral alami yang terkandung dalam jahe merah (Siska et al., 2024).

Dengan demikian, hasil akhir pengukuran kadar air dan kadar abu pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan mutu produk, karena kedua parameter tersebut berperan penting dalam menilai stabilitas, daya simpan, serta kemurnian bahan baku. Kadar air yang sesuai dapat membantu menjaga produk lebih awet dan aman dari pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan kadar abu dapat menggambarkan kandungan mineral serta kemungkinan adanya kontaminasi selama proses pengolahan. Oleh karena itu, evaluasi kedua variabel ini penting untuk memastikan minuman herbal yang dikembangkan memenuhi standar mutu yang berlaku dan layak digunakan sebagai alternatif pencegahan diabetes mellitus tipe 2.

## 1.2 Teori

### 1.2.1 Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus Tipe 2

#### A. Definisi Diabetes Mellitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) merupakan gangguan metabolik yang disebabkan oleh kombinasi dua faktor utama, yaitu gangguan sekresi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas dan penurunan respons jaringan tubuh terhadap insulin (resistensi insulin). Penyakit ini juga dikenal sebagai *Maturity Onset Diabetes Mellitus* atau *Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM)* karena umumnya muncul pada usia dewasa dan pada tahap awal tidak memerlukan terapi insulin untuk mengontrol kadar glukosa darah (Singh et al., 2025). DMT2 merupakan bentuk diabetes yang paling umum di dunia, mencakup lebih dari 90% dari seluruh kasus diabetes yang terdiagnosis. Penyakit ini menjadi masalah kesehatan masyarakat global yang serius karena prevalensinya terus

meningkat di berbagai negara, seiring dengan perubahan pola hidup, urbanisasi, dan peningkatan angka harapan hidup (Ali et al., 2022). Saat ini, DMT2 menempati urutan kedelapan sebagai penyebab utama beban penyakit di dunia dan diperkirakan akan menjadi penyebab kedua terbesar pada tahun 2050 apabila tidak dilakukan upaya pencegahan yang efektif. Peningkatan prevalensi ini juga menunjukkan adanya tantangan besar bagi sistem kesehatan global, mengingat diabetes tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga menimbulkan beban ekonomi yang signifikan akibat meningkatnya biaya pengobatan dan penurunan produktivitas kerja penderita (IDF, 2025).

Secara patofisiologis, DMT2 ditandai oleh adanya resistensi insulin, yaitu kondisi ketika sel-sel tubuh, terutama di jaringan otot, hati, dan lemak, tidak dapat merespons insulin dengan optimal. Keadaan ini menyebabkan glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi, sehingga kadar glukosa dalam darah meningkat. Sebagai respons, pankreas berusaha mengkompensasi dengan meningkatkan produksi insulin. Namun, dalam jangka panjang, sel beta pankreas mengalami kelelahan dan kehilangan kemampuan untuk menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup. Akibatnya, kadar glukosa darah terus meningkat (hiperglikemia) dan menimbulkan gangguan metabolisme yang kompleks. Penyakit ini berkembang secara perlahan dan sering kali tanpa gejala pada tahap awal (asimtomatik), sehingga waktu pasti terjadinya sulit ditentukan. Banyak penderita baru diketahui mengidap diabetes setelah munculnya komplikasi kronis seperti nefropati, retinopati, atau neuropati diabetik, yang menandakan bahwa gangguan metabolik telah berlangsung lama sebelum diagnosis ditegakkan (Ruze et al., 2023).

#### B. Faktor Risiko Diabetes Mellitus tipe 2

Penyakit Diabetes Mellitus tipe 2 dipengaruhi oleh faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi, meliputi jenis kelamin, usia, serta riwayat keluarga, dan faktor risiko yang dapat dimodifikasi, meliputi obesitas, kurangnya aktifitas fisik, penyakit hipertensi, serta kebiasaan merokok (Maharani & Sholih, 2024). Jenis kelamin perempuan, khususnya yang mengalami sindrom ovarium polikistik (*polycystic ovary syndrome/PCOS*), memiliki risiko lebih tinggi terhadap resistensi insulin dan onset dini DMT2 akibat ketidakseimbangan hormonal yang memperburuk metabolisme glukosa. Faktor intrauterin juga menjadi faktor risiko kejadian DM Tipe 2, sebab paparan hiperglikemia maternal selama kehamilan atau kondisi diabetes gestasional serta obesitas maternal dapat mengganggu pemrograman metabolik janin dan meningkatkan risiko terjadinya DMT2 di kemudian hari. Bayi dengan berat lahir rendah (*small for gestational age/SGA*) juga dilaporkan

memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan toleransi glukosa di usia remaja atau dewasa muda (Strati et al., 2024).

Usia merupakan salah satu faktor risiko penting dalam terjadinya Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM Tipe 2). Risiko seseorang untuk mengalami DM Tipe 2 cenderung meningkat seiring dengan penambahan usia, terutama pada individu yang berusia di atas 45 tahun. Kondisi ini terjadi karena proses penuaan berhubungan dengan perubahan fisiologis pada sistem metabolisme tubuh, termasuk penurunan fungsi dan jumlah sel  $\beta$  pankreas yang berperan dalam produksi hormon insulin. Sel  $\beta$  yang mengalami degenerasi atau penurunan kemampuan fungsional akan mengurangi kapasitas sekresi insulin, sehingga tubuh tidak mampu mempertahankan kadar glukosa darah dalam batas normal (Rohmatulloh et al., 2024).

Riwayat keluarga juga merupakan salah satu faktor risiko penting dalam terjadinya DM Tipe 2. Penyakit ini memiliki keterkaitan dengan faktor genetik dan dapat diturunkan dari orang tua kepada anak. Individu yang memiliki anggota keluarga penderita diabetes, terutama orang tua atau saudara kandung, memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami penyakit yang sama dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki riwayat keluarga serupa. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa jenis kelamin juga dapat memengaruhi risiko terjadinya DM Tipe 2, dimana laki-laki cenderung memiliki risiko sedikit lebih tinggi dibandingkan perempuan, meskipun perbedaannya relatif kecil (Irayani, 2024). Dengan demikian, faktor keturunan menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan dalam upaya pencegahan dan deteksi dini penyakit DM Tipe 2.

Obesitas, terutama obesitas visceral atau obesitas sentral, merupakan faktor risiko dapat dimodifikasi yang berperan utama dalam terjadinya resistensi insulin, yakni mekanisme kunci pada kejadian diabetes melitus tipe 2. Penumpukan lemak berlebih menyebabkan peningkatan sekresi sitokin proinflamasi seperti TNF- $\alpha$  dan IL-6, serta penurunan adiponektin yang bersifat antiinflamasi. Kondisi ini menimbulkan inflamasi sistemik kronis dan gangguan transduksi sinyal insulin di jaringan otot dan hati. Selain itu, kadar asam lemak bebas yang tinggi menimbulkan lipotoksisitas dan stres oksidatif yang memperburuk disfungsi sel  $\beta$  pankreas. Dengan demikian, obesitas menciptakan lingkungan metabolik yang disfungsional yang memicu dan mempercepat perkembangan diabetes melitus tipe 2 (Ruze et al., 2023).

#### C. Tatalaksana Diabetes Mellitus Tipe 2

Tatalaksana Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 mencakup dua pendekatan utama, yaitu terapi nonfarmakologis dan terapi farmakologis, yang keduanya saling melengkapi dalam upaya mencapai kendali glikemik optimal. Tujuan utama dari penatalaksanaan DM adalah untuk mencegah terjadinya serta memperlambat progresivitas komplikasi

kronis, baik mikrovaskular (seperti nefropati, retinopati, dan neuropati diabetik) maupun makrovaskular (seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer). Selain itu, terapi juga diarahkan untuk mengurangi gejala hiperglikemia, mempertahankan kualitas hidup pasien, serta meminimalkan risiko efek samping yang mungkin timbul akibat pengobatan (Enarga et al., 2023).

Terapi farmakologis pada diabetes melitus tipe 2 bertujuan untuk mengontrol kadar glukosa darah melalui berbagai mekanisme kerja obat. Golongan biguanida, seperti metformin, merupakan lini pertama yang bekerja dengan meningkatkan sensitivitas insulin, menurunkan glukosa darah, serta menekan risiko hipoglikemia dan komplikasi kardiovaskular. Sulfonilurea digunakan sebagai terapi lini kedua dengan mekanisme merangsang sekresi insulin dari sel  $\beta$  pankreas. Thiazolidinediones (TZDs), seperti pioglitazone dan rosiglitazone, meningkatkan sensitivitas insulin melalui aktivasi reseptor PPAR- $\gamma$  di otot dan hati.  *$\alpha$ -Glucosidase inhibitors*, seperti acarbose, voglibose, dan miglitol, bekerja dengan menghambat enzim usus yang memecah karbohidrat kompleks, sehingga menurunkan glukosa postprandial. Selain itu, terapi berbasis inkretin, seperti agonis reseptor GLP-1 (*exenatide dan liraglutide*), membantu menurunkan kadar glukosa dengan meningkatkan sekresi insulin dan menekan glukagon secara bergantung pada kadar glukosa darah (Widiasari et al., 2021).

Meskipun obat-obatan antihiperglikemik ini membawa manfaat penting dalam mengontrol penyakit, efek samping yang mungkin muncul akibat penggunaan jangka panjang menjadi suatu aspek yang perlu diperhatikan secara serius (Juwariah & Priyanto, 2021). Efek samping yang paling umum adalah gangguan gastrointestinal seperti mual dan diare, diikuti oleh peningkatan risiko hipoglikemia, terutama pada penggunaan obat golongan sulfonilurea. Adapun, efek samping serius seperti kerusakan hati atau masalah kardiovaskular muncul dalam proporsi yang lebih rendah (Adiputra, 2023). Oleh karena itu, alternatif pengobatan untuk diabetes melitus tipe 2 (DMT2) atau dikenal sebagai *Complementary and Alternative Medicine (CAM)* mencakup berbagai pendekatan nonkonvensional yang bertujuan membantu mengendalikan kadar glukosa darah serta meningkatkan kualitas hidup pasien mulai dikembangkan (Setiyorini et al., 2022).

Berdasarkan tinjauan sistematis oleh Setiyorini et al. (2022), CAM terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu produk alami, latihan pikiran dan tubuh, serta pendekatan sistem menyeluruh. Produk alami meliputi penggunaan bahan herbal seperti Berberis aristata, Silybum marianum, biji fenugreek, pare, kayu manis, Nigella sativa, daun mulberry, teh chamomile, dan inulin dari sawi putih yang terbukti menurunkan glukosa darah puasa dan HbA1C. Latihan pikiran-tubuh seperti *auditory guided imagery*, yoga, dan relaksasi berperan dalam mengurangi stres serta

memperbaiki kontrol glikemik melalui mekanisme fisiologis dan psikologis. Sementara itu, pendekatan sistem menyeluruh seperti akupresur dan akupunktur digunakan untuk menstimulasi titik-titik tertentu yang dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kadar gula darah. Secara keseluruhan, pengobatan alternatif ini dinilai memiliki risiko efek samping yang rendah dan dapat menjadi pelengkap terapi konvensional dalam manajemen DMT2 (Setiyorini et al., 2022).

### 1.2.2 Tinjauan Umum Tentang Daun Sukun

Salah satu kekayaan hayati yang bernilai tinggi di Indonesia adalah tanaman sukun (*Artocarpus altilis*), yang dikenal sebagai tanaman serbaguna dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan. Daun sukun merupakan salah satu bagian tanaman sukun yang memiliki ciri morfologi khas dan menjadi bagian yang menyimpan potensi besar dalam bidang pengobatan tradisional maupun penelitian fitokimia modern (Daulay et al., 2022). Dalam taksonomi tanaman, klasifikasi daun sukun adalah sebagai berikut.

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub Divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Magnoliopsida*  
Ordo : *Urticales*  
Famili : *Moraceae*  
Genus : *Artocarpus*  
Spesies : *Artocarpus altilis*  
Nama ilmiah : *Artocarpus altilis*



**Gambar 1. 1 Daun Sukun Tua**

Daun sukun merupakan salah satu bagian tanaman sukun yang memiliki ciri morfologi khas dan menjadi bagian yang menyimpan potensi besar dalam bidang pengobatan tradisional maupun penelitian fitokimia modern. Daun sukun berbentuk bulat telur dengan ukuran yang cukup besar, di mana helaian bagian atas berwarna hijau mengilap dan bagian bawah berwarna hijau kusam. Permukaan daun terasa halus dengan tepi

bertoreh dalam (*pinnatifidus*), ujung daun meruncing, serta pangkal daun bervariasi antara tumpul hingga membaji dengan tangkai daun berwarna hijau. Daun sukun memiliki pertulangan menyirip yang tegas, membantu distribusi air dan nutrisi secara optimal, serta mendukung proses fotosintesis yang efisien. Panjang daun dapat mencapai 56 cm dengan lebar hingga 45 cm, dan umumnya tumbuh menghadap ke atas atau mendatar dengan jarak antar daun sekitar 2–10 cm (Kurniawati & Sutoyo, 2021).

**Tabel 1. 1 Kandungan Zat Gizi Daun Sukun**

Zat Gizi	Kandungan	Satuan
Air ( <i>Moisture content</i> )	14,88	%
Abu ( <i>Ash</i> )	15,92	%
Lemak kasar ( <i>Crude fat</i> )	6,91	%
Serat kasar ( <i>Crude fibre</i> )	9,96	%
Protein kasar ( <i>Crude protein</i> )	2,15	%
Karbohidrat ( <i>Carbohydrate</i> )	50,19	%
Fosfor ( <i>Phosphorus</i> )	24,31	mg/100g
Kalsium ( <i>Calcium</i> )	20,08	mg/100g
Magnesium ( <i>Magnesium</i> )	5,76	mg/100g
Kalium ( <i>Potassium</i> )	26,00	mg/100g
Natrium ( <i>Sodium</i> )	7,20	mg/100g

Sumber: Ayeni et al., 2018

Selain memiliki morfologi yang khas, daun sukun diketahui mengandung beragam senyawa bioaktif yang berperan penting dalam aktivitas biologis dan farmakologisnya. Komponen kimia utama yang telah diidentifikasi meliputi memiliki aktivitas antiinflamasi, antiplatelet, antioksidan, antiatherosklerosis, antihiperlipi-demia, antimalaria, antidiabetes, kardioprotektif, dan antikanker. Sukun mengandung senyawa terpenoid, flavonoid, alkaloid, dan senyawa fenolik. Senyawa khas dari tumbuhan genus *Artocarpus* ini adalah flavonoid dengan gugus geraniil atau prenil, misalnya sikloartenol, artonin V, dan siklomulberin (Yumni et al., 2021). Diantara senyawa tersebut, golongan flavonoid memiliki peranan paling penting karena aktivitas antioksidan, antidiabetes, dan antiinflamasi yang tinggi. Kandungan flavonoid dalam daun sukun bervariasi tergantung pada tingkat kematangan daun, di mana daun tua memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan daun muda (Djabir et al., 2021). Selain itu, senyawa artokarpanon diketahui memiliki efek antiinflamasi dengan cara menghambat produksi berlebih nitrit oksida (NO) oleh makrofag pada jaringan yang mengalami peradangan, sehingga mampu mencegah kerusakan jaringan akibat reaksi inflamasi kronis. Tanin dan saponin yang juga terdapat dalam daun sukun berfungsi sebagai agen antibakteri dan antivirus yang bekerja dengan cara menghambat enzim replikasi virus serta merusak dinding sel bakteri (Kurniawati & Sutoyo, 2021).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun sukun memiliki berbagai aktivitas farmakologis yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Secara tradisional, daun sukun telah lama digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit seperti hipertensi, hiperkolesterolemia, rematik, gangguan ginjal, dan terutama diabetes mellitus. Senyawa flavonoid yang terkandung di dalamnya berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas dan melindungi sel pankreas dari kerusakan oksidatif. Dengan demikian, flavonoid dapat meningkatkan sekresi hormon insulin dan membantu menurunkan kadar glukosa dalam darah. Selain itu, penelitian modern juga menemukan bahwa daun sukun mengandung *gamma amino butyric acid* (GABA) dan inhibitor  $\alpha$ -glukosidase yang memiliki efek antidiabetes dengan cara menghambat penyerapan glukosa di usus serta memperbaiki sensitivitas insulin pada jaringan perifer (Diantari et al., 2023).

Berbagai uji laboratorium menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat daun sukun mampu menurunkan kadar glukosa darah pada hewan uji, dengan efektivitas yang bergantung pada jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak. Ekstrak etil asetat dilaporkan memiliki aktivitas penurunan glukosa yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak etanol, yang diduga berkaitan dengan kandungan GABA dan flavonoid yang lebih stabil dalam pelarut tersebut. Daun sukun tua juga terbukti memiliki efek antidiabetes yang lebih kuat dibandingkan daun muda karena konsentrasi flavonoidnya yang lebih tinggi. Selain efek hipoglikemik, ekstrak daun sukun juga menunjukkan kemampuan dalam menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida, serta mencegah hiperkolesterolemia, sehingga memberikan manfaat ganda bagi pencegahan penyakit metabolik. Dengan berbagai kandungan bioaktif tersebut, daun sukun memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan dasar produk herbal, khususnya dalam bentuk minuman fungsional yang berperan sebagai alternatif pencegahan diabetes mellitus (Diantari et al., 2023).

Aktivitas biologis yang dimiliki daun sukun, seperti kemampuan antioksidan, antidiabetes, dan antihiperkolesterolemia, menunjukkan bahwa pemanfaatan daun ini dalam formulasi minuman herbal dapat memberikan efek sinergis dalam menurunkan risiko resistensi insulin dan gangguan metabolisme glukosa. Oleh karena itu, penelitian mengenai karakteristik mutu fisik dan kimia, seperti kadar air dan kadar abu pada minuman berbasis daun sukun, menjadi langkah penting dalam memastikan stabilitas, keamanan, dan efektivitas produk sebagai alternatif pencegahan diabetes yang alami dan berbasis bahan lokal (Daulay et al., 2022).

### **1.2.3 Tinjauan Umum Tentang Jahe Merah**

Jahe (*Zingiber officinale*) adalah tanaman rimpang yang sangat populer sebagai rempah-rempah dan bahan obat. Rimpangnya berbentuk jemari yang menggembung di ruas-ruas tengah (Syaputri et al., 2021). Jahe merupakan tanaman biofarmaka yang memiliki manfaat terutama dalam

bidang kesehatan karena zat gizi yang dimiliki jahe di antaranya yaitu energi, karbohidrat protein, sodium, zat besi, potasium dan vitamin C serta memiliki kandungan senyawa fitokimia di antaranya senyawa flavonoid, fenolik dan saponin. Selain itu, jahe juga sangat dominan dengan rasa pedas yang disebabkan oleh senyawa keton 'zingeron' (Lestari, 2024).

Di Indonesia, jahe terbagi menjadi 3 (tiga) jenis utama, yaitu jahe merah atau jahe sunti (*Zingiber officinale var. rubrum*), jahe emprit atau jahe putih kecil (*Z. officinale var. amarum*), dan jahe gajah atau jahe putih besar (*Z. officinale var. officinale*). Jika diurutkan berdasarkan ukuran rimpangnya dari yang paling kecil hingga terbesar, jahe merah memiliki panjang sekitar 12,33–12,60 cm, jahe emprit berkisar antara 6,13–31,70 cm, sedangkan jahe gajah berukuran paling besar, yaitu 15,83–32,75 cm. Dari segi bentuk dan tekstur, jahe emprit memiliki ruas kecil, pipih agak rata hingga sedikit menggembung, serat halus, serta aroma yang lebih tajam dibandingkan jahe gajah. Jahe merah memiliki rimpang kecil, serat kasar, dan warna kuning kemerahan, sedangkan jahe gajah ditandai dengan rimpang besar berwarna putih kekuningan. Perbedaan morfologi tersebut juga memengaruhi kandungan minyak atsiri pada masing-masing jenis jahe. Jahe merah memiliki kadar minyak atsiri tertinggi, yaitu sekitar 2,58–3,9%, sehingga rasanya paling pedas dan aromanya sangat tajam. Jahe emprit memiliki kadar sedang, berkisar 1,5–3,5%, yang menjadikannya cukup pedas dengan aroma kuat, sedangkan jahe gajah memiliki kadar minyak atsiri paling rendah, yakni 0,82–2,8%, dengan cita rasa lebih lembut dan aroma yang tidak terlalu menyengat (Krisnawan et al., 2022).

Secara umum, jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) mengandung dua komponen utama, yaitu *volatile* dan *non-volatile*. Komponen *volatile* terdiri dari oleoresin (4,0–7,5%) yang menghasilkan aroma khas melalui kandungan minyak atsiri seperti zingiberen dan zingiberol. Minyak ini berwarna bening hingga kuning tua, mudah menguap, dan banyak dimanfaatkan dalam industri parfum, kosmetik, farmasi, serta bahan penyedap. Komponen *non-volatile* bertanggung jawab terhadap rasa pedas dan mengandung senyawa fenolik seperti gingerol, shogaol, paradol, dan zingerone yang bersifat antioksidan, antiinflamasi, antipiretik, analgesik, antikanker, dan kardiotonik. Di antara semuanya, 6-gingerol merupakan senyawa paling melimpah, sedangkan 6-shogaol memiliki aktivitas biologis yang lebih kuat. Selain itu, jahe mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, dan triterpenoid yang mendukung aktivitas farmakologisnya. Gingerol pada jahe segar menghasilkan aroma tajam, sedangkan pada jahe kering berubah menjadi shogaol dan zingerone yang memberi cita rasa lebih kuat. Berbagai komponen bioaktif tersebut menjadikan jahe bukan hanya bumbu dapur, tetapi juga sumber antioksidan alami yang berperan melindungi sel dari kerusakan oksidatif, menurunkan kadar glukosa darah, serta mendukung kesehatan metabolik dan kardiovaskular (Rembet & Wowor, 2024).

Kandungan utama jahe, yakni gingerol, juga dapat digunakan sebagai agen imunomodulator dengan meregulasi badai sitokin dan sebagai antioksidan sehingga dapat menangkal radikal bebas yang menyebabkan rusaknya sel tubuh. Kandungan lain yang terdapat dalam jahe adalah kurkumin, asam kafeat, beta-caroten (Susilawati et al., 2022). Senyawa shogaol dan gingerol pada jahe ini dapat merangsang pengeluaran insulin dan efek lainnya, serta memperbaiki metabolisme karbohidrat dan lemak dalam tubuh (Rembet & Wowor, 2024). Penelitian Srikandi, dkk (2020), menjelaskan bahwa kandungan gingerol dan shogaol jahe merah lebih tinggi dibanding jahe lainnya. Hal ini membuat jahe, khususnya jenis jahe merah, dijadikan sebagai salah satu alternatif pencegahan diabetes (Srikandi et al., 2020).



**Gambar 1. 2 Jahe Merah**

Dalam taksonomi tanaman, klasifikasi jahe merah adalah sebagai berikut.

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Sub Divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Monocotyledonae*

Ordo : *Zingiberales*

Famili : *Zingiberaceae*

Genus : *Zingiber*

Spesies : *Zingiber Officinale Rosc. Var. Rubrum*

Tanaman ini memiliki ciri morfologi yaitu daunnya tersusun dari pelepah daun, tangkai daun, dan helai daun. Daun tersusun berselang-seling secara teratur dan berwarna hijau (gelap). Daun jahe merah secara keseluruhan berbentuk bulat memanjang dengan ujung meruncing dan permukaan sedikit kasar. Ukuran daun jahe merah masih kecil, karena tergolong tumbuhan muda. Daun jahe merah termasuk daun lengkap karena memiliki tiga bagian daun, yaitu pelepah daun (vagina), tangkai daun (petioles), dan helaian daun (lamina) (Krisnawan et al., 2022).

Karakteristik batang tanaman jahe merah adalah berbatang semu (palsu) yang terbentuk dari pelepah daunnya yang saling menutupi satu sama lain. Adapun, batang semu jahe merah berbentuk bulat kecil, berwarna hijau kemerahan, dan agak keras karena diselubungi oleh pelepah daun. Batang jahe merah mampu menyimpan cadangan air dengan baik pada jaringan batang. Pertumbuhan batang jahe merah tegak lurus menghadap ke atas. Batang semu ini akan bermodifikasi menjadi bentuk rimpang. Jenis akar pada tanaman jahe merah adalah berbentuk serabut yang bercabang kuat, berwarna hijau gelap dan kemerahan pada pangkal rimpang serta termasuk ke dalam akar serabut karena tanaman jahe merah merupakan jenis tanaman monokotil. Rimpang jahe ini berwarna merah dengan aromanya yang tajam dan rasanya sangat pedas (Krisnawan et al., 2022).

**Tabel 1. 2 Kandungan Zat Gizi Jahe (segar) dalam 100 gram**

Zat Gizi	Kandungan	Satuan
Energi	51	kcal
Protein	1,5	gr
Lemak	1	gr
Karbohidrat	10,1	gr
Serat	12	gr
Air	55	gr
Abu	69	mg

*Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI, 2020)*

Kandungan karbohidrat pada rimpang jahe berperan penting sebagai penghasil energi, membantu menjaga kesehatan jantung, mempertahankan massa otot, serta mengurangi kelelahan. Energi dihasilkan melalui proses metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak, di mana kelebihan energi akan disimpan dalam bentuk glikogen sebagai cadangan jangka pendek dan lemak sebagai cadangan energi jangka panjang. Protein berfungsi sebagai zat pembangun sel, pendorong metabolisme tubuh, cadangan makanan, serta membantu menjaga keseimbangan pH tubuh dan membentuk antibodi. Vitamin C berperan sebagai zat pengatur dan antioksidan, sedangkan serat bermanfaat untuk meningkatkan kepadatan feses, menurunkan kadar lemak darah, mencegah kanker usus besar, dan melindungi sistem pencernaan. Selain itu, zat besi (Fe) memiliki peran penting bagi ibu hamil sebagai sumber pembentukan sel-sel darah merah (Sari & Nasuha, 2021).

#### **1.2.4 Tinjauan Umum Tentang Mutu Minuman Herbal**

Minuman herbal merupakan salah satu minuman fungsional yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh, yang bahan dasar pembuatannya menggunakan rempah-rempah yang sering dijumpai disekitar (Aini & Cahyanto, 2024). Pada umumnya, minuman ini dibuat dari rempah-rempah tradisional seperti rimpang (jahe, kunyit, kencur, temulawak), daun (sirih,

lidah buaya), batang (serai), kulit kayu (kayu manis), dan bunga (krisan), dengan tambahan madu sebagai pemanis alami. Kombinasi bahan tersebut tidak hanya menghasilkan cita rasa dan aroma khas, tetapi juga berkhasiat dalam menjaga daya tahan tubuh, melancarkan metabolisme, serta mendukung kesehatan secara menyeluruh (Elfariyanti et al., 2022).

Bumbu atau rempah dapur merupakan kelompok tanaman yang tergolong sebagai tanaman herbal karena memiliki kandungan bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Selain digunakan sebagai penambah cita rasa dan aroma dalam masakan, rempah-rempah juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan minuman herbal yang kaya akan khasiat (Widiyono et al., 2020). Tanaman herbal tersebut diketahui memiliki kemampuan dalam membantu mencegah berbagai penyakit serta berpotensi digunakan sebagai obat alternatif dalam proses penyembuhan (Botahala et al., 2023). Kandungan senyawa alami seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba di dalamnya turut berperan dalam menjaga keseimbangan dan daya tahan tubuh. Apabila dibandingkan dengan obat-obatan kimia, minuman herbal memiliki efek samping yang lebih rendah bahkan hampir tidak ada, karena seluruh bahan yang digunakan berasal dari sumber alami (Kumontoy et al., 2023).

Mutu minuman herbal di Indonesia diatur oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai pedoman utama untuk menjamin kualitas, keamanan, dan konsistensi produk yang beredar di pasaran. Berdasarkan SNI 01-4320-1996, minuman herbal instan wajib memenuhi persyaratan mutu yang mencakup aspek fisik, kimia, dan mikrobiologis, seperti kadar air, kadar abu, serta bebas dari bahan tambahan berbahaya. Standar ini bertujuan agar produk yang dihasilkan memiliki stabilitas penyimpanan yang baik, aman dikonsumsi, serta sesuai dengan preferensi konsumen (BSN, 1996). Selain itu, SNI 3836-2013 tentang teh kering juga menjadi acuan penting dalam pengembangan produk herbal berbasis daun atau rimpang kering, dengan menekankan parameter mutu seperti kadar air, kadar abu, aroma, dan cita rasa, guna memastikan produk tetap bermutu dan layak edar (BSN, 2013).

Penerapan standar mutu SNI memiliki peran strategis dalam mendukung pengembangan industri minuman herbal di Indonesia. Menurut Wahongan, dkk (2021), penerapan standar mutu nasional dapat meningkatkan daya saing produk lokal dengan menjamin kesesuaian antara kualitas produk dan ekspektasi konsumen (Wahongan et al., 2021). Hal ini juga diperkuat oleh temuan Jain, et al (2024) yang menyatakan bahwa kepatuhan terhadap standar mutu menjadi langkah penting dalam membangun kepercayaan masyarakat terhadap produk herbal tradisional Indonesia (Jain et al., 2024). Dengan demikian, keberadaan SNI 1996 dan SNI 2013 tidak hanya berfungsi sebagai pedoman teknis, tetapi juga sebagai instrumen penting dalam menjaga mutu, keamanan, serta keberlanjutan industri minuman herbal di tingkat nasional.

Mutu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kesesuaian suatu produk terhadap standar yang telah ditetapkan, baik dari segi keamanan, efektivitas, maupun konsistensi hasil. Dalam konteks obat atau minuman herbal, mutu mencakup seluruh aspek mulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi, hingga produk akhir yang dihasilkan. Menurut Desmiaty dkk (2023), mutu obat atau produk herbal menjadi faktor utama yang harus diperhatikan karena berhubungan langsung dengan keamanan dan efektivitas produk yang dikonsumsi masyarakat. Produk herbal yang bermutu baik harus memenuhi parameter tertentu, seperti kadar air, kadar abu, cemaran mikroba, cemaran logam berat, serta parameter organoleptik seperti warna, aroma, dan rasa (Desmiaty et al., 2023).

Penjaminan mutu juga berarti memastikan bahwa produk bebas dari bahan kimia obat (BKO) yang tidak sesuai ketentuan dan diproduksi dengan menerapkan prinsip *Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik* (CPOTB) sebagaimana diatur oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM RI). Standarisasi mutu herbal ini dilakukan melalui pengujian terhadap bahan baku, proses produksi, dan produk jadi agar sesuai dengan regulasi seperti Peraturan BPOM No. 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional. Dengan demikian, peningkatan pemahaman dan penerapan aspek mutu tidak hanya diperlukan oleh pelaku usaha, tetapi juga penting bagi konsumen untuk mampu memilih produk herbal yang aman, berkhasiat, dan terjamin kualitasnya (Syahidan & Wardhana, 2019).

#### **1.2.5 Tinjauan Umum Kadar Air**

Kadar air adalah salah satu parameter penting dari suatu produk pangan karena berkaitan erat dengan umur simpan. Ketahanan suatu bahan makanan bisa dinilai melalui kadar air yang terkandung di dalamnya, yaitu semakin tinggi kadar air suatu bahan maka semakin besar kerusakannya yang dikarenakan aktivitas biologis dan fisikokimia. Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan, dikarenakan air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut dalam menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi dapat mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga dapat terjadi perubahan pada bahan pangan (Nurfitriyani et al., 2024).

Kadar air berpengaruh besar pada mutu suatu bahan pangan, sehingga dalam mengolah bahan makanan sangat penting untuk memperhatikan volume penambahan air. Semakin lama waktu penyimpanan maka akan semakin tinggi kadar airnya. Perubahan kadar air yang tinggi akan berakibat pada kualitas produk pangan, karena produk dibiarkan dalam kondisi terbuka dan juga adanya mikroba yang tumbuh melalui adanya proses absorpsi uap air dari udara ke produk selama masa

penyimpanan. Mikroba menghasilkan H<sub>2</sub>O atau uap air sebagai salah satu produk metabolisme (Nge et al., 2022).

Kadar air bahan pangan mempunyai peranan penting dalam menentukan daya tahan pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan makanan, maka semakin cepat pula bahan makanan tersebut mengalami kerusakan akibat aktivitas air dan mikroba (Kristiandi et al., 2022). Kadar air berkaitan erat pada laju pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan laju reaksi kimia/biokimia yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan maka semakin tinggi pula nilai aktivitas airnya. Aktivitas air merupakan salah satu parameter penting dalam makanan. Dengan mengukur dan mengontrol aktivitas air pada bahan makanan, dimungkinkan untuk memprediksi mikroorganisme apa yang berpotensi menjadi sumber pembusukan (Atmaja et al., 2022).

Penentuan kadar air dalam suatu bahan merupakan aspek penting dalam analisis mutu karena kadar air berpengaruh terhadap stabilitas, daya simpan, serta kualitas produk. Salah satu metode yang umum digunakan adalah metode thermogravimetri, yaitu teknik pengukuran kehilangan massa bahan akibat pemanasan hingga mencapai berat konstan. Akurasi hasil pengujian dengan metode ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu dan kelembapan lingkungan, suhu dan tekanan udara dalam ruang pengovenan, serta ukuran dan bentuk partikel bahan yang diuji. Selain itu, bentuk dan jenis wadah yang digunakan selama proses pengujian juga berpengaruh terhadap distribusi panas dan hasil akhir pengukuran kadar air (Sari et al., 2024).

### **1.2.6 Tinjauan Umum Kadar Abu**

Abu merupakan kumpulan residu zat anorganik non karbon dari hasil pembakaran bahan organik sehingga sisa hasil pembakaran menjadi representasi dari total mineral berbentuk garam atau oksida mineral dalam suatu bahan makanan. Kadar abu suatu bahan erat kaitannya dengan kandungan mineral pada bahan tersebut. Mineral merupakan zat anorganik yang tidak terbakar selama proses pembakaran. Komponen suatu bahan pangan terdiri atas 95% bahan organik dan air serta sisanya merupakan unsur mineral. Kadar abu dalam suatu bahan dipengaruhi oleh jenis bahan itu sendiri, umur bahan, dan lain sebagainya (Arianto et al., 2022).

Penentuan kadar abu memiliki tujuan untuk mengetahui baik atau tidaknya suatu pengelolaan, menentukan parameter nilai gizi dalam suatu makanan, serta memperkirakan kandungan serta keaslian bahan yang digunakan (Fikriyah & Nasution, 2021). Kadar mineral dalam bahan pangan dapat mempengaruhi sifat fisik bahan pangan itu sendiri dan jumlah mineral dalam suatu pangan juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu yang dapat merusak pangan (Pangestuti & Darmawan, 2021).

Penentuan kadar abu terbagi menjadi 2 jenis yaitu penentuan kadar abu dengan cara kering dan penentuan kadar abu dengan cara basah. Prinsip penentuan kadar abu metode kering adalah pengabuan dilakukan

pada suhu 500-600°C selama beberapa jam dan abu yang tersisa akan ditimbang dan dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa kadar abu sampel. Adapun prinsip penentuan kadar abu menggunakan metode basah yaitu sampel dibasahi menggunakan asam nitrat atau asam sulfat dan selanjutnya dilakukan proses pengabuan (Tumangger et al., 2021).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar air dan kadar abu pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes mellitus tipe 2.

#### **2. Tujuan Khusus**

- a. Menganalisis kadar air pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes mellitus tipe 2.
- b. Menganalisis kadar abu pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes mellitus tipe 2.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1. Manfaat Ilmiah**

Penelitian ini mampu menambah wawasan ilmiah yang mendalam terkait kadar air dan kadar abu pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes mellitus tipe 2.

#### **2. Manfaat bagi Universitas Hasanuddin**

Penelitian ini dapat mendorong inovasi untuk memanfaatkan minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai produk minuman fungsional yang minim efek samping.

#### **3. Manfaat Praktis**

Penelitian ini dapat memberikan alternatif pengobatan penyakit diabetes mellitus tipe 2 yang berbasis bahan herbal yaitu daun sukun dan jahe merah, sehingga dapat mengurangi efek samping dari pengobatan farmakoterapi.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, disusun tabel sintesis yang merangkum hasil analisis kadar air dan kadar abu pada minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes. Tabel ini menyajikan data mengenai potensi ekstrak teh daun sukun dan jahe merah serta perlunya dilakukan uji mutu, seperti analisis kadar air dan kadar abu, pada kedua bahan ini guna memastikan kelayakan produk. Dengan demikian, diharapkan tabel ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah sebagai alternatif pencegahan penyakit diabetes.

**Tabel 1. 3 Sintesa Penelitian Rujukan**

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian & Metode Analisis	Sampel	Temuan
1.	Amanda Humairah, Alfian Putra, Nahar (2024)  Sumber: <a href="https://e-jurnal.pnl.ac.id/RISTERA/article/view/6158/4229">https://e-jurnal.pnl.ac.id/RISTERA/article/view/6158/4229</a>	Pembuatan Teh Herbal Dari Daun Sukun ( <i>Artocarpus Altilis</i> ) Dan Bunga Melati (Jasminum Sambac)  Jurnal Ristera (Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi dan Terapan)	Eksperimen, uji kadar air & abu	Daun sukun + melati (5 formula)	Pelayuan 6 hari menghasilkan kadar air rendah (<8%), tetapi kadar abu masih >8% (belum sesuai SNI).
2.	Fathnur Sani K., Agung Giri Samudra, Widiawati Oktarina (2017)  Sumber: <a href="https://e-jurnal.stikes-isfi.ac.id/index.php/JIIS/article/view/92/65">https://e-jurnal.stikes-isfi.ac.id/index.php/JIIS/article/view/92/65</a>	Pengaruh Air Rebusan Daun Sukun ( <i>Artocarpus altilis</i> ) Terhadap Kadar Gula Darah Mencit Putih Jantan yang Diinduksi Glukosa  Jurnal Ilmiah Ibnu Sina: Ilmu Farmasi Dan Kesehatan	Eksperimen in vivo	Mencit rebusan daun sukun +	Air rebusan daun sukun menurunkan gula darah signifikan pada setiap interval pengukuran.
3.	Dyah Ratna Ayu Puspita Sari, Fitriani Fajri Ahmad,	Breadfruit leaves extract ( <i>Artocarpus altilis</i> ) effect on	Eksperimen laboratorium	Tikus Wistar diabetes	Ekstrak daun sukun 400 mg/kgBB

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian & Metode Analisis	Sampel	Temuan
	Yulia Yusrini Djabir, Risfah Yulianty (2020)  Sumber: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2603924920300215">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2603924920300215</a>	pancreatic damage in diabetic type II animal model induced by alloxan–nicotinamide  Medicina Clínica Práctica			melindungi pankreas lebih baik dibanding metformin.
4.	Farikha Luthfiani & Dewi Setyowati (2023)  <a href="https://doi.org/10.26714/nm.v4i3.10603">https://doi.org/10.26714/nm.v4i3.10603</a>	Penerapan Intervensi Pemberian Jahe Merah Terhadap Kadar Glikemik Indeks Pada Lansia dengan Diabetes Mellitus.  <i>Ners Muda Journal</i>	Studi kasus deskriptif	2 lansia DM	Seduhan jahe merah 7 hari menurunkan GDS dan meningkatkan perilaku sehat pasien.
5.	Yessie K. Lengkey (2022)  <a href="https://www.neliti.com/publications/408649/uji-aktivitas-antidiabetes-infus-daun-sukun-artocarpus-altilis-pada-tikus-putih">https://www.neliti.com/publications/408649/uji-aktivitas-antidiabetes-infus-daun-sukun-artocarpus-altilis-pada-tikus-putih</a>	Uji Aktivitas Antidiabetes Infus Daun Sukun ( <i>Artocarpus altilis</i> ) pada Tikus Putih ( <i>Rattus norvegicus</i> ) yang Diinduksi Aloksan.  Majalah InfoSains	Eksperimen RAL	Tikus diabetes aloksan	Infus daun sukun (50%) paling efektif menurunkan glukosa darah.
6.	Fitrianti Dewi & Selvy Afrioza (2022)	Pengaruh Air Rebusan Jahe Merah ( <i>Zingiber officinale</i> Var. <i>Rubrum</i> ) Terhadap Kadar Gula	Quasi eksperimen	60 pasien DM	Konsumsi jahe merah 14 hari menurunkan gula

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian & Metode Analisis	Sampel	Temuan
	<a href="https://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/520">https://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/520</a>	Darah Pasien Diabetes Melitus di Desa Mekarjaya  Nusantara Hasana Journal			darah signifikan ( $p < 0,05$ ).
7.	Maria Ulfah, Wawan Priyanto, & Heri Prabowo (2022)  <a href="https://bajangjournal.com/index.php/JPDSH/article/view/1773/1266">https://bajangjournal.com/index.php/JPDSH/article/view/1773/1266</a>	Kajian Kadar Air terhadap Umur Simpan Simplisia Nabati Minuman Fungsional Wedang Rempah.  Jurnal Pendidikan Dasar dan Sosial Humaniora (JPDSH).	Deskriptif, gravimetri	5 varian wedang rempah	Produk dengan kadar air <10% lebih stabil dan umur simpan lebih lama.
8.	Mega Marantika, Pridata Gina Putri, M. Perdiansyah Mulia H., & Giffary Pramafisi S. (2024)  <a href="https://jurnal.polinela.ac.id/jupiter/article/view/3309">https://jurnal.polinela.ac.id/jupiter/article/view/3309</a>	Karakteristik Minuman Herbal Buah Mangrove dan Jahe dalam Pembuatan Minuman Herbal.  Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan	Eksperimen RAL	Buah mangrove + jahe	Formula terbaik memiliki kadar air 1,15% dan kadar abu 0,12%, sesuai standar SNI.

Berdasarkan hasil sintesis berbagai penelitian terdahulu, daun sukun (*Artocarpus altilis*) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) menunjukkan potensi yang kuat sebagai bahan dasar minuman herbal yang berfungsi dalam pencegahan diabetes melitus tipe 2. Kedua bahan tersebut mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, tanin, gingerol, dan shogaol yang berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah melalui peningkatan sensitivitas insulin, perlindungan sel  $\beta$  pankreas, serta penurunan stres oksidatif. Aktivitas antioksidan dan antiinflamasi dari senyawa tersebut juga mendukung perbaikan metabolisme glukosa dan menjaga keseimbangan fisiologis tubuh, sehingga berpotensi digunakan sebagai terapi komplementer yang lebih aman dibandingkan obat kimiawi. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa uji kadar air dan kadar abu juga menjadi aspek penting dalam memastikan stabilitas dan keamanan produk minuman herbal. Kadar air yang rendah dapat memperpanjang masa simpan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan kadar abu menggambarkan kandungan mineral serta keaslian bahan baku. Oleh karena itu, analisis kadar air dan kadar abu pada produk berbasis daun sukun dan jahe merah diperlukan untuk menilai kualitas fisik dan kimia sesuai standar nasional. Hasil telaah ini menjadi dasar ilmiah bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan minuman herbal berbasis bahan lokal yang bermutu, aman dikonsumsi, dan berpotensi sebagai alternatif alami pencegahan diabetes melitus tipe 2.

**Tabel 1. 4 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif**

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>	<b>Kriteria Objektif</b>	<b>Skala</b>
Minuman Herbal Berbasis Daun Sukun dan Jahe Merah	Minuman herbal yang terbuat dari daun sukun tua dan jahe merah yang telah diolah menjadi bubuk dan dikemas dalam <i>teabag</i> (kantong teh). Setiap kemasan berisi 2,5 gram campuran bubuk daun sukun dan jahe merah, dan disajikan dengan cara diseduh menggunakan 200 ml air panas.		
Kadar Air	Pengujian laboratorium untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada sampel minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah, yang diukur dengan menggunakan metode oven atau metode pengeringan ( <i>thermogravimetri</i> ).	Kadar air dalam setiap <i>teabag</i> (kantong teh) berbasis daun sukun dan jahe merah. Berdasarkan Peraturan BPOM No. 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional, kadar air maksimum adalah 10%.	Rasio
Kadar Abu	Pengujian laboratorium untuk mengetahui kadar abu/kandungan mineral yang terdapat pada sampel minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah, yang diukur dengan menggunakan penentuan kadar abu metode kering, yakni proses pengabuan yang dilakukan pada suhu 525°C selama beberapa jam dan abu yang tersisa akan ditimbang dan dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa kadar abu sampel.	Kadar abu dalam setiap <i>teabag</i> (kantong teh) berbasis daun sukun dan jahe merah. Berdasarkan SNI 01-3836-2013 untuk Teh Kering Dalam Kemasan, kadar abu maksimum adalah 8%.	Rasio

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik. Dalam pelaksanaan penelitian meliputi data dan interpretasi tentang data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium.

#### **2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Januari 2026. Proses pembuatan sampel minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah dilakukan di Laboratorium Kuliner, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin. Selanjutnya, analisis kadar air dan kadar abu dari sampel minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

#### **2.3 Alat, Bahan, dan Cara Kerja**

Dalam pembuatan serbuk daun sukun, digunakan berbagai perlengkapan yang mendukung proses pengolahan hingga menjadi serbuk halus dan homogen. Proses diawali dengan pemotongan daun sukun tua yang berwarna kuning menggunakan pisau atau gunting di atas talenan, lalu potongan daun ditampung dalam wadah persegi panjang. Selanjutnya, bahan ditimbang dengan timbangan digital sebelum dan sesudah pengeringan. Daun kering digiling menggunakan blender dan diayak dengan saringan 20 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel seragam. Serbuk hasil ayakan disimpan dalam wadah tertutup rapat agar tetap berkualitas. Bahan utama berupa daun sukun tua yang masih segar dicuci menggunakan air bersih sebelum dikeringkan.

Sementara itu, pembuatan serbuk jahe merah mengikuti tahapan serupa. Jahe merah dipotong menggunakan pisau di atas talenan, kemudian ditimbang dengan timbangan digital. Setelah proses pengeringan, bahan digiling menggunakan blender dan disaring dengan ayakan 20 mesh guna memperoleh ukuran partikel yang seragam. Hasil saringan disimpan dalam wadah tertutup untuk mencegah penyerapan kelembapan dan menjaga kestabilan senyawa bioaktifnya. Air bersih digunakan untuk mencuci jahe sebelum dikeringkan, sedangkan sendok dan piring berfungsi sebagai alat bantu selama proses berlangsung.

Dalam tahap pembuatan minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah, alat yang digunakan mencakup sendok untuk menakar dan mencampur bahan, timbangan digital untuk menyesuaikan formulasi, serta kantong teh kemasan sebagai wadah produk akhir agar praktis saat penyeduhan. Semua alat harus dalam kondisi bersih dan kering guna menjaga higienitas dan mutu produk.

Adapun pada analisis kandungan minuman herbal, digunakan sampel berupa serbuk daun sukun dan jahe merah untuk menguji kadar air dan kadar abu sebagai indikator mutu fisikokimia. Pengujian kadar air memanfaatkan oven, cawan porselen, desikator, dan timbangan analitik, sedangkan kadar abu

dianalisis menggunakan tanur (*muffle furnace*), cawan porselen, desikator, oven, neraca analitik, penjepit kurs, serta spatula.

## 2.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui dua tahap, yaitu tahap pendahuluan dan tahap utama. Pada tahap awal, dilakukan penelitian pendahuluan yang mencakup proses pembuatan bubuk daun sukun dan jahe merah dengan rancangan sebagai berikut:

### 1. Penelitian Pendahuluan

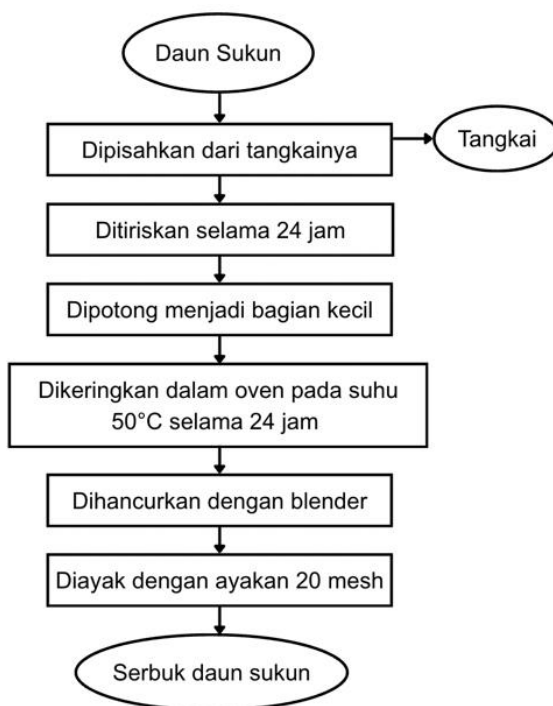
Penelitian pendahuluan mengenai pengembangan minuman herbal daun sukun (*Artocarpus altilis*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) didasarkan pada berbagai studi yang menunjukkan potensi keduanya sebagai bahan alami dengan aktivitas biologis tinggi, terutama dalam menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kapasitas antioksidan tubuh. Berdasarkan penelitian Lengkey (2022) dijelaskan bahwa infus daun sukun pada tikus yang diinduksi aloksan mampu menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan, sementara itu Dewi dan Afrioza (2022) membuktikan bahwa konsumsi air rebusan jahe merah selama 14 hari menurunkan kadar gula darah pasien diabetes mellitus secara bermakna ( $p < 0,05$ ). Sejalan dengan itu, penelitian Luthfiani & Setyowati (2023) juga menunjukkan bahwa seduhan jahe merah efektif menurunkan kadar glukosa darah sewaktu pada lansia penderita diabetes (Dewi & Afrioza, 2022; Lengkey, 2022; Luthfiani & Setyowati, 2023). Berdasarkan hasil-hasil tersebut, kombinasi daun sukun dan jahe merah dinilai berpotensi menghasilkan minuman herbal fungsional dengan efek sinergis sebagai antidiabetes dan antioksidan alami, sekaligus berkontribusi terhadap diversifikasi pangan lokal dan pengembangan produk kesehatan berbasis bahan alami Indonesia.

#### a. Pembuatan Serbuk Daun Sukun

Proses pembuatan serbuk daun sukun dilakukan dengan beberapa tahapan pengolahan untuk menghasilkan bahan kering yang siap digunakan sebagai minuman herbal. Daun sukun yang digunakan dipilih dari daun yang tua, kemudian dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan debu yang menempel. Setelah itu, daun ditiriskan dan dikeringkan terlebih dahulu di bawah sinar matahari hingga kadar airnya berkurang. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan menggunakan oven vakum pada suhu 60°C selama 3–6 jam sebagaimana dijelaskan oleh Ayuni (2022) hingga daun benar-benar kering dan rapuh. Daun sukun kering kemudian digiling menggunakan blender atau grinder sampai menjadi serbuk halus. Setelah itu, serbuk yang dihasilkan diayak menggunakan saringan berukuran 20 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam namun tidak terlalu halus.

- 1) Dipilih daun sukun tua yang berwarna hijau kekuningan sebagai bahan baku.
- 2) Daun sukun dipisahkan dari tangkainya, kemudian dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih.

- 3) Daun yang telah dicuci ditiriskan selama 24 jam di suhu ruang, lalu dipotong menjadi ukuran kecil.
- 4) Daun yang dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam hingga mencapai kondisi kering.
- 5) Daun kering dihancurkan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk halus.
- 6) Serbuk daun yang dihasilkan diayak menggunakan ayakan berukuran 20 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam.
- 7) Serbuk daun sukun yang telah halus disimpan dalam kantong plastik tertutup pada suhu ruang ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) hingga digunakan pada tahap selanjutnya.



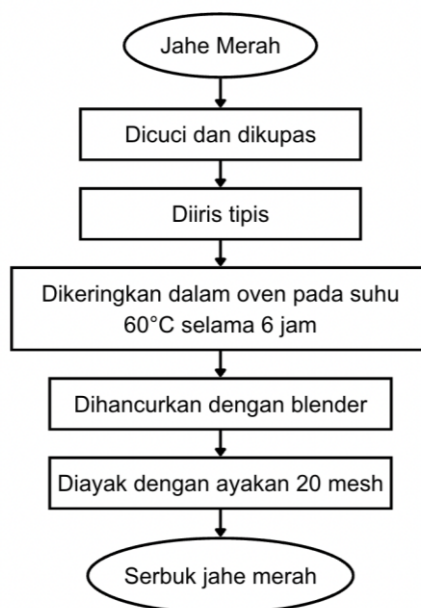
**Gambar 2. 1 Diagram Alir Pembuatan Serbuk Daun Sukun**

b. Pembuatan Bubuk Jahe Merah

Proses pembuatan serbuk jahe diawali dengan pemilihan jahe merah segar yang dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran dan kulit luar yang menempel. Jahe kemudian dipotong tipis-tipis dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 6 jam hingga kadar air berkurang dan tekstur menjadi kering. Setelah kering, jahe digiling menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus. Metode ini mengacu pada prosedur yang digunakan dalam penelitian Marantika dkk. (2024)

untuk penentuan karakteristik kimia bahan minuman herbal jahe. Namun dalam penelitian ini, sampel jahe yang digunakan berupa jahe yang masih dalam bentuk serbuk kasar, sehingga jahe hanya akan digiling kasar lalu diayak menggunakan ayakan 20 mesh (Marantika et al., 2024).

- 1) Rimpang jahe merah segar dikupas dan dicuci bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran.
- 2) Jahe yang telah bersih diiris tipis dengan ketebalan seragam.
- 3) Irisan jahe dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 6 jam hingga kadar air menurun.
- 4) Jahe kering dihancurkan menggunakan blender hingga berbentuk serpihan kasar.
- 5) Hasil penghancuran jahe diayak menggunakan ayakan berukuran 20 mesh untuk memperoleh serbuk jahe merah dengan ukuran seragam.
- 6) Serbuk jahe merah yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup pada suhu ruang hingga tahap berikutnya.



**Gambar 2. 2 Diagram Alir Pembuatan Bubuk Jahe Merah**

c. Pembuatan Minuman Herbal Berbasis Daun Sukun dan Jahe Merah

Pembuatan minuman herbal daun sukun dan jahe merah masing-masing kantong teh diisi 2,5 gram dan diseduh dengan air panas bersuhu 60-70°C sebanyak 200 ml. Berdasarkan penelitian Fadila (2020), dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi jahe merah dalam formula teh herbal daun sukun berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas antioksidan, yakni semakin tinggi kadar jahe merah yang ditambahkan, semakin tinggi pula aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Namun, hal

tersebut berbanding terbalik dengan hasil pengujian kadar air dan kadar abu yang menunjukkan bahwa jahe merah cenderung meningkatkan kelembapan dan kandungan mineral produk (Fadila, 2020). Sehingga dalam penelitian ini dikembangkan 3 (tiga) formula kombinasi daun sukun dan jahe merah, yakni dengan perbandingan daun sukun dan jahe merah adalah 3:1 ; 7:3 ; 2:1. Pengembangan formula ini didasari oleh penelitian Rempengan et al. (2024), yang menyatakan bahwa shogaol yang merupakan komponen bioaktif utama pada jahe merah memiliki aktivitas antioksidan tinggi yang mampu mengurangi dan melindungi jaringan dari stres oksidatif penyebab kerusakan sel  $\beta$  pankreas dan resistensi insulin (Rempengan et al, 2024). Hal ini sejalan dengan tujuan pengembangan produk sebagai alternatif dalam pencegahan diabetes melitus tipe 2. Adapun berikut komposisi dari masing-masing formula minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah dalam setiap kemasan.

**Tabel 2. 1 Formula Minuman Herbal Berbasis Daun Sukun dan Jahe Merah**

Bahan	Perlakuan (g)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Daun Sukun Tua (gram)	1,875	1,75	1,67
Jahe Merah (gram)	0,625	0,75	0,83

*Modifikasi dari Fadila (2020)*

## 2. Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan yaitu uji kadar air dan kadar abu minuman herbal berbasis daun sukun dan jahe merah.

### a. Analisis kadar air (thermogravimetri)

Kadar air merupakan parameter krusial dalam menentukan umur simpan produk pangan, karena kandungan air yang tinggi dapat mempercepat kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia (Taufik & Atma, 2023). Metode thermogravimetri, yang umum digunakan untuk mengukur kadar air, melibatkan pengeringan sampel dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya konstan, sehingga kehilangan massa mencerminkan kadar air dalam bahan tersebut. Prosedur ini telah diterapkan secara luas dalam analisis pangan untuk memastikan kualitas dan stabilitas produk selama penyimpanan (BSN, 2022).

- 1) Panaskan cawan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
- 2) Cawan didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang berat kosong cawan selama 15 menit.
- 3) Timbang berat cawan kosong dan kalibrasi, kemudian timbang bahan sebanyak 5 gram.
- 4) Panaskan cawan dan bahan dalam oven selama 5 jam pada suhu 105°C.
- 5) Dinginkan dalam desikator selama 10 menit dan timbang kembali.

- 6) Kemudian dipanaskan kembali ke dalam oven selama 5 jam pada suhu 105°C.
- 7) Perlakuan ini diulang sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,02).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B1 \text{ (Sebelum Dikeringkan)} - B2 \text{ (Setelah Dikeringkan)}}{B \text{ (Berat Sampel)}} \times 100\%$$

Keterangan:

B : Berat sampel (gram)

B1 : Berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan (gram)

B2 : Berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan (gram)

b. Analisis kadar abu (pengabuan kering)

Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan dan merupakan residu organik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. Kadar abu dari suatu produk menunjukkan kandungan mineral yang terdapat dalam bahan tersebut, kemurnian, serta kebersihan suatu produk yang dihasilkan (Kristiandi et al., 2021)

- 1) Panaskan cawan dalam tanur pada suhu 525°C selama  $\pm$  1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian timbang dengan neraca analitik ( $W_0$ )
- 2) Masukkan 3 gram sampel ke dalam cawan dan timbang ( $W_1$ )
- 3) Panaskan cawan yang berisi sampel dalam oven pada suhu 105°C
- 4) Tempatkan cawan yang berisi sampel tersebut dalam tanur pada suhu 525°C selama 3 jam, sampai terbentuk abu berwarna putih
- 5) Pindahkan ke dalam desikator dan dinginkan selama 30 menit kemudian timbang ( $W_2$ )
- 6) Dihitung kadar abu total (%)

$$\text{Kadar abu total (\%)} = \frac{(W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_0$ : Berat cawan kosong (gram)

$W_1$ : Berat cawan + sampel sebelum pembakaran (gram)

$W_2$ : Berat cawan + sampel setelah pembakaran (gram)

## 2.5 Pengolahan dan Analisis Data

Data primer dari hasil uji laboratorium yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis berdasarkan standar yang ada. Proses ini dilakukan secara sistematis agar hasil yang diperoleh valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Analisis tersebut bertujuan untuk memastikan data sesuai dengan kriteria mutu yang telah ditetapkan.

## **2.6 Penyajian Data**

Data yang telah dianalisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi untuk mempermudah pemahaman hasil penelitian. Penyajian tabel digunakan untuk menampilkan data secara sistematis dan terstruktur. Sementara itu, narasi digunakan untuk menjelaskan serta menafsirkan makna dari data yang disajikan dalam tabel tersebut.