

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tabanan merupakan kabupaten di Bali yang memiliki lahan pertanian yang subur dan sistem irigasi yang baik. Menurut data dari Dinas Pertanian Kabupaten Tabanan pada tahun 2022, Tabanan tercatat sebagai salah satu daerah penghasil bawang putih dengan produksi tahunan 151 ton. Terdapat jenis bawang putih yang umum dibudidayakan di Tabanan, yaitu bawang putih tunggal (BPS Provinsi Bali, 2023). Bawang putih tunggal memiliki umbi yang lebih kecil dan hanya terdiri dari satu siung per umbi (Tran *et al.*, 2020).

Bawang putih (*Allium sativum* L.) telah lama dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan. Kandungan senyawa yang terdapat dalam umbi bawang putih diantaranya adalah allicin dan sulfur amino acid alliin. Penelitian menunjukkan efek farmakologis bawang putih, diantaranya sebagai antibakteri, antijamur, antihipertensi, antikanker dan antioksidan. Bawang putih dapat diolah dengan cara fermentasi dan menghasilkan bawang hitam atau yang biasa disebut *black garlic* (Batiha *et al.*, 2020).

Black garlic merupakan produk fermentasi dari bawang putih yang dipanaskan pada suhu 65-80°C dengan kelembapan 70-80% dari suhu kamar selama satu bulan. *Black garlic* memiliki warna hitam dan ringan karena kadar airnya berkurang, serta memiliki aroma dan rasa yang tidak terlalu menyengat seperti bawang putih. Senyawa kimia yang terkandung dalam *black garlic* adalah S-allylcysteine membantu penyerapan allicin yang dapat melindungi dari infeksi bakteri (Pramitha dan Sundari, 2022). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lee *et al.*, 2019 menyebutkan bahwa aktivitas antioksidan bawang hitam (*black garlic*) lebih kuat dibandingkan dengan bawang putih dengan nilai TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant*) berturut-turut adalah $13,3 \pm 0,5$ dan $59,2 \pm 0,8$ mol/g. Selain itu aktivitas antioksidan bawang hitam 2 kali lebih tinggi (Lee *et al.*, 2019).

Kadar fenolik total adalah senyawa yang dapat memiliki aktivitas antioksidan. Antioksidan sangat diperlukan bagi penyembuhan dan pengobatan penyakit *degenerative* seperti diabetes, kerusakan hati, peradangan, kanker, kardiovaskular, gangguan saraf dan proses penuaan. Antioksidan adalah suatu zat yang dibutuhkan tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan akibat radikal bebas terhadap sel normal. Antioksidan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki dan menghambat terjadinya reaksi pembentukan radikal bebas (Agustina *et al.*, 2020).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian sejenis diantaranya yaitu penelitian untuk mengetahui aktivitas antioksidan *black garlic* tunggal secara in-vitro dengan DPPH. Proses fermentasi dilakukan selama 3 minggu didalam *rice cooker*. Pengujian aktivitas antioksidan *black garlic* dilakukan dengan menggunakan DPPH sebagai sumber radikal dan diujikan dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *black garlic* tunggal memiliki kapasitas antioksidan sangat kuat dengan nilai sebesar 1,529 ppm (Pramitha dan Sundari. 2022).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Romsiah *et al.*, 2022 memperlihatkan perbandingan pada empat sampel yang dikelompokkan menjadi 2 jenis sampel yaitu sampel segar yang terdiri dari bawang putih dan bawang putih tunggal, serta sampel fermentasi yang terdiri dari *black garlic* dan *solo black garlic*. Percobaan sampel tersebut dibuat dengan menggunakan *rice cooker* dengan menggunakan suhu (*warm*) 70-80°C selama 7 hari. Hasil dari penelitian dikatakan bahwa aktivitas antioksidan yang paling tinggi didapatkan dari ekstrak *solo black garlic* dan yang paling terendah didapatkan dari ekstrak bawang putih. Selanjutnya penelitian yang serupa pada (Solichah *et al.*, 2021) untuk mengetahui pengaruh waktu pemanasan terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dari bawang hitam. Percobaan dilakukan dengan perlakuan waktu pemanasan yang berbeda pada selang waktu 0-15 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan bawang hitam semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Waktu pemanasan berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$)

terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dibandingkan dengan bawang putih.

Waktu pemanasan yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap senyawa bioaktif dalam bawang hitam. Semakin lama waktu fermentasi bawang hitam, maka kandungan S-allylcysteine (SAC) semakin meningkat (Bae, 2021). Karena adanya peningkatan polifenol, flavonoid, dan kandungan asam askorbat selama pemanasan (Xu *et al.*, 2007). Penelitian ini menawarkan kebaruan dari segi analisa aktivitas antioksidan *black garlic* dari jenis bawang putih tunggal, karena kadar allicin bawang putih tunggal lebih tinggi dimana allicin merupakan senyawa sulfur yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Shang *et al.*, 2020). Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan Pembuatan *Black Garlic* Terhadap Kadar Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan *black garlic* dengan variasi pemanasan dari bawang putih tunggal yang sampel nya diambil dari Kabupaten Tabanan. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang bagaimana proses pemanasan mempengaruhi kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan *black garlic*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibuat, maka dapat dibuat rumusan masalah yaitu:

1. Apakah variasi waktu pemanasan mempengaruhi kadar fenolik total pada *black garlic*?
2. Apakah variasi waktu pemanasan mempengaruhi kategori aktivitas antioksidan (IC_{50}) pada *black garlic*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dapat dibuat tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk menentukan apakah variasi waktu pemanasan mempengaruhi kadar fenolik total pada *black garlic*.
2. Untuk menentukan apakah variasi waktu pemanasan mempengaruhi kategori aktivitas antioksidan (IC_{50}) pada *black garlic*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi dalam pengujian pengaruh waktu pemanasan bawang putih tunggal terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan *black garlic*.

1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengaruh waktu pemanasan terhadap pembuatan *black garlic*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih atau garlic berasal dari Bahasa Inggris kuno “*gar*” yang berarti tombak atau ujung tombak, dan “*lic*” yang berarti umbi atau bakung. Garlic juga dinamakan dengan *Allium sativum* yang berasal dari bahasa Celtic “*All*” yang berarti berbau tidak sedap, dan “*sativum*” yang berarti tumbuh. Bawang putih merupakan bagian dari famili *liliaceae*, ordo *liliales*, kelas *liliopsida*. Zat aktif yang terdapat dalam bawang putih diantaranya, *allicin* (0,2-1%), minyak atsiri (0,2%), alkaloid, terpenoid, tanin dan flavonoid sebanyak (0,41%) (Astuti *et al.*, 2022).



Sumber: (Foto Pribadi)

Gambar 2.1. Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah tanaman umbi yang kaya akan manfaat seperti sebagai rempah dan juga merupakan tanaman obat-obatan sehingga tanaman ini terus dibudidaya dan ditingkatkan produksinya. Bawang putih mempunyai banyak manfaat, kandungan allicin pada bawang putih dapat mencegah aterosklerosis, antikoagulan (menghancurkan pembekuan darah), menurunkan kolesterol tinggi, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Bawang putih mengandung senyawa kimia yang sangat bermanfaat bagi manusia yaitu *allin*, *adenosine*, *diallyl-disulfide*, *scoranim*, *allisin*, kandungan bawang putih yang efektif sebagai antihipertensi adalah allylmethyl sulfide (Novitasari *et al.*, 2023).

2.2. Klasifikasi Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Klasifikasi tanaman bawang putih termasuk dalam familia *Liliaceae*. Tanaman bawang putih memiliki nama yang berbeda pada setiap daerah seperti dason putih (Minangkabau), kasuna (Bali), bawang bodas (Sunda), bawang (Jawa Tengah), bhabang poote (Madura), bawa badudo (Ternate), lasuna mawura (Minahasa), dan bawa fiufer (Irian Jaya) (Moulia *et al.*, 2018).

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Monocotyledonae</i>
Bangsa	<i>Liliales</i>
Suku	<i>Liliaceae</i>
Marga	<i>Allium</i>
Jenis	<i>Allium sativum</i> L.

Sumber: (Putri *et al.*, 2020).

2.2.1. Morfologi Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Morfologi pada tanaman bawang putih yaitu memiliki tinggi tanaman sekitar 30-75 cm, tumbuh secara berumpun dan berdiri tegak. Batang semu adalah batang yang nampak di atas permukaan tanah yang terdiri dari pelepah-pelepah daun. Sedangkan batang yang sebenarnya berada di dalam tanah. Pangkal batang tumbuh akar berbentuk serabut kecil yang banyak dengan panjang kurang dari 10 cm. Akar yang tumbuh pada batang pokok bersifat rudimenter, berfungsi sebagai alat penghisap makanan.

Umbi bawang putih berwarna putih terdiri dari 8-20 siung (anak bawang). Antara siung satu dengan yang lainnya. Dipisahkan oleh kulit tipis dan liat, serta membentuk satu kesatuan yang kuat dan rapat. Terdapat lembaga di dalam siung yang dapat tumbuh menerobos pucuk siung menjadi tunas baru, serta daging

pembungkus lembaga yang berfungsi sebagai pelindung sekaligus gudang persediaan makanan. Helaian daun bawang putih memiliki panjang mencapai 30-60 cm dan lebar 1-2,5 cm, berbentuk pita. Tanaman memiliki 7-10 helai daun. Pelepah daun pisang, merupakan satu kesatuan yang membentuk batang semu. Bunga yang tersusun membulat dengan diameter 4-9 cm, membentuk infloresensi payung merupakan bunga majemuk. Perhiasan bunga berupa tenda bunga dengan 6 tepala berbentuk bulat telur. Ada 6 buah stamen dengan Panjang filamen 4-5 mm, bertumpu pada dasar perhiasan bunga berupa tenda bunga dengan 6 kepala berbentuk bulat telur. Ada 6 buah stamen dengan Panjang filamen 4-5 mm, bertumpu pada dasar perhiasan bunga. Ovarium superior, tersusun atas 3 ruangan. Buah kecil berbentuk kapsul loculicidal (Moulia *et al.*, 2018).

2.2.2. Kandungan Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih mempunyai banyak manfaat, kandungan allicin pada bawang putih dapat mencegah aterosklerosis, antikoagulan (menghancurkan pembekuan darah), menurunkan kolesterol tinggi, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Bawang putih mengandung senyawa kimia yang sangat bermanfaat bagi manusia yaitu *allin*, *adenosine*, *diallyl-disulfide*, *scorarin*, *allisin*, kandungan bawang putih yang efektif sebagai antihipertensi adalah allylmethyl sulfide. Bawang putih mengandung allicin dan hydrogen sulfida yang efektif menghancurkan bekuan darah di arteri, menurunkan tekanan darah, serta dapat memperbesar pembuluh darah dan membuat pembuluh darah tidak terlalu kaku sehingga tekanan darah pun menurun. Kemampuan bawang putih dalam menurunkan risiko hipertensi secara signifikan berkaitan dengan adanya zat aktif yang dikenal sebagai allicin dan sulfida. Zat ini merupakan zat yang berfungsi merelaksasi pembuluh darah, mengurangi segala tekanan dan kerusakan yang ditimbulkan oleh darah (Amir *et al.*, 2022).

2.2.3. Manfaat Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Manfaat bawang putih antara lain membantu menurunkan kadar kolesterol. Senyawa yang memiliki sifat anti kolesterol dan membantu mencegah penggumpalan darah. Ada juga penelitian yang menunjukkan bahwa mengonsumsi bawang putih secara rutin, sekitar 2 hingga 3 siung sehari, dapat mencegah penyakit jantung. Hal ini karena bawang putih membantu mengurangi penyumbatan pada arteri jantung sehingga mengurangi terjadinya serangan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh University of Minnesota, bawang putih juga dapat mencegah penyakit kanker. Penelitian ini menunjukkan bahwa jika bawang putih dikonsumsi secara rutin, risiko kanker di usia tua berkurang hingga 50% (Sofaria *et al.*, 2023).

Menurut Dr. Gilles Filion di Institut Pasteur di Perancis percaya bahwa bawang putih dapat mengurangi stress, kecemasan dan depresi. Artinya sederhana dan efektif. Ia menemukan bahwa bawang putih membantu melepaskan serotonin, zat kimia yang berperan dalam mengendalikan berbagai suasana hati dan perilaku, termasuk kecemasan, depresi, nyeri, kemarahan, stress, kurang tidur, dan ingatan. Kadar serotonin yang tinggi di otak bertindak sebagai obat penenang yang membuat tubuh rileks, meningkatkan kualitas tidur, dan mengurangi perubahan suasana hati. Selain itu, bawang putih membantu mengatur sistem serotonin. Dan masih banyak penyakit menular dan tidak dapat disembuhkan lainnya yang tidak dapat diobati dengan bawang putih (Untari *et al.*, 2018).

2.3. *Black Garlic*

Black garlic adalah bawang putih yang telah diproses melalui proses pemanasan sehingga berubah warna menjadi hitam dan memiliki rasa yang lebih manis dan kaya. Proses ini disebut “*caramelisasi*” atau “*Maillard reaction*”. Manfaat senyawa *S-allylcystein* dari *black garlic* adalah membantu menurunkan kadar kolesterol serta senyawa antioksidan pada *black garlic* dapat membantu mengatur kadar gula darah dan mencegah komplikasi diabetes. Selain memiliki manfaat yang banyak *black garlic* juga memiliki efek samping apabila dikonsumsi dalam jumlah yang

berlebihan yaitu dapat menyebabkan gangguan pencernaan, alergi, atau interaksi dengan obat-obat tertentu (Solichah *et al.*, 2021).



Sumber: (Foto Pribadi)

Gambar 2.2. Black Garlic

Black Garlic atau yang biasa disebut bawang hitam merupakan hasil pemanasan 65-80°C dan kelembaban ruangan 70-80% suhu ruangan, proses fermentasi bawang putih selama 30 hari. *Black garlic* berwarna hitam, setelah difermentasi sarinya ditiriskan, menjadi bening dan memiliki rasa serta bau yang berbeda dari sebelum fermentasi. Fermentasi bawang putih menjadi *black garlic* juga dapat dilakukan pada suhu 90-60°C dan kelembaban 80-90°C atau pada suhu dan kelembaban berapa pun selama 10 hari, dan hasilnya akan menunjukkan warna hitam/coklat karena reaksi *Maillard*. *Black garlic* telah dikenal sebagai bumbu oleh masyarakat Asia selama ratusan tahun, dan dalam 10 tahun terakhir telah dikenal hingga negara lain. Menurut Qotrunnada Salsabila dan Hendri Busman (2021) mengatakan berdasarkan hasil penelitiannya, proses fermentasi bawang putih menjadi *black garlic* memiliki efek anti inflamasi (Patimah *et al.*, 2023).

2.3.1. Kandungan *Black Garlic*

Genus tanaman *allium* sangat kaya akan vitamin, serat, senyawa fenolik, mineral, enzim dan asam amino esensial. *Allicin*, juga dikenal sebagai *diallyl thiosulfinate*, adalah anggota paling umum dan penting dari kelompok ini. Komponen *allicin* pada *black garlic* menghambat aktivitas ACE dengan mengubah angiotensin I menjadi angiotensin II, suatu vasokonstriktor yang kuat. Efek ini

mirip dengan ACE inhibitor. Mengurangi sekresi dari kelenjar adrenal tanpa adanya angiotensin II juga membantu darah menempel pada dinding pembuluh darah, terutama yang mengalami disfungsi endotel.

Black garlic dapat mencegah kerusakan dinding pembuluh darah karena mengandung antioksidan seperti flavonoid, asam fenolik, vitamin dan S-Allicysteine. Selain itu, *black garlic* dapat menurunkan trigliserida, menurunkan kolesterol total dan LDL, serta meningkatkan kolesterol HDL 14. Flavonoid Bawang putih hitam mempunyai bau dan rasa seperti bawang putih. Selain perubahan fisik dan rasa yang terjadi selama pemanasan, enzim juga dapat menghidrolisis senyawa *alliin* sehingga menghasilkan senyawa *allicin*. Kompleks *alliin* inilah yang memberikan aroma yang kuat pada bawang putih, namun kompleks *alliin* diubah menjadi SAC, bau bawang putih tersebut hilang. Bawang putih hitam memiliki empat hingga delapan kali dari bawang putih (Morawati *et al.*, 2018).

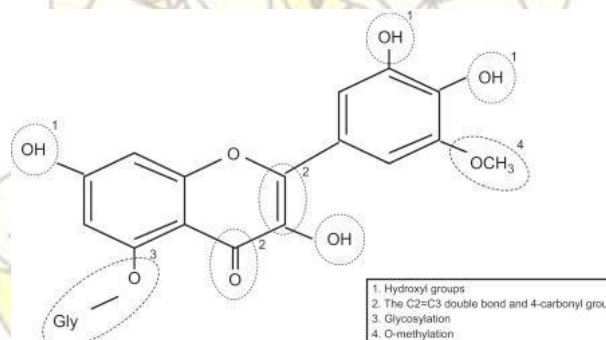
2.3.2. Manfaat *Black Garlic*

Menurut Data World Health Organization (WHO) pada tahun 2018 menunjukkan bahwa sekitar 1,13 miliar orang di dunia menderita tekanan darah tinggi, yang berarti 1 dari 3 orang di dunia menderita tekanan darah tinggi. Jumlah penderita tekanan darah tinggi terus meningkat setiap tahunnya, dan diperkirakan pada tahun 2025, 1,5 miliar orang akan menderita tekanan darah tinggi, dan sekitar 9,4 juta orang akan mengalami tekanan darah tinggi setiap tahunnya. Saat ini menurut riset kesehatan dasar sebesar 34,1%. Angka ini meningkat sebesar 25,8% dibandingkan prevalensi hipertensi pada Riskesdas 2013. Jumlah penderita darah tinggi baru di wilayah Banyuwangi mencapai 8.863 jiwa pada tahun 2022. Hasil penelitian pertama yang dilakukan pada 27 Maret hingga 27 April 2023 menunjukkan data RS Yosomulyo Gambiran, Banyuwangi, jumlah pasien hipertensi sebanyak 127 pasien yang dikunjungi secara rutin dan aktif.

Black garlic adalah jenis bawang putih yang di fermentasi pada suhu tinggi hingga berubah menjadi hitam. *Black garlic* mengandung protein, polifenol,

flavonoid, karbohidrat, lemak, kalsium, gula, vitamin C dan zat besi. Vitamin C merupakan antioksidan bagi tubuh yang mampu melawan radikal bebas penyebab kanker, *kalsium* berperan penting dalam menjaga tulang dan gigi, sedangkan zat besi diserap untuk pembentukan sel darah merah dan hemoglobin, dapat mencegah anemia. Selain itu, bawang putih mengandung flavonoid dan polifenol. Kandungan *polifenol* pada *black garlic* 9,3 kali lebih tinggi dibandingkan bawang putih. Kadar *S-allyl-sistein* pada bawang hitam meningkat 4,3 hingga 6,3 kali lipat selama pengobatan. *S-allyl-cysteine* (SAC) adalah senyawa organik dalam bawang putih yang melindungi terhadap stress oksidatif dan peradangan. Kandungan *flavonoid* pada bawang hitam turut berperan dalam menjaga kesehatan jantung. Senyawa ini berperan dalam mencegah hipertensi (tekanan darah tinggi) (Damayanti *et al.*, 2024).

2.4. Kadar Fenolik Total



Sumber: (Ayuchecaria *et al.*, 2020)

Gambar 2.3. Struktur Kimia Kadar Fenolik Total

Senyawa fenolik adalah senyawa yang dapat memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik dapat bertindak sebagai antioksidan dengan memutuskan ikatan rantai radikal bebas secara langsung dan menangkap berbagai spesies reaktif. Kadar fenolik total biasanya diukur menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Metode ini melibatkan reaksi antara senyawa fenolik dengan reagen Folin-Ciocalteu, yang menghasilkan warna biru. Antioksidan sangat diperlukan bagi penyembuhan dan pengobatan penyakit *degenerative* seperti diabetes, kerusakan hati, peradangan, kanker, kardiovaskular, gangguan syaraf dan proses penuaan. Antioksidan sangat

bermanfaat karena dapat menghambat radikal bebas. Antioksidan yang diproduksi secara alami memiliki kelebihan lebih sedikit efek toksik dibandingkan antioksidan sintetik. Senyawa fenolik adalah senyawa kimia yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi dan gugus kromofor dapat ditentukan kadarnya menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis (Ayuchecaria *et al.*, 2020).

Pengujian kadar fenolik total bertujuan untuk mengetahui kadar senyawa fenolik yang terkandung dalam *black garlic* yang memiliki aktivitas antioksidan. Reagen *Folin-Ciocalteu* akan tereduksi menjadi kompleks *molybdenum blue* yang berwarna biru sehingga dapat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis, sedangkan senyawa fenolik akan teroksidasi menjadi ion fenolat. Larutan Na_2CO_3 yang ditambahkan dalam uji fenolik bertujuan untuk membuat suasana basa agar senyawa fenolik mengalami disosiasi proton menjadi ion fenolat. Asam galat digunakan sebagai larutan standar karena merupakan asam heteropoly yang memiliki 3 gugus *hydroxyphenolic* yang akan dioksidasi oleh *Folin-Ciocalteu* (Safitri dan Herdyastuti, 2021).

Konsentrasi senyawa fenolik semakin besar maka semakin banyak ion fenolat yang terbentuk. Sehingga, akan semakin banyak fosfomolibdat-fosfotungat yang tereduksi oleh ion fenolat dan warna biru yang dihasilkan semakin pekat. Senyawa fenolik bersifat reduksi oksidasi yang berperan sebagai antioksidan dikarenakan senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil pada cincin aromatic yang berfungsi sebagai donor atom hydrogen saat bereaksi dengan senyawa radikal bebas sehingga proses oksidasi terhambat dan senyawa radikal bebas berkurang. Apabila gugus hidroksil yang dimiliki senyawa fenolik semakin banyak, aktivitas antioksidan yang dimiliki juga semakin tinggi (Solichah *et al.*, 2021).

2.5. Antioksidan

Antioksidan secara biologis didefinisikan sebagai suatu senyawa yang memiliki kemampuan dalam mencegah proses oksidasi akibat radikal bebas. Ketidakmampuan antioksidan yang ada di dalam tubuh seperti katekin, vitamin C, vitamin E, beta karoten, polifenol, dan flavonoid untuk menetralkan radikal bebas

dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan suatu penyakit yakni penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif merupakan penyakit yang keadaan fungsi dari organ atau jaringan tubuh glikogen dan tidak dapat masuk ke dalam sel sehingga terjadi peningkatan jumlah glukosa. Mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan cara yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan antioksidan yang ada dalam tubuh dan menghindari terjadinya penyakit degeneratif (Safitri dan Herdyastuti, 2021).

Antioksidan adalah suatu zat yang dibutuhkan tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan akibat radikal bebas terhadap sel normal. Antioksidan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi pembentukan radikal bebas. Antioksidan dapat menunda atau menghambat kerusakan sel terutama melalui sifat penangkal radikal bebasnya. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat (Ibroham *et al.*, 2019).

Tubuh manusia dapat memproduksi antioksidan seperti antioksidan enzimatis, misalnya *superoxide dismutase* (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx), dan *catalase* (CAT), kemudian antioksidan non enzimatis misalnya asam askorbat (Vitamin C), *glutathione* (GSH), *carotenoid*, flavonoid, dan lainnya. Antioksidan dapat digolongkan dalam dua kelas yaitu:

- a. Antioksidan preventif, yang dapat mengurangi kecepatan inisiasi (permulaan) rantai reaksi.
- b. Antioksidan pemutus rantai yang akan memotong perbanyakkan reaksi berantai (Ibroham *et al.*, 2019).

2.6. Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan suatu atom yang memiliki satu atau elektron yang tidak berpasangan pada orbital luarnya sehingga bersifat sangat reaktif (tidak stabil). Untuk mencapai kestabilan, radikal bebas akan bereaksi dengan atom pada molekul di sekitarnya. Akibatnya molekul yang kehilangan atom akan berubah juga menjadi suatu radikal, menyebabkan reaksi berantai yang akhirnya akan merusak sel. *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS) merupakan radikal bebas yang dapat berasal dari sumber endogen (dari dalam tubuh) seperti mitokondria, peroksisom, retikulum endoplasma sel fagosit, inflamasi, stress mental, infeksi.

Radikal bebas dapat berefek negatif pada molekul biologis seperti asam nukleat, lipid, protein tubuh. Hal ini berkaitan dengan berbagai penyakit yang disebabkan radikal bebas seperti diabetes melitus, penyakit *neurodegenerative* (Parkinson, Alzheimer, *multiple sclerosis*), penyakit kardiovaskular, penyakit pada pernapasan. Antioksidan dibutuhkan dalam menangkal radikal bebas. Normalnya, tubuh akan mampu membentuk antioksidan endogen (secara enzimatik dan nonenzimatik) untuk melindungi sel dari radikal bebas (Effendy *et al.*, 2024).

2.7. Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)

Metode DPPH adalah metode yang digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan dalam sampel dengan melihat kemampuannya dalam menangkal radikal bebas DPPH. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah DPPH, dimana absorbansi dari sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan pendekatan kuantitatif untuk menilai efektivitas antioksidan. DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil pada suhu kamar, pada suhu kamar DPPH adalah radikal bebas yang stabil, berbentuk kristal berwarna ungu dan digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan berupa senyawa atau ekstrak bahan alam (Rorong *et al.*, 2018).

Radikal DPPH adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil dengan absorbansi kuat panjang gelombang 517 nm dengan warna

violet gelap. Penangkap radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil. Setelah bereaksi dengan senyawa antioksidan, DPPH tersebut akan tereduksi dan warnanya akan berubah menjadi kuning. Perubahan tersebut dapat diukur dengan spektrofotometer, dan diplotkan terhadap konsentrasi. Penurunan intensitas warna yang terjadi disebabkan oleh berkurangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH. Hal ini dapat terjadi apabila adanya penangkapan satu elektron oleh zat antioksidan, menyebabkan tidak adanya kesempatan elektron tersebut untuk beresonansi (Rorong *et al.*, 2018).

Secara komperatif, salah satu manfaat dalam menggunakan metode DPPH untuk mengukur aktivitas antioksidan adalah seberapa cepat dan mudah diselesaikan. Radikal bebas DPPH akan ditangkap oleh senyawa antioksidan melalui reaksi penangkapan atom hidrogen dari senyawa antioksidan oleh radikal bebas untuk mendapatkan pasangan elektron dan mengubahnya menjadi DPPH (Dewi *et al.*, 2023).

Tabel 2.2. Kategori Antioksidan Berdasarkan *Inhibition Concentration* 50%

Sifat Antioksidan	Nilai IC ₅₀ (µg/ml)
Sangat kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	100-250
Lemah	250-500
Sangat Lemah	>500

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

2.8. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan metode pengukuran serapan cahaya oleh suatu senyawa di dalam ultraviolet dan sinar tampak (*Visible*). Panjang gelombang dari sinar tampak, yaitu radiasinya berkisar antara 400-700 nm. Panjang gelombang diantaranya memberikan warna biru, hijau, kuning, oranye. Radiasi UV tak terlihat oleh mata dengan panjang gelombang 100-400 nm. Radiasi UV atau

sinar tampak apabila diabsorpsi oleh suatu senyawa, hasilnya adalah transisi elektron dari keadaan energi terendah suatu senyawa ke keadaan energi yang lebih tinggi karena tereksitasi. Transisi elektron ini dapat dikorelasi dengan panjangnya penyatuan ikatan π dari suatu senyawa. Penggunaan spektrofotometri UV-Vis yang utama adalah untuk analisis kuantitatif (Abidin *et al*, 2019).

Keuntungan utama metode spektrofotometer adalah bahwa metode ini memberikan cara yang sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat angka yang terbaca langsung dicatat oleh detector dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam spektrofotometri adalah:

1. Pada saat pengenceran alat-alat pengenceran harus benar-benar bersih tanpa adanya zat pengotor.
2. Dalam penggunaan alat harus benar-benar steril.
3. Jumlah zat yang dipakai harus sesuai dengan yang telah ditentukan.
4. Dalam penggunaan spektrofotometer UV, sampel harus jernih dan tidak keruh.
5. Dalam penggunaan spektrofotometer UV-Vis, sampel harus berwarna.

Faktor-faktor yang sering menyebabkan kesalahan dalam menggunakan spektrofotometer dalam mengukur konsentrasi suatu analit adalah:

1. Adanya serapan oleh pelarut. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan blanko, yaitu larutan yang berisi selain komponen yang akan dianalisis termasuk zat pembentuk warna.
2. Serapan oleh kuvet. Kuvet yang biasanya dari bahan gelas atau kuarsa, namun kuvet dari kuarsa memiliki kualitas yang lebih baik.
3. Kesalahan fotometrik normal pada pengukuran dengan absorbansi sangat rendah atau sangat tinggi, hal ini dapat diatur dengan pengaturan konsentrasi, sesuai dengan kisaran sensitivitas dari alat yang digunakan (melalui pengenceran atau pemekatan) (Putri, 2017).

Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) berdasar pada serapan cahaya, dimana atom dan molekul berinteraksi dengan cahaya. Gabungan antara prinsip spektrofotometer *Ultraviolet* dan *visible* disebut spektrofotometer. Sumber UV dan *visible* adalah dua sumber sinar yang berbeda yang digunakan pada instrumen ini. Spektrofotometer UV-Vis berdasar pada hukum Lambert-Beer. Jika sinar monokromatik melewati suatu senyawa maka sebagian sinar akan diabsorpsi, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi akan dipancarkan. Cermin yang berputar pada bagian dalam spektrofotometer akan membagi sinar dari sumber cahaya menjadi dua. Panjang gelombang pada daerah ultraviolet adalah 180-380nm, sedangkan pada daerah *visible* adalah 380-780 nm (Zelviani *et al*, 2021).

2.8.1. Hukum Lambert-Beer

Hukum Lambert-Beer adalah hubungan antara absorpsi radiasi dan panjang gelombang medium yang dilalui dinyatakan dengan Hukum Lambert. “Jika suatu sinar monokromatis dilewatkan pada larutan yang tebalnya sebesar dB , maka intensitas akan turun sebesar dI , berbanding langsung dengan intensitas sinar datang”. Hukum Lambert-Beer menyatakan intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding lurus dengan tebal dan konsentrasi larutan. Dalam hukum Lambert-Beer ada beberapa pembatasan yaitu:

- Sinar yang digunakan dianggap monokromatis.
- Penyerapan terjadi dalam suatu volume yang mempunyai penampang luas yang sama.
- Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung atau dipengaruhi terhadap molekul yang lain (Agustin *et al.*, 2020).

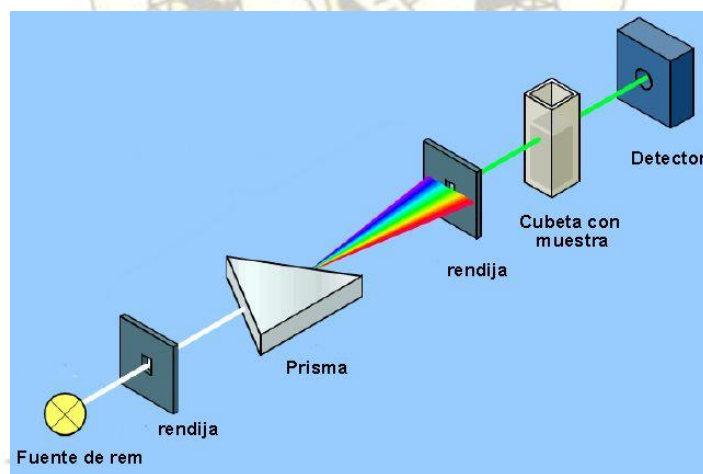
2.8.2. Jenis-Jenis Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Metode spektrofotometer terdiri atas dua alat yaitu spektrometer dan fotometer. Alat ini

akan menghasilkan cahaya yang disebut *beam* dan dilewatkan ke gelombang tertentu sehingga dihasilkan sinar dengan panjang gelombang tertentu lalu panjang gelombang tertentu ini akan diukur dengan alat fotometer. Fotometer akan mengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi. Hasil dapat terbaca langsung dan dicatat oleh detektor dan tercetak dalam angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan. Jenis spektrofotometer dibagi menjadi dua berdasarkan kelasnya yaitu single beam dan double beam (Nawangsih *et al.*, 2024).

1. Spektrofotometer *Single-Beam*

Single-beam digunakan untuk mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. Keuntungan *single beam* adalah sederhana dan harganya murah. Pada *single-beam* Panjang gelombang terendah 190-210 nm dan yang tertinggi adalah 800-1000 nm (Yanti, 2022).



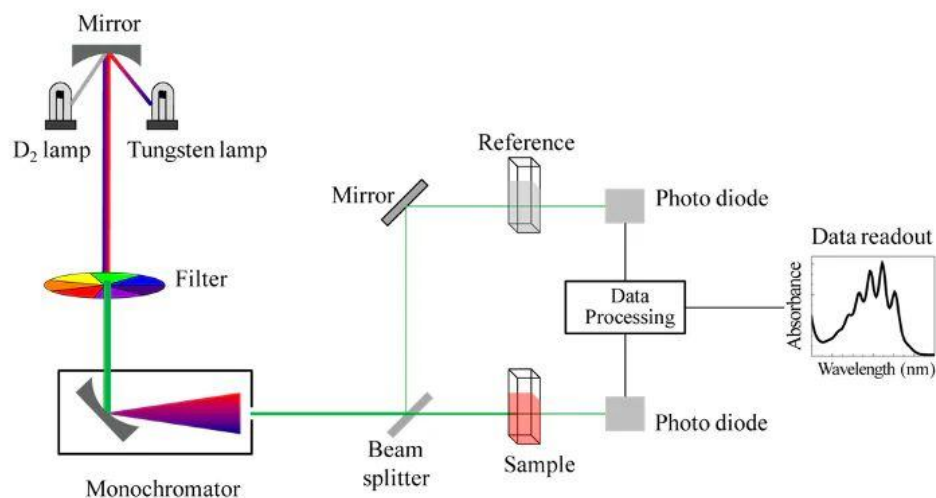
Sumber: (Yanti, 2022).

Gambar 2.4. Diagram Alat Spektrofotometer UV-Vis (*Single-Beam*)

2. Spektrofotometer *Double-Beam*

Double-beam memiliki dua sinar yang terbentuk dari potongan cermin yang berbentuk V dan disebut sebagai pemecah sinar. Sinar yang terbagi ini memiliki peran masing-masing, sinar pertama melewati larutan pembanding atau blanko sedangkan sinar kedua secara bersamaan melewati sampel. Lampu deuterium

berperan sebagai sinar UV dan lampu wolfram sebagai sinar tampak (Sari *et al.*, 2019).



Sumber: (Sari *et al.*, 2019).

Gambar 2.5. Skema Spektrofotometri Uv-Vis (*Double-Beam*)

2.9. Metode

Salah satu jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental untuk membuktikan adanya kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dari *black garlic*. Pada umumnya metode penelitian eksperimen digunakan dalam penelitian yang bersifat laboratoris, tujuan dari penelitian eksperimen yaitu untuk meneliti atau mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan tertentu terhadap gejala suatu kelompok tertentu dikomparasikan terhadap kelompok lain yang diberi perlakuan yang berbeda. Secara garis besar tujuan penelitian ini; *pertama* menguji hipotesis yang diajukan; *kedua* memprediksi kejadian dalam eksperimental; ketiga menarik generalisasi hubungan antara variabel (Arifin *et al.*, 2019).

Penelitian eksperimental merupakan satu-satunya tipe penelitian yang lebih akurat/teliti dibandingkan dengan penelitian lainnya, dalam menentukan relasi hubungan sebab akibat. Hal ini dikarenakan dalam penelitian eksperimen peneliti dapat melakukan pengawasan (kontrol) terhadap variabel bebas baik sebelum penelitian maupun selama penelitian. Melalui penelitian eksperimen ini peneliti

mampu mengontrol kondisi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hal penting diperhatikan dalam penelitian eksperimental adalah bahwa peneliti dengan berhati-hati mengontrol dan memanipulasi kondisi-kondisi yang menentukan peristiwa-peristiwa yang mana menjadi perhatian peneliti, mengenalkan sebuah intervensi dan mengukur perbedaan yang dibuatnya. Melalui penelitian eksperimen dapat menegaskan dan mendukung ataupun tidak mendukung sebuah hipotesis nol, serta menemukan efek-efek dari variabel tertentu. Kekurangan dari metode penelitian eksperimen itu sendiri adalah hasil percobaan tidak selalu sesuai dengan harapan, fasilitas dan peralatan percobaan yang kurang, memerlukan waktu yang lama serta menuntut ketelitian, kesabaran, dan ketabahan (Ramdani *et al.*, 2023).

2.10. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul tanpa membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Analisis deskriptif merupakan analisis yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai data yang dikumpulkan dalam penelitian. Penyajian data dalam statistika deskriptif diantaranya dalam bentuk tabel, grafik/diagram, ukuran pemusatan, ukuran nilai tempat dan ukuran penyebaran. Pada analisis deskriptif ini tidak ada pengujian hipotesis sehingga tidak ada kesimpulan yang bisa ditarik, hanya terbatas pada pendeskripsian nilai statistiknya saja seperti persentase, mean, standar deviasi, varians dan sebagainya.

Analisis deskriptif adalah analisis yang tingkat pengerjaannya adalah untuk menghimpun, mengatur, dan mengolah data untuk dapat disajikan dan memberikan gambaran yang jelas mengenai suatu kondisi atau peristiwa tertentu dimana data diambil. Kelebihan dari metode analisis deskriptif yaitu dapat memberikan informasi yang penyajiannya akan memudahkan pembaca atau pengguna informasi untuk dapat membaca dan memanfaatkan data secara lebih mudah (Muhson, 2017).

2.11. Kerangka Konseptual

2.10.1. Kerangka Teori

Tabanan merupakan kabupaten di Bali dan memiliki lahan pertanian yang subur dan sistem irigasi yang baik. Menurut data dari Dinas Pertanian Kabupaten Tabanan pada tahun 2022, Tabanan tercatat sebagai salah satu daerah penghasil bawang putih dengan produksi tahunan 151 ton (BPS Provinsi Bali, 2023).



Bawang putih (*Allium sativum* L.) telah lama dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan. Kandungan senyawa yang terdapat dalam umbi bawang putih diantaranya adalah allicin dan sulfur amino acid alliin. Berbagai penelitian menunjukkan efek farmakologis bawang putih, diantaranya sebagai antibakteri, antijamur, antihipertensi, antikanker, dan antioksidannya (Batiha *et al.*, 2020)



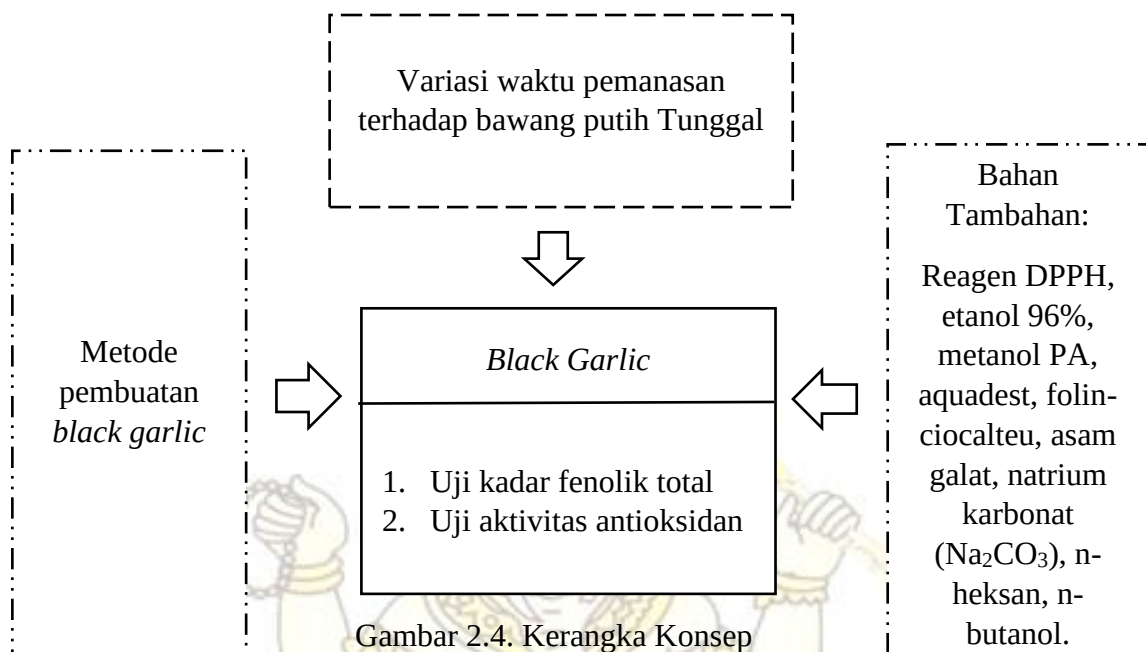
Black Garlic atau yang biasa disebut bawang hitam merupakan hasil pemanasan 65-80°C dan kelembaban ruangan 70-80% suhu ruangan, proses fermentasi bawang putih selama 30 hari. Senyawa fenolik adalah senyawa yang dapat memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik dapat bertindak sebagai antioksidan dengan memutuskan ikatan rantai radikal bebas secara langsung dan menangkap berbagai spesies reaktif. (Patimah *et al.*, 2023).



Menurut penelitian (Solichah *et al.*, 2021) tentang pengaruh waktu pemanasan menunjukkan bahwa kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan bawang hitam semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Waktu pemanasan berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dibandingkan dengan bawang putih.

Gambar 2.3. Kerangka Teori

2.10.2. Kerangka Konsep



Gambar 2.4. Kerangka Konsep

Keterangan:



: Variabel Bebas



: Variabel Terikat



: Variabel Kontrol

2.12. Hipotesis

1. Diduga waktu pemanasan mempengaruhi kadar fenolik total pada *black garlic*.
2. Diduga waktu pemanasan mempengaruhi kategori aktivitas antioksidan (IC_{50}) pada *black garlic*.