

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi bawang putih (*Allium sativum* L.) saat ini cenderung meningkat setiap tahunnya. Menurut Kementerian Pertanian RI (2022), konsumsi bawang putih pada tahun 2020 mencapai 1,667 kg per kapita per tahun sedangkan pada tahun 2021 konsumsi bawang putih mencapai 1,874 kg per kapita per tahun dan pada tahun 2022 mencapai 2,016 kg per kapita per tahun. Tingginya angka konsumsi tersebut disebabkan karena bawang putih (*Allium sativum* L.) sering dijumpai dan dimanfaatkan sebagai bumbu masakan dan bahan obat-obatan (Wang *et al.*, 2010). Ukuran umbi bawang putih sekitar 3,8-7,6 cm dengan diameter 4-6 cm tergantung besar kecilnya umbi bawang putih. Bawang putih dapat tumbuh secara optimum di dataran tinggi dengan ketinggian 700-1000 m diatas permukaan laut. Suhu optimum pertumbuhan di dataran tinggi berkisar antara 20–25°C, sedangkan suhu untuk dataran rendah berkisar antara 27–30°C (Santoso, 2000) dengan kelembaban sekitar 60–70%. Masa panen bawang putih berkisar antara 85-125 hari setelah ditanam. Bawang putih memiliki daya simpan hingga lebih dari 10 bulan setelah dipanen. Umbi bawang putih terdiri atas 8-20 siung. Keseluruhan siung dibungkus oleh kulit tipis berwarna putih sebanyak 3-5 lapis (Ulfa, 2018).



Gambar 01. Bawang Putih

Sumber: (<https://masjidzayedsolo.or.id/bawang-putih/>)

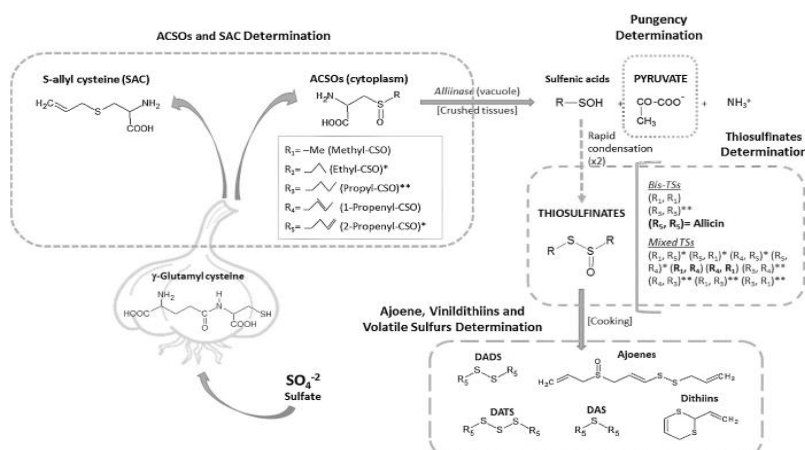
Menurut Londhe *et al.* (2011), komponen senyawa dalam bawang putih meliputi 33 komponen sulfur, 17 asam amino, enzim, dan mineral. Kandungan sulfur didalamnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis bawang lainnya sehingga menimbulkan aroma khas dan memiliki efek farmakologis bagi tubuh. Selain itu, bawang putih mengandung lebih dari 100 metabolit sekunder yang terdiri dari alliin, allicin, S-allilsistein, diallil sulfida, allil metil trisulfida (Challem, 1994). Allicin merupakan senyawa organosulfur yang paling banyak terdapat dalam bawang putih sebesar 70–80 persen dari total tiosulfinat di dalam umbi bawang putih, bersifat tidak stabil dan tidak tahan terhadap panas (Mouliia *et al.*, 2018). Bawang putih sudah digunakan selama lebih dari 4.000 tahun di seluruh dunia sebagai obat tradisional untuk mengobati beberapa penyakit seperti arthritis dan penyakit menular (flu, malaria, dan TBC). Selain itu, bawang putih juga bermanfaat untuk mengurangi tekanan darah, menurunkan resiko penyakit jantung dan kanker, serta menghambat pertumbuhan mikroba (Wang *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Bayan *et al.* (2014), bawang putih bermanfaat sebagai zat antioksidan, antikolesterol, antidiabetes, dan antiinflamasi. Bawang putih juga memiliki kandungan senyawa seperti ajoene, saponin, dan senyawa lain yang berfungsi untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Fitriyah, 2015).

Tabel 01. Kandungan Gizi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) dalam 100 gram

Kandungan	Satuan	Nilai / 100 gram
Air	g	71,0
Energi	Kal	112
Protein	g	4,5
Lemak	g	0,2
Karbohidrat	g	23,1
Serat	g	0,6
Abu	g	1,8
Kalsium (Ca)	mg	42
Fosfor (P)	mg	134
Besi (Fe)	mg	1,0
Natrium (Na)	mg	46
Kalium (K)	mg	665,7
Tembaga (Cu)	mg	0,09
Seng (Zn)	mg	0,4
Beta-Karoten	mcg	0
Thiamin (Vit. B ₁)	mg	0,22
Riboflavin (Vit. B ₂)	mg	0,07
Niasin	mg	0,3
Vitamin C	mg	15

Sumber: (Kementerian Kesehatan RI, 2018)

Bawang putih mengandung senyawa γ -glutamyl cysteine (γ -glutamil-S-alk(en)il-L-sistein) yang dibentuk dari jalur biosintesis asam amino dan berperan dalam pembentukan senyawa organosulfur lainnya. Pembentukan senyawa organosulfur terjadi melalui proses reaksi pemecahan γ -glutamyl cysteine dengan bantuan enzim γ -glutamyl transpeptidase yang akan melalui dua jalur reaksi, yaitu jalur pembentukan thiosulfinat dan S-allil cystein (SAC) (Song dan Milner, 2001). Pada jalur pembentukan thiosulfinat akan dihasilkan senyawa allin atau alk(en)yl cysteine sulfoxides (ACSO) yang terakumulasi selama penyimpanan bawang putih pada suhu dingin. Kemudian ketika terjadi pemanasan, enzim allinase menjadi aktif dan menghidrolisis allin menghasilkan senyawa asam sulfenat, piruvat dan amoniak (ion NH_3^+). Selanjutnya asam sulfenat akan mengalami kondensasi menghasilkan senyawa thiosulfinat dan allicin. Reaksi-reaksi ini dapat menyebabkan terbentuk berbagai organosulfur seperti allil sulfida, dithiin, ajoene, dan senyawa sulfur lainnya (Moulia *et al.*, 2018). Allicin adalah prekursor pembentukan allil sulfida, misalnya diallil disulfida (DADS), diallil trisulfida (DATS), diallil sulfida (DAS), metallil sulfida, dipropil sulfida, dipropil disulfida, allil merkaptan, dan allil metil sulfida (Ramirez *et al.*, 2017). Ketika bawang putih dipanaskan, aroma dan rasa bawang putih yang kurang disukai karena mengandung senyawa allicin mengalami perubahan fisikokimia termasuk perubahan warna dan kandungan gizi (Kimura *et al.*, 2017). Hal ini menyebabkan seiring proses pemanasan dapat meningkatkan cita rasa dan menghasilkan produk turunan dengan senyawa fungsional yang lebih tinggi dibandingkan dengan bawang putih yang biasa disebut dengan nama *black garlic* (Saravanan *et al.*, 2010).



Gambar 02. Jalur Sintesis Senyawa Organosulfur Bawang Putih
Sumber: (Ramirez *et al.*, 2017)

Bawang hitam (*black garlic*) adalah produk olahan bawang putih yang dipanaskan pada suhu dan kelembapan tertentu (Sukrianto *et al.*, 2022). Bawang hitam diperkenalkan untuk pertama kalinya di Korea sebagai obat herbal yang bermanfaat untuk menambah stamina tubuh (Yudhayanti *et al.*, 2020). Konsumsi bawang hitam saat ini mulai mengalami peningkatan dan banyak diminati oleh masyarakat dikarenakan mengandung zat antioksidan yang bermanfaat untuk mengobati berbagai penyakit (Bayan *et al.*, 2014). Bawang hitam (*black garlic*) dapat dihasilkan dari proses pemanasan bawang putih pada suhu 65°C-80°C dan kelembapan 70-80% dalam ruang terkontrol selama 30-40 hari tanpa perlakuan dan bahan tambahan apapun (Wang *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Ryu dan Kang (2017), *black garlic* dihasilkan dari pemanasan bawang putih pada suhu 40°C-90°C dan kelembapan 60-90% selama lebih dari 10 hari tanpa perlakuan maupun bahan tambahan apapun. Kualitas *black garlic* tergantung pada suhu pemanasan yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian Zhang *et al.* (2015), *black garlic* yang dihasilkan pada suhu 70°C memiliki rasa dan kualitas paling tinggi. Sejalan dengan Il *et al.* (2014), perlakuan lama pemanasan 7, 14, 21, 28 dan 35 hari pada suhu 70°C dengan kelembapan 90% menghasilkan antioksidan dan total polifenol tertinggi pada pemanasan 21 hari dan menurun setelah pemanasan 35 hari. Menurut Lee *et al.* (2009), *black garlic* yang dihasilkan pada suhu pemanasan kurang dari 60°C kualitasnya kurang baik, sedangkan pada suhu pemanasan lebih dari 70°C, *black garlic* yang dihasilkan memiliki kenampakan keriput, seperti terbakar, dan teksturnya sangat keras. Suhu dan lama pemanasan terbaik untuk menghasilkan bawang hitam dengan menggunakan *rice cooker* adalah pada suhu 60°C selama 17 hari (Nelwida *et al.*, 2019). Menurut Sailah dan Miladulhaq (2021); Solichah dan Herdyastuti (2021), lama dan suhu pemanasan yang optimal dalam menghasilkan bawang hitam adalah 15 hari pada suhu ±60-70°C. Namun menurut BPOM (2023), bawang hitam adalah produk yang diperoleh dari pemanasan bawang putih (*Allium sativum* L.) pada suhu 60-90°C dan kelembapan tinggi dalam waktu ±1 bulan dengan karakteristik warna gelap/hitam, rasa manis, tekstur kenyal, dan kadar air ≤50%. Berdasarkan pernyataan Marfatin (2019), *black garlic* dianggap lebih baik digunakan jika dipanaskan atau dimatangkan lebih lama. Proses

pemanasan pada pembuatan bawang hitam akan menghasilkan kandungan senyawa yang memiliki efek farmakologis jauh lebih baik dari bawang putih segar.



Gambar 03. Bawang Hitam (*Black Garlic*)

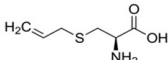
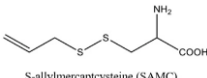
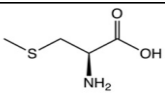
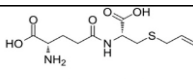
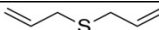
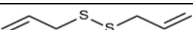
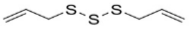
Sumber: (<https://www.idntimes.com/health/fitness/aisya-kusumawati-1/manfaat-black-garlic-bagi-kesehatan-tubuh-c1c2>)

Dalam 100 g bawang hitam mengandung nilai gizi meliputi energi 143 kkal, 14,29 g karbohidrat, 7,14 g lemak, 3,57 g protein, 3,6 g serat, 71 mg kalsium, 571 mg natrium, 1,29 mg zat besi, dan 4,3 mg vitamin C. Selain itu dalam *black garlic* juga terdapat komponen senyawa bioaktif, yaitu polifenol, flavonoid, *S-allylcysteine* (SAC), *S-allylmercaptocysteine* (SAMC), piruvat, (Choi *et al.*, 2014 ; Shin *et al.*, 2014), alicin, dan lain-lain (Corzo-Martínez *et al.*, 2007 ; El-Bayoumy *et al.*, 2006). Alicin dan tiosulfinat adalah senyawa yang berperan dalam pembentukan aroma khas dan rasa bawang putih. Proses pemanasan menyebabkan allicin dan tiosulfinat terurai menjadi senyawa lain seperti dialil sulfida, dialil disulfida, dialil trisulfida, ajoene, dan dithiins. Proses pemanasan menyebabkan *black garlic* dapat menghasilkan senyawa organosulfur yang lebih banyak dan stabil dibandingkan bawang putih karena terjadinya perubahan senyawa allicin yang bersifat volatil menjadi senyawa S-Allyl cystein tetrahydro-B-Carbolines (SAC), S-methyl-L-cysteine sulfoxide (methiin) dan S-allyl-L-cysteine sulfoxide (alline) (Choi *et al.*, 2014). Senyawa *S-allylcysteine* (SAC) merupakan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan dalam menghambat radikal bebas di dalam tubuh dan terbentuk dari katabolisme γ -glutamyl-S-allylcysteine. Karakteristik senyawa ini, yaitu berbentuk bubuk kristal putih, berbau khas, dan tidak bersifat higroskopis, serta titik lelehnya adalah 223,3–223,7°C (Kim *et al.*, 2014).

Kandungan SAC dalam *black garlic* dapat berkhasiat untuk mencegah peningkatan stres oksidatif dan penurunan aktivitas antioksidan (Maldonado *et al.*, 2003). Berdasarkan pernyataan Bae *et al.* (2014), kandungan *S-allyl cysteine* (SAC) dalam *black garlic* meningkat 4-8 kali lipat dibandingkan dengan bawang putih selama proses pemanasan. *Black garlic* bermanfaat sebagai anti diabetes, yang didalamnya mengandung SAC, asam fenolik, polifenol, dan flavonoid yang dapat menurunkan kadar glukosa darah. Selain itu juga bermanfaat untuk menurunkan kadar lemak dalam darah (Ha *et al.*, 2015), menjaga kesehatan jantung dan otak, mencegah penyakit kanker, dan lain-lain (Ryu dan Kang, 2017). Kandungan ajoene dan saponin di dalamnya juga dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Fitriyah, 2015). Adanya proses pemanasan bawang putih dapat menyebabkan enzim alliinase akan mengkonversi alliin menjadi allicin (Kimura *et al.*, 2017). Proses pemanasan bawang putih dapat menyebabkan terjadinya perubahan bau, rasa, warna, dan kandungan gizinya. Hal ini terjadi karena adanya reaksi pencoklatan non-enzimatik yang berperan dalam pembentukan senyawa antioksidan yang bersifat kuat. Senyawa yang berperan dalam proses pencoklatan hingga kehitaman pada *black garlic* adalah 5-hidroksimetilfurfural, furfural, dan

sebagainya. Konsentrasi allicin dalam *black garlic* lebih rendah namun aktivitas antioksidannya lebih tinggi daripada bawang putih (Jeong *et al.*, 2016). Kandungan allicin dalam 100 g pada bawang putih segar dan *black garlic*, yaitu 345 mg dan 20 mg. Sedangkan menurut Lee *et al.* (2009), *black garlic* memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat daripada bawang putih dengan nilai TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) sebesar $(59,2 \pm 0,8)$ dan $(13,3 \pm 0,5)$ $\mu\text{mol/g}$ berat basah.

Tabel 02. Struktur Kimia *Black Garlic*

Struktur Kimia	Komponen
 S-allyl-L-cysteine (SAC)	S-allyl-L-cysteine (SAC)
 S-allylmercaptocysteine (SAMC)	S-allylmercaptocysteine (SAMC)
 S-methyl-L-cysteine (SMC)	S-methyl-L-cysteine (SMC)
 γ -glutamyl-S-allylcysteine (GSAC)	γ -glutamyl-S-allylcysteine (GSAC)
 Diallyl sulfide (DAS)	Diallyl sulfide (DAS)
 Diallyl disulfide (DADS)	Diallyl disulfide (DADS)
 Diallyl trisulfide (DATS)	Diallyl trisulfide (DATS)

Sumber: (Ahmed dan Wang, 2021)

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat radikal bebas dalam tubuh (Halliwell dan Gutteridge, 2015). Radikal bebas terdiri dari satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Radikal bebas dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan kerusakan sel tubuh yang memicu timbulnya berbagai penyakit. Hal ini terjadi karena kemampuan antioksidan dalam menetralkan radikal bebas tidak mencukupi akibat kadar radikal bebas yang terlalu tinggi, sehingga mengalami ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan dan terjadi kebocoran elektron dari mitokondria menjadi ROS (*Reactive Oxygen species*) atau stres oksidatif (Ulfa, 2018). Senyawa radikal bebas dapat dihambat dengan mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan. Senyawa antioksidan dapat ditemukan dari berbagai tanaman salah satunya bawang putih. Bawang putih memiliki karakteristik, yaitu beraroma menyengat dan memiliki rasa getir karena adanya senyawa allicin. Selain itu bawang putih juga memiliki kadar air sebesar 71 g dalam 100 g (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Tingginya kadar air mengakibatkan bawang putih mudah mengalami kerusakan karena aktivitas mikroba. Cara yang dapat dilakukan dalam mempertahankan kualitas bawang putih dan menghilangkan bau menyengat maupun rasa getir pada bawang putih adalah dengan proses pengolahan. Metode pengolahan

yang dapat digunakan untuk meminimalisir hal tersebut, yaitu perlakuan pemanasan (*heating treatment*).

Pemanasan adalah salah satu metode pengolahan dan pengawetan makanan untuk menghasilkan suatu produk (Mechlouch *et al.*, 2012; Sachin *et al.*, 2010). Pemanasan didefinisikan sebagai suatu proses perpindahan panas dengan cara menguapkan kandungan air dari permukaan bahan yang dipanaskan oleh medium panas. Tujuan dilakukan pemanasan pada penelitian ini adalah untuk menghilangkan rasa dan aroma menyengat pada bawang putih dan meningkatkan kandungan senyawa bawang putih yang berperan sebagai zat antioksidan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pemanasan terdiri dari dua jenis, yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pemanas dan sifat bahan yang dipanaskan. Faktor-faktor yang tergolong jenis pertama adalah suhu, laju pemanasan, dan kelembaban udara. Sedangkan faktor-faktor yang tergolong jenis kedua, yaitu ukuran bahan, kadar air dan tekanan parsial di dalam bahan (Sitompul *et al.*, 2021). Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk meningkatkan nilai gizi dan kualitas aroma, tekstur, serta rasa pada bawang putih melalui proses pemanasan sehingga menghasilkan produk turunan yang dapat dikonsumsi secara langsung, yaitu *black garlic*.

1.2 Rumusan Masalah

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah dan berpotensi besar untuk dieksploitasi dengan baik salah satunya berasal dari tanaman herbal. Tanaman herbal yang biasanya dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari adalah bawang putih. Bawang putih sering digunakan sebagai bumbu masakan dan bahan obat-obatan. Kandungan senyawa antioksidan dalam bawang putih mampu menangkal radikal bebas yang menyebabkan timbulnya suatu penyakit tertentu. Radikal bebas dapat ditemukan dari berbagai sumber seperti makanan, asap rokok, polusi udara, bahan kimia industri, dan lain-lain. Namun konsumsi bawang putih mentah diketahui tidak banyak dilakukan oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan karakteristik aroma bawang putih yang menyengat, tekstur keras, dan memiliki rasa getir yang kurang disukai oleh sebagian masyarakat sehingga diolah menjadi produk turunannya, yaitu bawang hitam (*black garlic*). Bawang hitam dapat dihasilkan melalui proses pemanasan. Kandungan senyawa yang terdapat dalam *black garlic* diharapkan dapat bermanfaat bagi kesehatan tubuh karena mengandung antioksidan yang dapat menghambat perkembangan senyawa radikal bebas.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk menentukan metode pemanasan terbaik dalam menghasilkan *black garlic*.
2. Untuk karakterisasi mutu organoleptik, rendemen, uji warna (kolorimetri), kadar air, kadar abu, total polifenol, dan aktivitas antioksidan dari *black garlic* yang dihasilkan.

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu dapat memberikan informasi sekaligus menjadi acuan mengenai manfaat, kandungan, dan cara pembuatan *black garlic*, dan mengetahui jenis metode pemanasan yang efektif untuk menghasilkan *black garlic* dengan kualitas yang baik, serta dapat dimanfaatkan untuk pengembangan produk di masa depan.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai Februari 2024. Bertempat di Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Laboratorium Bioteknologi Pangan serta Laboratorium Pengembangan Produk, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu batang pengaduk, bulb, cawan porselen, *colorimeter*, desikator, gelas kimia, gelas ukur, *hot plate*, labu ukur, *magnetic stirrer*, *moisture analyzer*, mortar, oven, pinset, pipet mikro, pipet volume, *rice cooker*, sendok tanduk, spektrofotometer UV-VIS, tabung reaksi, tanur, termometer, timbangan analitik, dan vortex.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu aluminium foil, asam galat, aquadest, aquabidest, bawang putih, DPPH, etanol, label, metanol, natrium karbonat (Na_2CO_3), plastik cetik, *standing pouch*, reagen Folin-Ciocalteu, dan tisu.

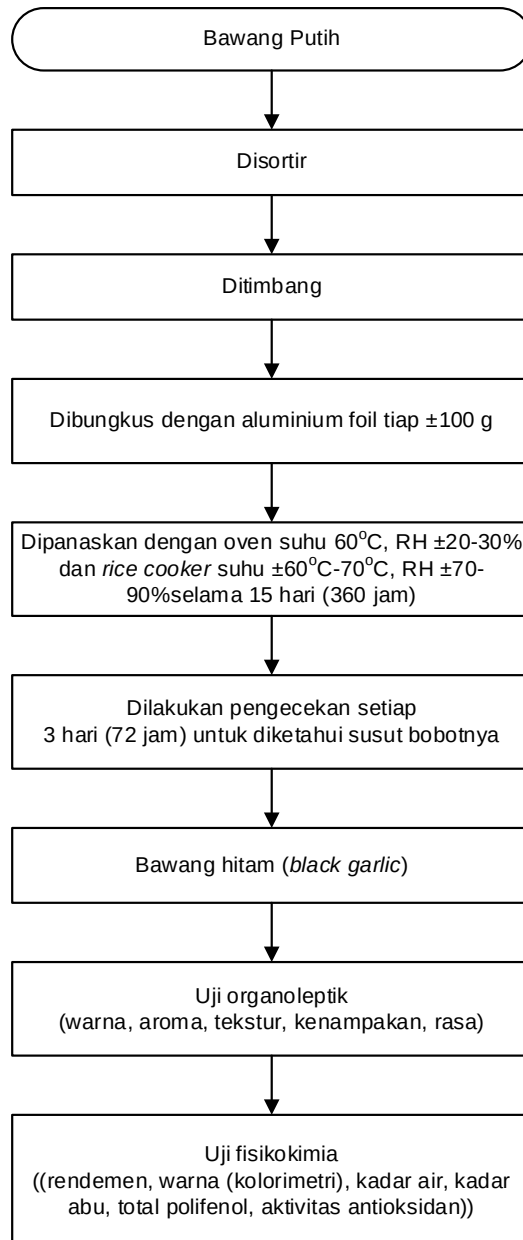
2.3 Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktorial dengan 3x ulangan. Faktor perlakuan yang digunakan adalah metode pemanasan yang terdiri dari pemanasan menggunakan oven (P_1) pada suhu 60°C dengan RH $\pm 20\text{-}30\%$ dan pemanasan menggunakan *rice cooker* (P_2) pada suhu $\pm 60^\circ\text{C}$ - 70°C dengan RH $\pm 70\text{-}90\%$. Sehingga diperoleh 6 sampel penelitian. Hasil yang diperoleh akan dilanjutkan dengan pengujian organoleptik, rendemen, uji warna (kolorimetri), kadar air, kadar abu, total polifenol, dan aktivitas antioksidan.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan bawang hitam (*black garlic*) dimodifikasi dari penelitian Nelwida *et al.* (2019) yang dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya adalah pertama-tama bawang putih yang telah dibeli dari pasar disortir terlebih dahulu yang kenampakan luarnya berwarna putih, tidak keriput dan terkelupas kulitnya, tidak lunak dan busuk, serta memiliki ukuran yang seragam dengan tujuan agar panas yang dihasilkan bisa merata. Kemudian bawang putih ditimbang lalu dibungkus dengan aluminium foil tiap ± 100 g. Setelah itu dipanaskan dalam oven (kapasitas 68 L dan daya 2.500 W) pada suhu 60°C dengan RH $\pm 20\text{-}30\%$ selama 15 hari (360 jam), dimana pada hari ke-1 hingga hari ke-7 dilakukan selama 6-8 jam tiap hari dengan jeda waktu 16-18 jam. Namun pada hari ke-8 hingga hari ke-15 dilakukan selama 24 jam tiap hari tanpa jeda waktu. Sedangkan pemanasan menggunakan *rice cooker* (kapasitas 1,8 L dan daya 395 W) dilakukan pada suhu $\pm 60^\circ\text{C}$ - 70°C dengan RH $\pm 70\text{-}90\%$ selama 15 hari (360 jam) tanpa jeda waktu. Selanjutnya dilakukan pengecekan setiap 3 hari (72 jam) untuk diketahui penurunan bobot selama proses pemanasan. Sehingga diperoleh bawang hitam (*black garlic*). Kemudian *black garlic* diuji organoleptik (warna, aroma, tekstur, kenampakan, dan rasa) dan fisikokimia

((rendemen, warna (kolorimetri), kadar air, kadar abu, total polifenol, dan aktivitas antioksidan)).



Gambar 04. Diagram Alir Pembuatan Bawang Hitam (*Black Garlic*)

2.5 Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang dilakukan pada pengujian ini meliputi pengujian organoleptik, rendemen, uji warna (kolorimetri), kadar air, kadar abu, total polifenol, dan aktivitas antioksidan.

2.5.1 Pengujian Organoleptik (SNI 01-2346-2006)

Pengujian organoleptik yang dilakukan, yaitu metode uji hedonik dan uji skala. Metode uji ini digunakan untuk mengetahui mutu suatu produk berdasarkan tingkat kesukaan dan skala penilaian terhadap deskripsi produk. Selain itu pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan suatu produk agar dapat diterima oleh panelis (konsumen). Parameter pengujian yang diamati meliputi warna, aroma, tekstur, kenampakan, dan rasa dari produk yang dihasilkan. Metode pengujian dilakukan dengan pemberian skor pada lembar penilaian (kuisisioner) oleh 25 panelis semi terlatih terhadap tingkat kesukaan panelis dan deskripsi produk yang diuji. Skor yang digunakan adalah 1-5, dimana pada pengujian metode skala skor 1 menunjukkan nilai terendah dan skor 5 menunjukkan nilai tertinggi. Sedangkan untuk pengujian metode hedonik, skor 1 (sangat tidak suka), skor 2 (tidak suka), skor 3 (netral), skor 4 (suka), dan skor 5 (sangat suka).

2.5.2 Pengujian Rendemen (Husna *et al.*, 2017)

Rendemen didefinisikan sebagai persentase yang dihasilkan dari perbandingan berat akhir bahan setelah proses pengolahan dan berat awal bahan sebelum proses pengolahan. Pengujian rendemen bertujuan untuk mengetahui kehilangan berat bahan selama proses pengolahan. Proses pengolahan tersebut bisa berupa pemanasan, pengeringan, pengendapan dan lain-lain. Adapun rumus perhitungan nilai rendemen adalah sebagai berikut.

$$R = \frac{W_b}{W_a} \times 100\%$$

Keterangan:

R = Rendemen (%)

W_a = Berat awal sebelum pemanasan (g)

W_b = Berat akhir setelah pemanasan (g)

2.5.3 Uji Warna (Kolorimetri) (Engelen, 2018)

Uji warna dilakukan menggunakan alat *colorimeter*. Sampel dimasukkan ke dalam plastik cetik lalu dilakukan kalibrasi warna pada alat *colorimeter*. Setelah itu ujung alat *colorimeter* dirapatkan pada plastik cetik yang berisi sampel hingga muncul hasil warna pada layar *display* alat. Hasil uji warna yang diperoleh memiliki nilai kecerahan (L*), *redness* (a*), dan *yellowness* (b*). Nilai L* antara 0-100 (hitam-putih), Nilai a* yang terdiri dari nilai a* antara 0-100 berwarna merah, dan a⁻ antara 0-(-80) berwarna hijau, dan nilai b* yang terdiri dari nilai b* antara 0-70 berwarna kuning dan b⁻ antara 0-(-70) berwarna biru.

2.5.4 Pengujian Kadar Air (Puteri *et al.*, 2018)

Pengujian kadar air dilakukan menggunakan metode *moisture analyzer*. Prinsip kerja dari alat *moisture analyzer*, yaitu mengeringkan sampel dengan memanfaatkan radiasi inframerah (lampu halogen) sebagai sumber panas sehingga air dalam produk pangan mengalami penguapan. Hal ini akan menyebabkan berat sampel berkurang sampai proses penguapan selesai. Berat sampel sebelum dan sesudah pengeringan dinyatakan sebagai susut bobot pengeringan yang

diinterpretasikan sebagai persentase kadar air sampel. Prosedur kerja dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu sampel ditimbang sebanyak 3 g dengan menggunakan cawan aluminium foil. Kemudian penutup pada *moisture analyzer* ditutup dan ditunggu hingga mencapai suhu 105°C selama beberapa menit. Setelah itu dicatat hasil kadar air yang muncul pada layar monitor alat.

2.5.5 Pengujian Kadar Abu (AOAC, 2005)

Prosedur kerja pengujian kadar abu, yaitu cawan pengabuan dikeringkan selama 1 jam di dalam oven dengan suhu 105°C lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian cawan pengabuan ditimbang. Selanjutnya sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan tersebut. Setelah itu cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 5 jam. Jika telah selesai, cawan dimasukkan kembali dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Kadar abu dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan dengan sampel (g)

C = Berat cawan dengan sampel setelah diabukan (g)

2.5.6 Pengujian Total Polifenol (Modifikasi dari Safitri dan Herdyastuti, 2021)

Sebanyak 0,1 g sampel dilarutkan dengan 10 mL etanol 70% dalam gelas kimia. Setelah itu sebanyak 100 µL larutan sampel dipipet ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1,58 mL aquabides dan 100 µL reagen Folin-Ciocalteu lalu ujung tabung reaksi ditutup menggunakan aluminium foil. Selanjutnya larutan sampel diinkubasi selama 5 menit dalam ruang gelap. Setelah inkubasi dilakukan penambahan 300 µL natrium karbonat 10% lalu dihomogenkan dan tabung reaksi ditutup kembali menggunakan aluminium foil. Setelah homogen, larutan diinkubasi selama 2 jam dalam ruang gelap. Kemudian absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 782 nm. Perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Setelah itu absorbansi yang diperoleh dimasukkan pada kurva standar dari larutan standar asam galat dengan konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300, dan 350 ppm. Kandungan total polifenol dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Total Polifenol (mg GAE/g)} = \frac{C \times fp \times V}{m}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi dari kurva standar (mg/L)

fp = Faktor pengenceran

V = Volume sampel (L)

m = Massa sampel (g)

2.5.7 Pengujian Aktivitas Antioksidan (Modifikasi dari Ridho, 2013)

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) yang terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama, sampel sebanyak 0,05 g dilarutkan dengan 50 ml methanol PA dalam gelas kimia. Setelah itu dihomogenkan menggunakan *hotplate* (tanpa pemanasan) dan bantuan *magnetic stirrer* selama 30 menit.

Tahap kedua, DPPH sebanyak 0,00197 g (dibulatkan 0,002 g) dilarutkan dengan methanol PA dalam labu ukur 50 ml hingga batas miniskus. Kemudian larutan dihomogenkan lalu labu ukur dibungkus menggunakan aluminium foil. Selanjutnya larutan di simpan di refrigerator agar terlindungi dari cahaya dan panas.

Tahap ketiga, larutan uji dibuat dengan konsentrasi 100, 150, 200, 250 ml dengan metanol sebagai larutan blanko (kontrol). Kemudian pada masing-masing tabung reaksi ditambahkan larutan DPPH sebanyak 2 ml lalu dihomogenkan. Setelah itu larutan diinkubasi selama 30 menit pada ruang gelap. Selanjutnya diukur absorbansi larutan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Persentase penghambatan radikal bebas dinyatakan sebagai %inhibisi dan dapat dihitung dengan rumus:

$$\%Inhibisi = \frac{(AB - AA)}{AB} \times 100\%$$

Keterangan:

AB = Absorbansi blanko

AA = Absorbansi sampel

Kemudian nilai %inhibisi yang diperoleh, dibuat dalam kurva agar diperoleh persamaan regresi linier dalam bentuk $y = ax + b$ untuk mengetahui nilai konsentrasi penghambatan radikal bebas. Sedangkan untuk mencari nilai IC_{50} sampel dari persamaan regresi linier maka dinyatakan dengan nilai y sebesar 50 dan nilai x sebagai IC_{50} . Nilai IC_{50} merupakan jumlah konsentrasi larutan sampel untuk mereduksi DPPH sebesar 50%, dimana semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin kuat aktivitas antioksidan suatu sampel, begitupun sebaliknya. Menurut Molyneux (2004), Interpretasi aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} terdiri dari beberapa kategori, yaitu nilai $IC_{50} < 50$ ppm termasuk kategori sangat kuat, 51-100 ppm kategori kuat, 101-150 ppm kategori sedang, dan 151-200 ppm kategori lemah, serta nilai $IC_{50} > 200$ kategori sangat lemah.

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan SPSS 27 dengan metode uji *independent t-test* untuk membandingkan kedua perlakuan yang ada dengan menggunakan taraf signifikansi 5%. Selain itu untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kedua perlakuan terhadap parameter penelitian.