

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Daun Sirsak

Sirsak (*Annona muricata L.*) adalah tanaman buah yang berasal dari Amerika Tengah, Amerika Selatan, dan Kepulauan Karibia (Wiradharma, 2021), dengan nama yang berasal dari bahasa Belanda "zurzak" yang berarti "kantong asam" (Wiradharma, 2021; Asfahani et al., 2022). Di Indonesia, tanaman ini dikenal sebagai sirsak, sedangkan secara global disebut graviola, soursop, atau guanabana (Qomaliyah, 2022). Sirsak memiliki sekitar 130 genus dan 2.300 spesies, tumbuh dengan tinggi 5–8 meter, batang berkayu berwarna cokelat, dan daun lonjong berwarna hijau tua mengilap. Buahnya berbentuk hati, berwarna hijau, berdiameter 15–20 cm, dan dapat dikonsumsi. Tanaman ini tumbuh optimal di iklim tropis dan subtropis, baik di dataran rendah maupun tinggi, dengan kondisi ideal pada ketinggian sekitar 1.000 mdpl dan paparan sinar matahari langsung (Djunarko et al., 2022; Abdullah et al., 2025).

Klasifikasi tanaman sirsak menurut Djunarko et al. (2022) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae

Ordo : Ranales
Familia : Annonaceae
Genus : Annona
Spesies : *Annona muricata* L.

Tanaman sirsak banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tanaman obat, dengan bagian yang paling umum digunakan adalah buah dan daunnya. Buah sirsak dikenal kaya akan kandungan nutrisi, seperti karbohidrat, vitamin C, serat, serta berbagai mineral penting yang berperan dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan membantu melawan infeksi (Siregar *et al.*, 2024). Selain buah, hampir seluruh bagian tanaman sirsak termasuk daun, biji, kulit batang, akar, dan bunga juga memiliki manfaat kesehatan, meskipun beberapa di antaranya mengandung senyawa sitotoksik yang berpotensi toksik bagi sel (Dewi *et al.*, 2023). Daun sirsak sendiri sering dimanfaatkan dalam bentuk rebusan sebagai ramuan obat tradisional (Gani *et al.*, 2021). Gambar daun sirsak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daun Sirsak
(Sumber : edukasi.okezone.com)

Daun sirsak merupakan sumber antioksidan alami yang kaya akan berbagai zat aktif dan nutrisi penting. Kandungan bahan keringnya mencapai 87,58%, dengan komposisi nutrisi meliputi 8,93% abu, 16,9% protein, 28,36% serat kasar, 4,76% lemak kasar, serta mineral seperti kalsium. Selain itu, daun sirsak mengandung serat kompleks seperti NDF 53,96%, ADF 49,61%, hemiselulosa 4,08%, selulosa 34,71%, lignin 14,64%, dan silika 0,25% (Londok & Mandey, 2014). Daun sirsak mengandung berbagai senyawa kimia aktif, antara lain fitosterol, flavonoid, tanin, kalsium oksalat, dan alkaloid, serta senyawa lain seperti acetogenin, kumarin, dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas biologisnya (Gani et al., 2021). Adapun kandungan gizi daun sirsak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Daun Sirsak per 100 g

Kandungan Gizi	Nilai Gizi (mg)
Protein	27,34 ± 0,1
Lemak	22,57 ± 0,2
Karbohidrat	4,36 ± 0,1
Serat	43,44 ± 0,2
Potasium	31,40 ± 0,1
Sodium	29,10 ± 0,2
Kalsium	3,60 ± 0,2
Magnesium	53,30 ± 0,1

Sumber : (Putri & Hartati, 2025)

Daun sirsak merupakan sumber antioksidan alami yang kaya akan senyawa aktif seperti flavonoid atau polifenol, yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Selain flavonoid, ekstrak daun sirsak juga mengandung tanin, alkaloid, steroid, saponin, dan acetogenin (Purnamasari, 2021). Antioksidan sangat penting bagi tubuh karena berperan dalam mencegah dan mengatasi stres oksidatif dengan bereaksi

terhadap radikal bebas serta melindungi molekul sel dari kerusakan akibat oksidasi (Rahayu & Wulandari, 2025). Aktivitas antioksidan daun sirsak masuk dalam kategori sangat kuat ($IC_{50} < 50$ ppm) dibandingkan dengan daun tanaman lain. Data aktivitas antioksidan beberapa jenis daun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Daun Tanaman

Jenis Daun	Aktivitas Antioksidan (IC_{50} ppm)
Daun sirsak	11,484
Daun pepaya	53,668
Daun ubi jalar ungu	95,909
Daun binahong merah	96,70
Daun durian	112,66
Daun bidara	134,58
Daun kelor	141,34
Daun durian	112,66

Sumber : Putri et al., (2022); Rikantara et al., (2022); Leviana et al., (2023); Qurrata'yuni et al., (2023); Kamaluddin et al., (2024); Wardani, (2024)

Daun sirsak mengandung senyawa aktif utama yang mampu berperan sebagai antikanker bernama *Annonaceous acetogenin*, *Acetogenin* ini adalah kumpulan senyawa aktif yang memiliki sifat sitotoksik yang mampu membunuh sel penyakit ganas seperti tumor, kanker, serta penyakit lain akibat toksik (racun). Senyawa ini bekerja dengan cara menghalangi proses pengangkutan ATP (adenosin trifosfat), yaitu energi utama yang dibutuhkan oleh sel kanker untuk bertahan dan berkembang, tanpa mengganggu fungsi sel normal. Proses ini mengganggu suplai energi yang dibutuhkan sel kanker untuk berkembang, hingga akhirnya menyebabkan kematian sel tersebut (Zuhud, 2011; Hidayat, 2023).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Puriyanti et al. (2018), ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.) mengandung senyawa acetogenin dengan kadar yang cukup tinggi, yaitu mencapai sekitar 33,98%. Dari total 22,54 gram sampel yang digunakan, ekstrak tersebut mengandung sekitar 7,66 gram acetogenin, sehingga setiap 1 gram sampel ekstrak daun sirsak mengandung sekitar 0,34 gram acetogenin. Penelitian tersebut juga melaporkan aktivitas toksik terhadap sel kanker dengan nilai LC_{50} sebesar 38,62 ppm.

Senyawa acetogenin merupakan komponen utama yang terbukti memiliki aktivitas sitotoksik paling kuat dalam membunuh sel kanker. Kekuatan sitotoksik (LC_{50}) dihitung dalam aktivitas sitotoksik dengan klasifikasi berikut : aktivitas tinggi ($LC_{50} < 10 \mu\text{g/ml}$), aktif ($LC_{50} > 10 < 50 \mu\text{g/ml}$), akti sedang ($LC_{50} > 50 < 100 \mu\text{g/ml}$), dan tidak aktif ($LC_{50} > 100 \mu\text{g/ml}$) (Zuhud, 2011). Ekstrak daun sirsak menunjukkan aktivitas sitotoksik yang sangat kuat dibandingkan dengan tanaman buah lain dalam keluarga Annonaceae, dengan nilai LC_{50} sebesar $7,8 \pm 0,3 \mu\text{g/ml}$, yang menandakan potensi sitotoksik tertinggi. Nilai LC_{50} yang rendah ini mengindikasikan kemampuan acetogenins daun sirsak dalam menyerap radikal bebas dengan cepat dan efektif di dalam tubuh. Data mengenai nilai kekuatan sitotoksik beberapa tanaman buah keluarga Annonaceae dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kekuatan Sitotoksik dari Beberapa Tanaman Buah Keluarga Annonaceae

Nama Spesies	Bagian Pohon	Sitotoksitas (LC ₅₀ µg/ml)
<i>Annona muricata</i>	Daun	7,8 0,3
<i>Desmopsis panamensis</i>	Daun	38,5 3,5
<i>Rollinia exsucca</i>	Batang	39,0 2,0
<i>Rollinia pittieri</i>	Daun	56,5 2,1
<i>Xylopia aromatic</i>	Daun	100,0 6,4
<i>Rollinia pittieri</i>	Batang	115,5 6,7
<i>Pseudimalniea boyacana</i>	Batang	196,0 9,8

Sumber : Osorio et al. (2007)

Penggunaan ekstrak daun sirsak membutuhkan pertimbangan keamanan yang cermat, karena ada laporan yang mengindikasikan potensi munculnya efek samping atau gejala toksik. Berdasarkan tinjauan sistematis oleh Chan et al. (2020) menunjukkan ekstrak daun sirsak umumnya aman dan ditoleransi baik pada hewan uji dengan dosis antara 50 mg/kg hingga 2000 mg/kg berat badan. Studi pada tikus melaporkan tidak adanya toksisitas signifikan atau kematian maupun kerusakan organ pada berbagai dosis dan durasi, seperti ekstrak metanolik hingga 2000 mg/kg selama 28 hari dan ekstrak air 100-400 mg/kg selama 90 hari.

2. Penepungan Daun Sirsak

Pemilihan daun untuk pembuatan tepung daun sirsak dilakukan dengan menggunakan daun muda yang terletak pada posisi tangkai ke-2 hingga ke-4 dari pucuk, yang berwarna hijau muda. Berdasarkan penelitian Diputra et al., (2023), daun sirsak muda memiliki karakteristik terbaik dengan kadar air sebesar 7,69%, kadar abu 5,86%, kadar serat kasar

17,62%, ekstrak air 121,25%, total fenol 2,76%, total flavonoid 2,66%, kadar tanin 3,26%, serta aktivitas antioksidan mencapai 55,87%.

Proses pembuatan tepung daun sirsak merupakan tahap awal yang penting karena sangat memengaruhi kualitas akhir produk, baik dari segi fisik, kimia, maupun kandungan zat bioaktifnya. Metode dan lama pengeringan menjadi faktor kunci dalam menentukan mutu tepung yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian (Adri dan Hersoelistyorini, 2013), lama pengeringan terbukti berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan daun sirsak, di mana pengeringan daun sirsak pada suhu 50°C dengan lama pengeringan 150 menit menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi (76,06%) dan nilai EC50 terendah (82,16 µg/ml), menandakan aktivitas antioksidan yang kuat. Semakin tinggi suhu atau semakin lama waktu pengeringan, kandungan senyawa fenolik dan flavonoid cenderung menurun, sehingga suhu sedang dan waktu pengeringan yang tidak terlalu lama sangat disarankan untuk mempertahankan antioksidan.

Daun sirsak diketahui memiliki aroma yang tajam dan rasa yang pahit, sehingga dapat menurunkan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk olahannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu metode yang direkomendasikan adalah melakukan proses blanching sebelum daun dikeringkan. Salah satu teknik blanching yaitu blanching uap, terbukti efektif dalam memperbaiki karakteristik organoleptik, terutama pada aspek aroma dan rasa.

Penelitian oleh Angkat, Tambunan & Lestari (2024) menunjukkan bahwa perlakuan blanching uap selama 3 menit menghasilkan tepung daun dengan aroma dan rasa yang paling disukai oleh panelis, masuk dalam kategori "amat sangat suka". Selain itu, proses blanching uap berperan dalam menginaktivasi enzim, mengurangi bau tidak sedap, serta mempertahankan warna dan tekstur daun selama pengolahan. Blanching juga dapat menurunkan kadar bakteri dan menjaga stabilitas senyawa aktif pada daun, sehingga produk tepung yang dihasilkan menjadi lebih aman dan diterima secara sensoris oleh konsumen.

3. Brownies Krispi

Brownies adalah kue cokelat padat dengan rasa kaya dan pekat, biasanya berbentuk persegi, persegi panjang, atau lingkaran, yang populer dan digemari luas (Dewi, 2022). Terbuat dari bahan dasar seperti tepung terigu, cokelat, mentega, telur, dan gula pasir (Rahmawati *et al.*, 2024). Brownies umumnya dipanggang untuk menghasilkan permukaan kering dan bagian dalam yang lembab, namun juga bisa dikukus untuk tekstur yang lebih lembut dan ringan (Dewi, 2022). Seiring perkembangan dunia bakery, muncul berbagai variasi brownies, salah satunya adalah brownies krispi, yang menawarkan tekstur renyah yang unik.

Brownies krispi menawarkan keunggulan tekstur renyah dan garing yang khas, hasil dari formulasi resep dan teknik pemanggangan khusus dengan pengaturan bahan, suhu, dan waktu yang lebih presisi. Proses pembuatannya pun tergolong sederhana tanpa memerlukan pengembangan

adonan dan alat yang rumit, sehingga lebih mudah dilakukan baik di skala rumahan maupun industri kecil (Gusti *et al.*, 2024). Selain teksturnya yang unik, brownies krispi juga memiliki daya simpan yang lebih lama berkat kandungan air yang rendah, sekitar 0,9-1%. Dengan kemasan kedap udara seperti polypropylene (PP) atau aluminium foil, produk ini dapat bertahan antara 40 hingga lebih dari 260 hari tanpa kehilangan kualitas (Hanifah, 2024). Gambar brownies krispi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Brownies Krispi
(Sumber : [cookpad.com](https://www.cookpad.com))

Brownies krispi termasuk ke dalam kategori produk pangan kering sejenis biskuit, karena memiliki tekstur renyah dan kadar air yang rendah, yang merupakan karakteristik umum dari produk biskuit. Di Indonesia, produk biskuit telah memiliki standar nasional yang ditetapkan. Biskuit yang memenuhi kualitas baik harus sesuai dengan syarat mutu sebagaimana tercantum dalam SNI 01-2973-1992 yang dikeluarkan oleh Pusat Standarisasi Industri, seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat Mutu Biskuit

Kriteria Uji	Satuan	Klasifikasi
Karakteristik :		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Tekstur	-	Normal
Air	%, b/b	Maks. 5
Protein	%, b/b	Min. 6,5
Abu	%, b/b	Maks. 1,5
Bahan tambahan makanan :		
Pewarna	-	Sesuai SNI. 0222-M No. 722/Men Kes/Per/IX/88
Pemanis	-	Tidak boleh ada
Cemaran logam :		
Tembaga (cu)	mg/kg	Maks. 10
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 1,0
Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0.05
Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
Cemaran mikroba :		
Angka lempeng total	koloni/g	Maks. $1,0 \times 10^6$
Coliform	APM/g	Maks. 20
E. coli	APM/g	< 3
Kapang	koloni/g	

Sumber : SNI 01-2973-1992 (Pusat Standardisasi Industri, 1992)

4. Resep Brownies Krispi

Proses pembuatan brownies krispi ini mengikuti resep dan cara pembuatan yang dikembangkan berdasarkan penelitian (Syukur et al., 2024), yang dirancang untuk menghasilkan tekstur dan rasa khas. Dalam satu kali pembuatan, resep tersebut mampu menghasilkan produk akhir berupa brownies krispi dengan berat kurang lebih 250 gram.

a. Bahan

- 1) Tepung terigu protein sedang 50 g (segitiga biru)
- 2) Coklat batang 100 g (colatta)

- 3) Margarin 40 g (blueband)
- 4) Telur ayam negeri 50 g
- 5) Gula halus 35 g
- 6) Coklat bubuk 5 g
- 7) Garam 1 g
- 8) Vanili bubuk 1 g
- 9) Baking powder 1 g

b. Alat

- 1) Baskom
- 2) Timbangan digital
- 3) Whisk
- 4) Kompor gas
- 5) Oven
- 6) Loyang
- 7) Baking paper

c. Cara Pembuatan

- 1) Siapkan semua bahan dan timbang sesuai takaran yang dibutuhkan.
- 2) Lelehkan 100 gram dark cooking chocolate dan 40 gram mentega menggunakan teknik au bain marie sambil terus diaduk agar cokelat tidak gosong.
- 3) Campurkan 50 gram telur ayam dan 30 gram gula halus, lalu kocok menggunakan whisk hingga tercampur rata.
- 4) Tuangkan lelehan dark cooking chocolate dan mentega ke dalam campuran telur dan gula, aduk hingga rata.

- 5) Masukkan bahan kering: 50 gram tepung terigu protein sedang, 1 gram garam, 1 gram baking powder, dan 5 gram coklat bubuk. Aduk hingga semua bahan tercampur rata membentuk adonan.
- 6) Tuangkan ke dalam loyang yang sudah dialasi baking paper.
- 7) Ratakan adonan agar ketebalannya seragam, yaitu sekitar 0,5 cm.
- 8) Panggang adonan dalam oven pada suhu 150°C selama 25 menit.
- 9) Setelah matang, keluarkan brownies crispy dari cetakan dan dinginkan.
- 10) Masukkan brownies ke dalam kemasan kedap udara untuk menjaga kerenyahannya.

Brownies krispi ini diproses menggunakan metode pemanggangan dengan oven. Berdasarkan penelitian Demak et al., (2017), pemanggangan dapat meningkatkan kandungan senyawa fenolik serta aktivitas antioksidan dalam produk akhir. Pada penelitian tersebut, aktivitas antioksidan tertinggi berhasil dicapai pada suhu pemanggangan 160°C selama 15 menit.

Brownies krispi memiliki tekstur renyah dengan warna coklat kehitaman atau sesuai dengan bahan yang digunakan, memiliki aroma khas yang harum, serta rasa yang manis, gurih, dan sedikit legit. Dalam penelitian ini, pembuatan brownies krispi juga dilengkapi dengan penambahan topping keju untuk meningkatkan cita rasa, nilai tambah produk, dan juga daya tarik visual produk. Adapun bahan-bahan yang digunakan untuk membuat brownies krispi antara lain:

a. Tepung terigu

Tepung terigu berasal dari penggilingan bagian endosperma biji gandum (*Triticum aestivum*) dan banyak digunakan dalam pembuatan roti dan produk bakery lainnya. Mutu tepung dipengaruhi kadar protein dan gluten, yang menentukan tekstur akhir produk. Tepung terbagi menjadi tiga jenis berdasarkan kadar protein: tinggi (12–14%), sedang (10–12%), dan rendah (8–10%). Protein dan gluten yang tinggi membantu membentuk tekstur lembut dan berpori pada roti. (Kusnandar et al., 2022). Pada pembuatan brownies krispi ini digunakan tepung terigu dengan kadar protein sedang.

b. Dark chocolate batang

Dark chocolate batang terbuat dari padatan kakao, gula, dan lemak kakao tanpa susu, sehingga rasanya lebih kuat dan pahit dibanding milk atau white chocolate. Dengan kandungan kakao 65–75%, dark chocolate kaya flavonoid, antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Karena rasa intens dan nilai fungsionalnya, dark chocolate sering digunakan dalam produk bakery untuk memperkaya rasa sekaligus memberikan manfaat kesehatan (Rifqi, 2021).

c. Margarin

Margarin adalah lemak setengah padat berupa emulsi air dalam minyak, mengandung sekitar 80% lemak dan 15–20% air. Dalam bakery, margarin memberikan tekstur lembut dan plastis pada roti, cake, dan biskuit. Terbuat dari lemak nabati yang dimodifikasi

agar stabil dan memiliki titik leleh sesuai, margarin juga berfungsi sebagai emulsifier dan sering menjadi pengganti mentega yang lebih ekonomis dengan fungsi serupa (Prasatono et al., 2022; Sitorus et al., 2023).

d. Telur

Dalam pembuatan brownies krispi, telur berperan sebagai bahan pengikat yang menyatukan komponen adonan, menghasilkan tekstur merata dan homogen. Telur juga menjaga kelembapan, kekenyalan, serta membantu pembentukan struktur stabil dan warna menarik pada produk setelah dipanggang (Mutyasih et al., 2023).

e. Gula halus

Gula halus adalah gula pasir yang digiling menjadi bubuk halus dan biasanya dicampur dengan pati untuk mencegah penggumpalan, sehingga mudah larut dan cocok digunakan dalam pembuatan kue, roti, dan pastry untuk hasil akhir yang lembut (Ridhani *et al.*, 2021).

f. Coklat bubuk

Coklat bubuk adalah bubuk hasil pemisahan lemak dari biji kakao. Dalam bakery, bahan ini digunakan untuk memberikan rasa, warna, dan aroma coklat khas pada kue, roti, dan cookies. Selain menambah cita rasa, coklat bubuk juga mengandung nutrisi dan senyawa fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan (Joel *et al.*, 2013).

g. Garam

Dalam pembuatan roti, garam berperan penting sebagai penambah rasa dan aroma dengan menyerap kelembapan. Tanpa garam, roti cenderung terasa hambar dan kurang aromatik, hanya memiliki rasa gandum yang dominan dari tepung, sehingga kurang menggugah selera.

h. Vanili bubuk

Vanili bubuk digunakan dalam produk bakery untuk memberikan aroma dan rasa khas, meningkatkan kualitas sensorik, serta membuat produk lebih menarik dan rasa yang seimbang tanpa perlu menambah gula berlebih (Setyaningsih et al., 2021).

i. Baking powder

Baking powder adalah bahan pengembang yang menghasilkan gas karbon dioksida saat bereaksi dengan cairan dan panas, sehingga membuat adonan mengembang dan bertekstur ringan. Baking powder umumnya terdiri dari natrium bikarbonat, bahan asam, dan bahan pengisi, sehingga dapat bereaksi tanpa tambahan bahan asam dari resep (Marsigit et al., 2017).

j. Keju

Keju yang digunakan sebagai topping dalam produk bakery memiliki peran penting dalam menambah cita rasa gurih, tekstur, serta nilai gizi pada produk akhir. Keju juga meningkatkan kualitas kandungan gizi yaitu protein, lemak, vitamin, dan mineral, serta

mempercantik tampilan dan daya tarik produk (Zenitha & Sukriadi, 2025).

Penyajian brownies ini dapat dilakukan secara langsung sebagai camilan atau dipadukan dengan minuman seperti susu, teh, atau kopi untuk meningkatkan kenikmatan konsumsi. Selain itu, variasi topping seperti parutan keju, almond, atau chocochip dapat digunakan untuk menambah cita rasa dan tekstur. Agar kualitas brownies crispy tetap terjaga, penyimpanan dalam wadah kedap udara pada suhu ruang sangat dianjurkan untuk mempertahankan kerenyahannya.

5. Takaran Saji Brownies Krispi

Selingan merupakan makanan atau minuman yang dikonsumsi di antara waktu makan utama untuk membantu memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi harian. Kandungan energi pada selingan perlu disesuaikan dengan kebutuhan individu agar dapat mendukung pemenuhan kebutuhan gizi tanpa menyebabkan asupan energi yang berlebihan. Berdasarkan hasil scoping review yang mengkaji berbagai rekomendasi konsumsi selingan di berbagai negara, selingan dianjurkan memberikan kontribusi energi sekitar 5–15% dari total kebutuhan energi harian pada anak maupun orang dewasa. Pada orang dewasa, rekomendasi tersebut setara dengan 150–300 kkal per hari, sehingga selingan dapat berperan sebagai pelengkap asupan energi di antara waktu makan utama tanpa mengganggu keseimbangan asupan energi harian (Potter et. al., 2018).

Berdasarkan rekomendasi kebutuhan energi untuk makanan selingan, satu resep brownies krispi dengan berat total 250 gram menghasilkan 5 porsi, sehingga setiap porsi memiliki berat 50 gram. Ukuran porsi tersebut ditetapkan agar kandungan energi dalam setiap sajian sesuai dengan anjuran konsumsi makanan selingan dan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi di antara waktu makan utama. Informasi mengenai kandungan zat gizi brownies krispi berdasarkan resep tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Zat Gizi Brownies Krispi Resep Syukur et al., (2024)

Kandungan Gizi	Satuan	Nilai Gizi (1 resep: ± 250 g)	Nilai Gizi (1 porsi: 50 g)
Air	g	65,0	13,00
Energi	kcal	1293,1	258,61
Protein	g	23,5	4,71
Lemak	g	79,3	15,87
Karbohidrat	g	328,9	65,77
Serat	g	10,2	2,03
Kalsium	mg	387,1	77,42
Fosfor	mg	751,8	150,35
Besi	mg	7,0	1,41
Natrium	mg	1267,2	253,45
Kalium	mg	896,6	179,32
Vitamin A	mcg	98,6	19,72
Vitamin C	mg	0,3	0,06

Sumber : Syukur et al., (2024) termodifikasi

6. Sifat Fisik

Uji sifat fisik adalah pendekatan ilmiah yang digunakan untuk menganalisis dan mengukur respons suatu produk berdasarkan karakteristik fisiknya. Pengujian ini sangat penting dalam pengawasan dan standarisasi mutu produk karena sifat fisik langsung mencerminkan

kualitas dan mudah diamati. Dibandingkan dengan pengujian kimia, mikrobiologi, atau fisiologi, uji sifat fisik lebih praktis, cepat, dan mudah dilakukan. Banyak parameter fisik dapat diukur secara objektif menggunakan peralatan sederhana, sehingga metode ini efisien dan ekonomis untuk evaluasi mutu produk (Estiasih *et al.*, 2016). Beberapa karakteristik fisik yang umum digunakan dalam penilaian mutu produk meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur.

a. Warna

Warna merupakan karakteristik produk yang dapat dinilai secara fisik (objektif) maupun secara organoleptik (subjektif). Keberadaan warna ditentukan oleh pencahayaan yang mengenai objek, kondisi lingkungan sekitar, serta persepsi individu yang mengamati. Hampir semua produk, baik yang berbentuk padat maupun cair, memiliki unsur warna sebagai bagian dari penilaiannya (Aryanty, 2024).

b. Rasa

Rasa merupakan atribut sensori yang terutama diterima oleh indera pengecap, yaitu lidah. Secara umum, terdapat lima jenis rasa utama, yaitu pahit, manis, asam, asin, dan umami. Sebagai salah satu indikator penting dalam penilaian mutu, rasa sangat berpengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen terhadap produk pangan (Faidah *et al.*, 2019).

c. Aroma

Aroma, yang dikenali melalui indra penciuman, berperan penting dalam membentuk persepsi awal dan meningkatkan selera makan terhadap produk pangan. Aroma yang khas dapat meningkatkan penerimaan konsumen, sementara aroma kurang sedap menurunkan daya tarik makanan. Selain itu, aroma juga menjadi indikator penting untuk mendeteksi kerusakan atau penurunan mutu produk (Trianto, Hamidah & Radam, 2025).

d. Tekstur

Tekstur merupakan aspek penting dalam menentukan kualitas pangan. Setiap produk makanan memiliki tekstur yang berbeda-beda, baik dari segi sifat maupun strukturnya. Tekstur ini berkaitan dengan sensasi yang dirasakan melalui indra peraba, baik saat disentuh maupun saat dikunyah di dalam mulut. Keempukan dan kerenyahan suatu makanan dipengaruhi oleh kualitas bahan yang digunakan serta metode pengolahannya (Lady, 2024).

7. Sifat Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode penilaian kualitas sensorik produk pangan menggunakan pancaindra manusia untuk mengevaluasi rasa, aroma, warna, tekstur, dan bentuk yang memengaruhi penerimaan konsumen. Metode ini penting untuk mendeteksi penurunan mutu atau kerusakan yang tidak terlihat melalui uji fisik atau kimia. Penilaian dilakukan oleh panelis secara subjektif namun terstruktur, berguna untuk

pengembangan dan pengendalian mutu produk (Fadila & Juhartini, 2021). Jenis uji organoleptik meliputi uji perbedaan (membedakan perbedaan antar sampel), uji deskriptif (mengukur intensitas atribut sensorik), uji afektif, dan uji hedonik (menilai preferensi konsumen).. Sampel disajikan acak dan diberi kode untuk menghindari bias, dengan kondisi ruang uji yang netral dan stabil agar penilaian tidak terganggu (Arziyah, Yusmita & Wijayanti, 2022).

Uji hedonik merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam uji organoleptik untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk pangan. Metode ini termasuk dalam pengukuran langsung (*direct scaling*), karena panelis memberikan penilaian secara langsung terhadap tingkat kesukaannya menggunakan suatu skala penilaian. Nilai pada skala hedonik secara langsung menunjukkan tingkat kesukaan atau ketidaksukaan panelis terhadap produk, yang tersusun secara berurutan dari sangat tidak suka hingga sangat suka. Secara konseptual, kategori pada skala hedonik dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu kategori tidak suka (*dislike*) dan kategori suka (*like*). Pengelompokan tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat penerimaan (*acceptability*) suatu produk, misalnya melalui persentase panelis yang memberikan penilaian pada kategori suka. Meskipun demikian, hasil uji hedonik juga dapat disajikan berdasarkan masing-masing kategori penilaian agar distribusi tingkat

kesukaan panelis terhadap produk dapat diamati secara lebih rinci (Gambaro & McSweeney, 2020).

Menurut Setyaningsih, Apriyantono & Sari (2010), terdapat tujuh jenis panelis dalam uji organoleptik, yaitu:

a. Panelis perseorangan

Panelis ini adalah ahli yang memiliki kepekaan tinggi terhadap produk yang diuji, baik karena bakat alami maupun pelatihan intensif. Mereka sangat memahami sifat bahan dan metode analisis organoleptik. Kelebihannya adalah hasil yang cepat, efisien, dan minim bias, namun kelemahannya adalah keputusan sepenuhnya bergantung pada satu individu tanpa pembandingan.

b. Panelis terbatas

Terdiri dari 3-5 orang yang berpengalaman dan sensitif terhadap produk. Keputusan diambil secara kolektif setelah diskusi antar anggota panel, sehingga hasilnya lebih objektif dibandingkan panelis perseorangan.

c. Panelis terlatih

Panelis yang telah melalui pelatihan dan seleksi khusus untuk meningkatkan kepekaan sensoriknya. Biasanya berjumlah 19-25 orang, hasil penilaian mereka dianalisis secara statistik untuk mendapatkan keputusan yang akurat.

d. Panelis agak terlatih

Mirip dengan panelis terlatih, terdiri dari 19-25 orang yang sudah dilatih dasar-dasar penilaian organoleptik tetapi belum mencapai tingkat panelis terlatih. Panelis ini dipilih berdasarkan sensitivitasnya, dan jika ada data yang menyimpang bisa dikesampingkan dalam analisis.

e. Panelis tidak terlatih

Panelis ini biasanya berjumlah sekitar 25 orang yang dipilih berdasarkan latar belakang sosial seperti pendidikan dan jenis kelamin. Mereka melakukan pengujian sederhana, seperti uji kesukaan produk.

f. Panelis konsumen

Panelis umum yang mewakili konsumen biasa, jumlahnya antara 30-100 orang. Mereka digunakan untuk mengukur preferensi dan penerimaan produk secara luas.

g. Panelis anak-anak

Panelis khusus yang terdiri dari anak-anak usia 3-10 tahun, biasanya digunakan untuk menilai produk yang ditujukan bagi anak-anak seperti cokelat, permen, dan es krim.

8. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang berperan dalam melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas, yaitu molekul tidak stabil yang dapat merusak komponen penting dalam sel seperti protein, lemak, dan DNA. Keberadaan antioksidan sangat penting bagi kesehatan dan

dibutuhkan dalam asupan makanan sehari-hari untuk menunjang fungsi tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara memperlambat atau mencegah proses oksidasi, yaitu reaksi kimia yang melibatkan perpindahan elektron dari satu zat ke zat lainnya, yang dapat memicu pembentukan radikal bebas. Radikal bebas ini berpotensi merusak sel. Antioksidan umumnya bertindak sebagai zat pereduksi yang mampu memutus rantai reaksi oksidasi tersebut (Maharani et al., 2021; Fadlilah & Lestari, 2023).

Stres oksidatif terjadi saat jumlah radikal bebas dalam tubuh melebihi kemampuan antioksidan untuk menetralkannya, menyebabkan ketidakseimbangan yang dapat merusak sel. Jika dibiarkan, kondisi ini berisiko memicu berbagai penyakit kronis seperti penyakit jantung, diabetes, gangguan saraf, hingga kanker. Meskipun tubuh memproduksi antioksidan secara alami, asupannya dari makanan kaya antioksidan tetap dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan dan melindungi sel dari kerusakan (Fadlilah & Lestari, 2023).

Antioksidan dapat berasal dari dalam tubuh (endogen) maupun diperoleh dari luar (eksogen). Berdasarkan jenisnya, antioksidan terbagi menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan enzimatik dan non-enzimatik. Antioksidan enzimatik meliputi enzim seperti superoksida dismutase (SOD), glutathione peroksidase (GPx), katalase (CAT), serta glutathione reduktase, yang bekerjasama dengan mineral esensial seperti selenium, tembaga, zat besi, dan seng untuk menetralkan radikal bebas (Tzaniyah et al., 2023).

Sedangkan, antioksidan non-enzimatik mencakup vitamin dan fitonutrien yang banyak terkandung dalam berbagai jenis makanan. Contohnya adalah vitamin E (termasuk tokoferol dan tokotrienol) yang terdapat dalam minyak nabati, biji-bijian, dan kacang-kacangan, vitamin C (asam askorbat) yang banyak ditemukan pada sayuran dan buah segar, serta karotenoid seperti beta-karoten, yang berfungsi sebagai pro-vitamin A dan banyak terdapat dalam buah dan sayuran berwarna cerah serta telur (Maharani *et al.*, 2021).

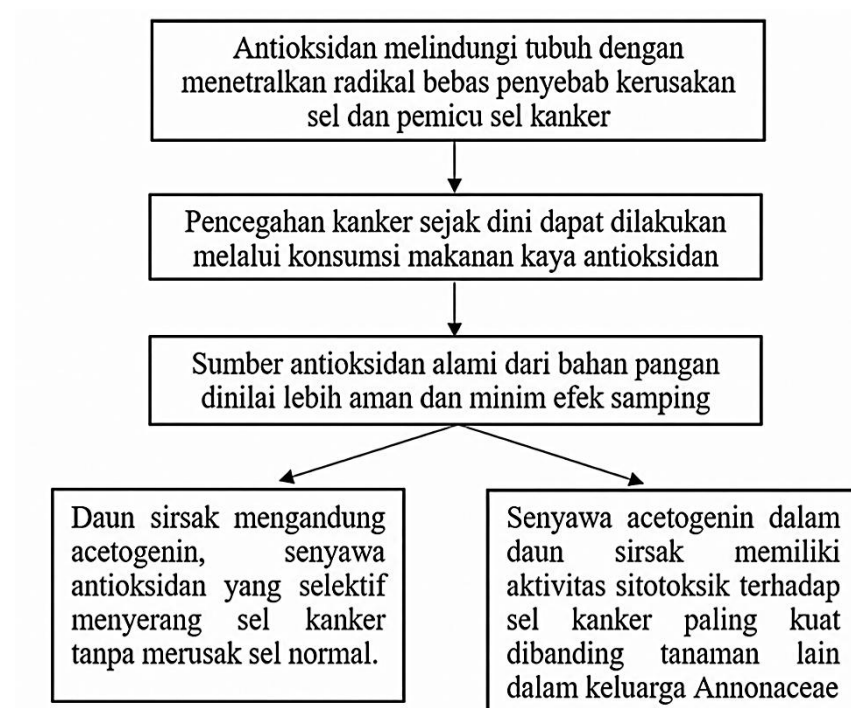
Metode yang paling umum digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan dalam penelitian adalah metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Teknik ini menilai kemampuan suatu senyawa dalam menetralkan radikal bebas DPPH secara kuantitatif menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang 517 nm. Hasil pengukuran diekspresikan dalam nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi senyawa yang dibutuhkan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas. Semakin rendah nilai IC_{50} , semakin tinggi aktivitas antioksidan senyawa tersebut (Tzaniyah *et al.*, 2023).

Selain DPPH, terdapat metode lain seperti ABTS, FRAP, dan ORAC, namun DPPH tetap menjadi metode yang paling populer karena cepat, sensitif, dan mudah diaplikasikan. Berdasarkan kategorinya, senyawa dengan nilai IC_{50} di bawah 50 ppm tergolong memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat, antara 50–100 ppm termasuk kuat, 100–150 ppm

dikategorikan sedang, dan 151–200 ppm dianggap lemah (Rahayu & Wulandari, 2025).

B. Kerangka Teori

Berdasarkan teori-teori yang telah dipaparkan pada telaah pustaka, maka disusun kerangka teori penelitian sebagai berikut:

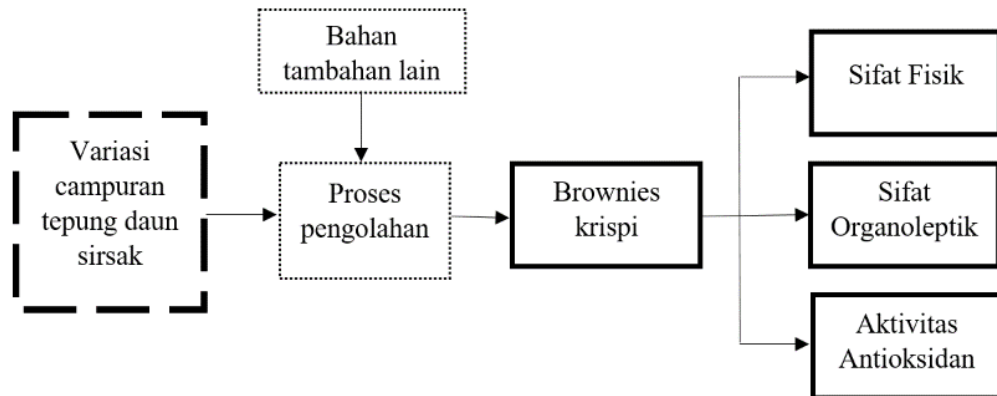


Gambar 3. Kerangka Teori

Sumber : Osorio et al., (2007); Zuhud, (2011); Fagbohun et al., (2023); Hidayat, (2023); Rahayu & Wulandari, (2025)

C. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori yang telah disusun, maka dirumuskan kerangka konsep penelitian yang menggambarkan hubungan antarvariabel sebagai berikut:



Gambar 4. Kerangka Konsep

Keterangan :

— — — — : Variabel Bebas

..... : Variabel Kontrol

———— : Variabel Terikat

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teori dan kerangka konsep yang dibuat, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Diketahui sifat fisik dan sifat organoleptik pada brownies krispi dengan variasi campuran tepung daun sirsak
2. Peningkatan aktivitas antioksidan terjadi seiring dengan penambahan variasi proporsi tepung daun sirsak dalam campuran