# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Wortel *(Daucus Carota L.)* merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan nutrisinya yang tinggi, terumata beta-karoten sebagai sumber vitamin A. Berdasarkan data BPS (Badan Stastistik Indonesia), rata-rata konsumsi perkapita seminggu menurut kelompok sayur-sayuran per Kabupaten kota (Satuan Komoditas) pada Tahun 2024 khususnya tanaman wortel yang dikonsumsi oleh Masyarakat Kabupaten Bulungan 0,024 perkapita seminggu. Selain digunakan sebagai makanan, wortel juga sering dimanfaatkan dalam industri makananan olahan menjadi jus, atau produk olahan lainnya. Tren konsumsi makanan sehat, saat ini semakin meningkat, salah satunya konsumsi jus alami yang minim proses. Salah satu teknologi yang mendukung gaya hidup sehat ini adalah *Slow Juicer* berbeda dengan *juicer* konvensional atau blender yang hanya menggunakan kecepatan tinggi, dan menghasilkan panas*, Slow Juicer* bekerja dengan kecepatan rendah dan tekanan tinggi untuk mengekstrak sari buah dan sayur secara murni, sehingga ampas jauh lebih kering dan kualitas ampas atau kadar airnya lebih baik dibandingkan blender yang masih harus diperas lagi.

Namun proses tersebut menghasilkan limbah berupa ampas, ampas ini biasanya dibuang begitu saja, sementara masih mengandung berbagai zat gizi yang bermanfaat, seperti serat pangan, beta-karoten (60-80%), vitamin, dan antioksidan (Kohajdova dkk., 2012). Sejauh ini ampas wortel belum dimanfaatkan dengan baik namun dengan kandungan nutrisinya, ampas wortel dapat diolah menjadi berbagai produk pangan. Hal ini juga dapat mengurangi tingginya tingkat *Food Waste* di

Indonesia, dimana menurut data BPN (Badan Pangan Nasional) perilaku masyarakat terkait timbulan *Food Waste*, jenis makanan yang banyak disisakan dirumah tangga seperti sayuran sebanyak 24,70%.

Tingginya nilai gizi dari ampas wortel ini bisa dijadikan bermacam produk pangan salah satunya *rice cracker*. *Rice Cracker* atau makanan ringan yang terbuat dari beras atau tepung beras, yang diproses dan dikeringkan, lalu dipanggang atau digoreng hingga renyah dan menjadi kerupuk tipis yang gurih, asin, pedas dan manis. Selain itu *rice cracker* dapat dikonsumsi oleh kalangan baik anak-anak sampai dewasa karena tidak mengandung bahan umum seperti susu, telur, kacang, atau gandum, serta rendah kalori, dan mudah dicerna. Beras merah mengandung nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan beras putih. Beras merah memiliki kandungan zat besi, magnesium, kalsium, seng, protein kasar dan serat kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih (Raghuvanshi et al., 2017). Oleh karena itu, beras merah berpotensi untuk dijadikan bahan utama pembuatan *rice cracker.* Namun beras merah dan wortel rendah kadar protein, sehingga perlu dilakukan fortifikasi bahan lain seperti kacang hijau yang mengandung protein 19,7-24,2% ( Nisa et al., 2020 ).

*Rice cracker* ini diharapkan memiliki kadar serat, dan protein yang tinggi karena masyarakat Indonesia kurang mengonsumsi serat. Rata-rata konsumsi serat penduduk Indonesia secara umum yaitu 10.5 g/hari (Depkes 2008). Kebutuhan serat yang dianjurkan berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk anak-anak berusia 9-13 tahun adalah 26-35 g/hari, nilai ini hanya mencapai setengah dari kecukupan serat yang dianjurkan. Anjuran konsumsi serat berdasarkan Angka

Kecukupan Gizi untuk orang dewasa usia 19-29 tahun adalah 38 g/hari untuk laki-laki dan untuk orang dewasa perempuan 32 g/hari

Oleh karena itu dibutuhkan formulasi yang paling optimal antara bahan campuran tepung beras merah dengan bubuk ampas wortel serta penambahan bubuk kacang hijau, agar penelitian ini menghasilkan *Rice Cracker* yang tidak hanya tinggi serat dan protein tetapi juga disukai oleh konsumen.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh masing-masing formulasi terhadap kadar serat dan protein *Rice Cracker* berbahan dasar beras merah dan ampas wortel yang difortifikasi kacang hijau?
2. Bagaimana tingkat penerimaan konsumen terhadap *Rice Cracker* berbahan dasar beras merah dan ampas wortel yang difortikasi kacang hijau ditinjau dari uji organoleptic (warna, aroma, rasa, dan tekstur)?
3. Berapa formulasi beras merah dan ampas wortel yang difortikasi kacang hijau yang paling disukai berdasarkan tingkat preferensi konsumen (*Panelis*)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh masing-masing formulasi beras merah dan ampas wortel yang difortifikasi kacang hijau terhadap kadar serat dan protein pada produk *Rice Cracker*.
2. Mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap *Rice Cracker* berbahan dasar beras merah dan ampas wortel yang difortikasi kacang hijau melalui uji organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).
3. Menetukan formulasi terbaik beras merah dan ampas wortel yang difortifikasi kacang hijau berdasarkan tingkat preferensi konsumen (*Panelis*).

# 2. TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. Rice Cracker

Rice Cracker atau kerupuk beras merupakan produk makanan ringan yang terbuat dari bahan dasar beras yang diolah melalui proses pemanggangan, penggorengan, atau pemanggangan kering (baking). Produk ini populer di banyak Asia, seperti Jepang (*senbel*), Korea (*tteobokki crackers*), dan Indonesia (kerupuk beras tradisional). Menurut Matsuda et al. (2018), Rice cracker merupakan hasil olahan beras yang mengalami gelatinisasi dan kemudian dikeringkan hingga memiliki tekstur renyah dan cita rasa khas.

## 2.2. Mutu Rice Cracker

Mutu rice cracker mengacu pada kualitas atau standar yang harus dipenuhi oleh rice cracker, bukan merek atau jenis spesifik. Kualitas rice cracker diatur oleh standar seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) dan mencakup aspek fisik, kandungan nutrisi, dan keamanan. Standar ini SNI 2973:2011 untuk cracker, menetapkan kriteria mutu yang wajib dipenuhi oleh produsen untuk menjamin keamanan dan kualitas produk (Suzuki *et al.,* 2023)

| Komponen | Penjelasan | Peranan dalam Rice Cracker |
|---|---|---|
| Amilosa | Salah satu jenis pati (karbohidrat kompleks) yang tersusun dari rantai linear glukosa. Amilosa memiliki kemampuan | Menurunkan tingkat kemekaran kerupuk, meningkatkan kekuatan ikatan hidrogen dalam granula pati, sehingga |

| | | |
|---|---|---|
| | membentuk ikatan hidrogen yang kuat sehingga berpengaruh pada kekuatan tekstur produk. | dibutuhkan energi lebih besar untuk gelatinisasi. Kadar amilosa yang pas berpengaruh pada kerenyahan dan kepadatan rice cracker. |
| Amilopektin | Pati berbentuk rantai bercabang dari glukosa, lebih mudah menyerap air dan memberikan tekstur yang ringan. | Berperan penting dalam pembentukan tekstur ringan dan mengembang pada rice cracker sehingga kerupuk menjadi renyah dan mengembang dengan baik |
| Serat kasar | Serat dari bahan pangan, berupa komponen tidak tercerna seperti selulosa yang berasal dari kulit biji atau bagian tumbuhan lainnya. | Meningkatkan nilai gizi rice cracker dan memberikan efek positif pada kesehatan pencernaan. Serat juga memengaruhi tekstur dengan menambah kekenyalan dan daya serap air (Malibun *et al.,* 2019) |

## 2.3. Beras Merah

Beras merah merupakan salah satu jenis beras yang tidak mengalami proses penggilingan sempurna seperti beras putih, sehingga lapisan dedaknya (aleuron dan germ) masih utuh, warna merah pada beras ini berasal dari pigmen antosianin, yang merupakan senyawa flavanoid dengan aktivitas antioksidan tinggi (Yuliana, 2016). Pati beras secara keseluruhan terdiri sekitar 85-90% dari berat kering beras dan terutama tersusun dari dua polimer karbohidrat utama yaitu amilosa dan amilopektin (Yuliati *et al.,* 2020)

| **Komponen** | **Penjelasan** | **Peranan dalam beras merah** |
|---|---|---|
| Amilosa | Pati polisakarida dengan rantai linear/glukosa lurus. Kandungan amilosa beras merah sekitar 29-40%. Memiliki struktur yang cenderung mudah mengalami retrogradasi dan cenderung keras saat dingin. | Memberikan tekstur keras dan kering pada hasil olahan beras merah, mempengaruhi kekerasan nasi saat dingin dan daya simpan produk |
| Amilopektin | Pati polisakarida bercabang, sekitar 40-60% di beras merah. | Berperan dalam pembentukan tekstur nasi yang lebih lembut dan |

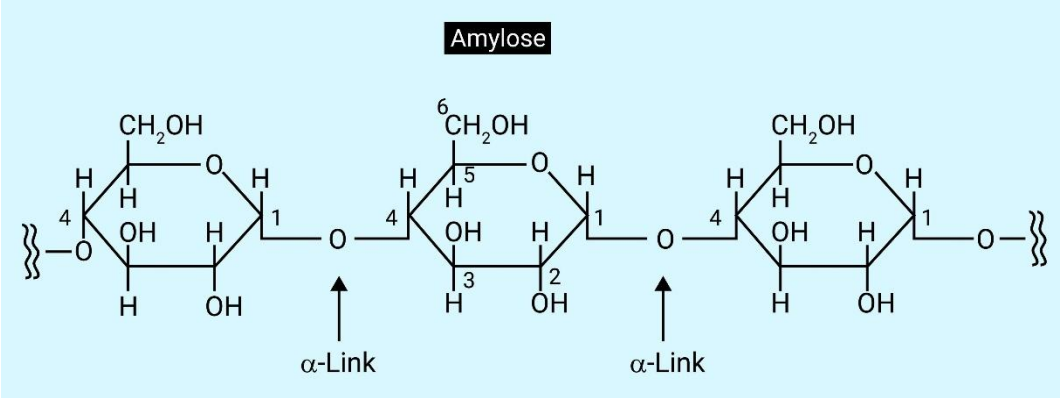
| | | |
|---|---|---|
| | Struktur bercabang membentuk heliks ganda yang dapat mengikat air lebih kuat. | kenyal pada suhu panas, serta mempengaruhi sifat gelatinisasi dan kekentalan produk beras merah. |
| Serat | Bagian tidak tercerna dari tanaman, berisi selulosa dan komponen lainnya, sekitar 3-5% pada beras merah. | Menambah nilai gizi, memperbaiki fungsi pencernaan, serta mempengaruhi tekstur dan rasa pada produk beras merah. |

### 2.3.1 Pati Amilosa

Pati amilosa pada beras merah adalah salah satu komponen utama pati yang berkontribusi pada sifat fisik dan fungsional beras tersebut. Amilosa memiliki struktur molekul yang linear atau sedikit bercabang dan dibangun dari unit-unit α-D-glukosa yang saling berikatan melalui ikatan glikosidik α-1,4. Rantai amilosa ini memiliki derajat polimerisasi antara 100 hingga 10.000, dengan bobot molekul berkisar pada 1x10^5 hingga 1x10^6 g/mol. Struktur amilosa yang linear ini menyebabkan molekulnya cenderung membentuk ikatan hidrogen antar rantai amilosa yang berdekatan sehingga membentuk struktur pilinan. Gugus hidroksil yang berlimpah pada molekul amilosa juga mempengaruhi sifat hidrofiliknya sehingga amilosa memiliki daya afinitas terhadap air. Molekul amilosa jika berikatan satu sama lain melalui ikatan

hidrogen, daya afinitasnya terhadap air menurun akibat kompetisi antar rantai amilosa dengan air yang menyebabkan larutan amilosa menjadi keruh (Syafutri *et al.,* 2024).

Amilosa dalam beras merah berperan penting dalam menentukan tekstur nasi setelah dimasak. Tingginya kadar amilosa, semakin keras tekstur nasi yang dihasilkan, dan sebaliknya kadar amilosa yang lebih rendah menghasilkan nasi yang lebih lengket karena proporsi amilopektin yang lebih tinggi. Amilosa juga berperan dalam fenomena gelatinisasi dan retrogradasi pati. Gelatinisasi terjadi saat granula pati menyerap air dan mengembang saat pemanasan hingga menyebabkan ikatan kristalin pada granula pati pecah. Amilosa yang berada di daerah non-kristalin granula pati dapat lebih mudah berdifusi keluar selama proses gelatinisasi. Retrogradasi terjadi saat amilosa yang terlepas tersebut kemudian membentuk kembali ikatan hidrogen antar molekul saat pendinginan, membentuk struktur yang lebih kristalin dan menyebabkan nasi menjadi keras setelah dingin. Gambar struktur molekul amilosa menunjukkan rantai linear α-D-glukopiranosa dengan ikatan α-1,4, yang bentuknya seperti pilinan tunggal yang dapat membentuk kompleks dengan senyawa lain seperti lemak, sehingga membentuk pola kristal tipe V yang khas. Struktur ini menjadi dasar dari fungsionalitas amilosa dalam makanan, khususnya dalam pembentukan tekstur dan sifat kereal yang dimasak.



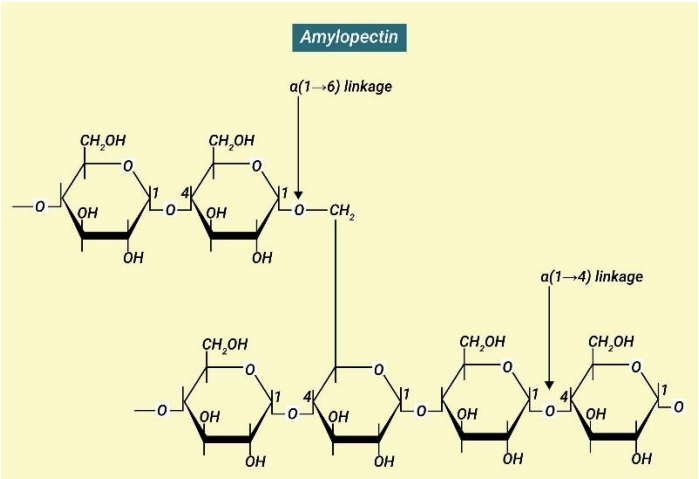

*Gambar 1. Struktur Amilosa*

### 2.3.2 Amilopektin

Amilopektin tersusun dari rantai-rantai unit α-D-glukosa yang berikatan melalui ikatan glikosidik α-1,4 pada rantai utama, dan ikatan cabang α-1,6 pada sekitar setiap 20 sampai 26 unit monomer. Struktur bercabang ini memungkinkan amilopektin memiliki bobot molekul yang jauh lebih besar dibanding amilosa, berkisar antara 1x10^6 hingga 1x10^9 g/mol. Strukturnya yang bercabang, amilopektin memiliki kecenderungan untuk membentuk kumpulan molekul yang tidak larut dalam air, membentuk gel yang membuat tekstur nasi menjadi lebih lengket dan pulen. Amilopektin berperan penting dalam proses gelatinisasi ketika beras dimasak. Gelatinisasi adalah proses di mana granula pati menyerap air dan mengembang saat terkena panas, menyebabkan pecahnya ikatan kristalin dalam pati, khususnya di bagian non-kristalin. Amilopektin dengan struktur bercabangnya menahan air dengan kuat sehingga memberikan stabilitas tekstur nasi selama dimasak dan juga saat disimpan (Sari *et al.,* 2020).

Tekstur lengket yang dihasilkan oleh amilopektin membantu membentuk nasi beras merah yang kenyal dan tidak terlalu keras seperti yang biasanya

terjadi pada beras dengan kandungan amilosa tinggi. Amilopektin juga berperan dalam retrogradasi, yaitu proses pembentukan kembali struktur ikatan antar molekul pati saat pendinginan. Retrogradasi pada amilopektin berlangsung lebih lambat dibandingkan amilosa, sehingga nasi yang kaya amilopektin cenderung bertahan dalam keadaan lembut lebih lama dan memiliki tekstur yang lebih stabil, sedangkan amilosa menyebabkan nasi menjadi keras lebih cepat setelah didinginkan. Kadar amilopektin dalam beras merah biasanya lebih rendah dibandingkan amilosa, berkisar sekitar 60% dari total pati; sedangkan amilosa sekitar 40%, walaupun persentase ini dapat berbeda tergantung varietas beras dan kondisi lingkungan saat tanam. Kandungan amilopektin yang cukup tinggi ini, beras merah cenderung menawarkan keseimbangan tekstur yang beragam sesuai dengan metode pengolahan dan pemasakan yang digunakan (Yuliati *et al.,* 2020).




*Gambar 2. Amilopektin*

### 2.3.3 Organoleptik

Organoleptik beras merah merujuk pada karakteristik sensoris yang dapat dirasakan oleh indera manusia, seperti warna, aroma, rasa, tekstur, dan

penampilan fisik yang mempengaruhi preferensi dan kesukaan konsumen terhadap produk beras merah. Karakteristik organoleptik beras merah dipengaruhi oleh komposisi kimia, struktur fisik butiran beras, serta proses pengolahan mulai dari pemanenan hingga penyimpanan. Warna merah kecokelatan yang khas berasal dari pigmen antosianin pada lapisan kulit ari. Warna ini tidak hanya berfungsi sebagai identitas visual, tetapi juga berperan sebagai indikator kandungan antioksidan dalam beras. Warna beras merah yang cenderung gelap menunjukkan kadar zat gizi dan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan beras putih. Perbedaan warna ini berkontribusi pada persepsi rasa dan nilai gizi di mata konsumen. Aroma beras merah relatif lebih kuat dan berbeda dibandingkan beras putih. Beberapa varietas beras merah memiliki aroma khas yang sedikit berbau seperti biji kacang, kacang tanah, atau gandum yang berasal dari senyawa volatil dan minyak alami pada kulit ari yang masih melekat. Aromanya ini sering kali memberikan kesan alami dan segar yang disukai oleh sebagian kalangan konsumen yang mengutamakan nilai gizi dan kesehatan. Rasa beras merah cenderung lebih kuat dan sedikit berbeda dengan beras putih, yang biasanya terasa lebih netral. Hal ini dikarenakan dalam beras merah terdapat lebih banyak serat, mineral, dan senyawa bioaktif lain yang memberikan rasa sedikit lebih “berat” atau “kental” di lidah. Rasa yang khas ini sering kali dihubungkan dengan rasa alami dan sehat, meskipun bagi beberapa orang yang belum terbiasa mungkin terasa agak keras atau kurang disukai. Tekstur nasi dari beras merah saat dimasak biasanya lebih kasar dan kenyal dibanding nasi dari beras putih. Tekstur ini dihasilkan dari kandungan pati amilosa dan amilopektin yang berbeda serta lapisan serat

kulit ari yang masih ada. Tekstur ini memberikan sensasi makan yang lebih padat dan mengenyangkan, namun terkadang membutuhkan teknik memasak yang tepat agar nasi tidak terlalu keras atau terlalu lengket. Sisi penampilan fisik dari butiran beras merah umumnya berukuran sedikit lebih besar dengan permukaan yang tidak sehalus beras putih karena lapisan kulit ari tidak dilepas seluruhnya. Permukaan yang lebih kasar memberikan kesan alami dan organik yang menjadi nilai tambah bagi konsumen yang mencari produk pangan sehat dan tidak banyak mengalami proses pengolahan (Wardani *et al.,* 2024)

Penelitian mengenai karakteristik organoleptik beras merah telah menunjukkan bahwa suhu perebusan dan pengeringan berpengaruh terhadap kualitas organoleptiknya, termasuk rasa dan tekstur yang diterima konsumen. Misalnya, flake dari beras merah yang direbus pada suhu 80°C dan dikeringkan pada suhu 70°C menghasilkan produk dengan rasa yang baik, tekstur yang enak, serta nilai organoleptik tinggi pada aspek rasa dan mouthfeel. Penelitian dan uji sensoris secara organoleptik ini penting untuk mengembangkan produk berbasis beras merah yang memenuhi standar mutu dan selera pasar (Chandra *et al.,* 2014).

## 2.4 Ampas Wortel

Ampas wortel adalah sisa hasil pengolahan wortel, biasanya setelah proses pembuatan jus atau ekstraksi sari wortel. Ampas wortel sering dianggap limbah, meskipun demikian sebenarnya memiliki banyak potensi manfaat yang bisa dimanfaatkan secara optimal, baik untuk kesehatan, kecantikan, maupun sebagai bahan baku dalam berbagai produk. Ampas wortel mengandung serat tinggi, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif seperti beta-karoten yang merupakan

prekursor vitamin A. Serat dalam ampas wortel sangat baik untuk pencernaan karena membantu melancarkan buang air besar dan menjaga kesehatan usus. Selain itu, kandungan antioksidan dalam ampas wortel membantu melawan radikal bebas yang dapat merusak sel tubuh dan memicu berbagai penyakit kronis (Ikram *et al.,* 2024).

Ampas wortel bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam makanan sehat, seperti campuran dalam roti, kue, atau sebagai bahan pengental alami dalam pembuatan selai dan jeli. Pektin yang terkandung dalam ampas wortel berperan penting dalam membentuk tekstur gel, sehingga cocok untuk berbagai olahan makanan. Ampas wortel juga bisa digunakan sebagai pakan ternak yang bergizi, membantu mengurangi limbah dan meningkatkan nilai ekonomi dari sisa produksi wortel (Ramos-Andrés *et al.,* 2021).

Kandungan nutrisi ampas wortel yaitu :

- Serat kasar : Ampas wortel mengandung serat kasar yang tinggi, berkisar antara 20-40% dari berat kering. Serat ini penting untuk memperbaiki struktur tanah jika digunakan sebagai bahan organik, karena membantu meningkatkan aerasi dan retensi air tanah.
- Karbohidrat kompleks : Ampas wortel mengandung karbohidrat kompleks seperti pektin dan selulosa. Pektin merupakan serat larut yang dapat berfungsi sebagai prebiotik dan membantu aktivitas mikroorganisme tanah.
- Protein : Kandungan protein dalam ampas wortel relatif rendah, sekitar 5-10% dari berat kering, namun cukup untuk mendukung aktivitas mikroba tanah yang membutuhkan nitrogen.

- Vitamin dan mineral : Ampas wortel masih mengandung sejumlah vitamin (terutama vitamin A dari beta-karoten) dan mineral penting seperti kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P). Mineral-mineral ini sangat bermanfaat untuk kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.
- Beta-karoten dan senyawa bioaktif : Beta-karoten adalah prekursor vitamin A yang juga berfungsi sebagai antioksidan. Senyawa bioaktif ini dapat membantu meningkatkan kesehatan mikroorganisme tanah dan menghambat pertumbuhan patogen.

**2.5 Kacang Hijau**

Kacang hijau (*Vigna radiata*) adalah tanaman polong-polongan yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis. Tanaman ini memiliki peranan penting sebagai sumber protein nabati, serat, vitamin, dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Kacang hijau juga dikenal karena kemampuannya memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen, sehingga sering digunakan dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Kacang hijau mengandung protein berkualitas tinggi yang mudah dicerna, serta zat besi, vitamin B kompleks, dan antioksidan yang membantu meningkatkan sistem imun dan mencegah berbagai penyakit, selain itu kacang hijau kaya akan serat yang baik untuk pencernaan dan membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Kacang hijau juga memiliki manfaat kesehatan seperti memperlancar pencernaan, efek detoksifikasi, membantu menurunkan berat badan, dan menguatkan sistem kekebalan tubuh. Kandungan antioksidan dalam kacang hijau membantu melawan radikal bebas yang dapat merusak sel tubuh (Safitri *et al.,* 2024).

Kandungan nutrisi kacang hijau yaitu :

- Protein nabati tinggi : Kacang hijau mengandung protein berkualitas tinggi yang mudah dicerna, sangat penting untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh.
- Vitamin dan mineral : Mengandung vitamin B kompleks (terutama vitamin B1), kalsium, fosfor, zat besi, dan antioksidan yang membantu meningkatkan sistem imun dan menjaga kesehatan tulang.
- Lemak sehat : Lemak dalam kacang hijau sebagian besar adalah asam lemak tak jenuh (73%), yang baik untuk kesehatan jantung dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.
- Serat tinggi : Serat dalam kacang hijau membantu melancarkan pencernaan, mengurangi kadar kolesterol, dan membantu mengontrol berat badan.
- Antioksidan dan detoksifikasi : Senyawa antioksidan dalam kacang hijau membantu melawan radikal bebas, sehingga berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif dan proses penuaan (Ponelo *et al.,* 2022).