

## Persepsi Masyarakat Terhadap Singkong yang Dimasak dengan Biogas Lebih Tinggi Dibandingkan dengan LPG Melalui Evaluasi Sensori: Studi Kasus di Subang, Jawa Barat

Jovita Aurelia<sup>1</sup>, Daru Seto Bagus Anugrah<sup>2\*</sup>, Enny Widawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia, 12930

<sup>2</sup>Program Studi Bioteknologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia, 12930

<sup>3</sup>Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia, 12930

\*Corresponding author, email: [daru.seto@atmajaya.ac.id](mailto:daru.seto@atmajaya.ac.id) or [darufile@gmail.com](mailto:darufile@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh memasak dengan kompor biogas terhadap kualitas sensori singkong kukus dan rebus di Desa Ponggang, Subang, Jawa Barat. Indonesia merupakan produsen singkong terbesar ketiga di dunia, dengan Jawa Barat menjadi salah satu daerah penghasil utama. Pemanfaatan biogas yang diperoleh dari kotoran sapi sebagai sumber energi terbarukan untuk kompor memasak dilaksanakan sebagai bagian dari proyek masyarakat di Desa Ponggang. Biogas terutama terdiri dari metana dan karbon dioksida, menawarkan alternatif berkelanjutan dibandingkan metode memasak tradisional yang menggunakan bahan bakar gas cair (LPG) dan kayu bakar. Hal ini secara signifikan mengurangi emisi polusi seperti unsur karbon, karbon organik, materi partikulat, dan karbon monoksida. Pada penelitian ini dilakukan uji sensori untuk mengevaluasi perbedaan kualitas singkong yang dimasak dengan biogas dan LPG. Uji duo-trio menunjukkan mayoritas panelis tidak dapat menentukan perbedaan nyata antara singkong yang dimasak dengan biogas atau LPG. Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa singkong yang dimasak dengan biogas sebanding atau bahkan lebih disukai dibandingkan dengan singkong yang dimasak dengan LPG dari segi warna, aroma, rasa dan tekstur. Hal ini menunjukkan bahwa kompor biogas merupakan alternatif yang layak untuk masyarakat perkotaan tanpa mengurangi kualitas sensoris dari makanan yang disiapkan.

**Kata Kunci:** Kompor Biogas; Kualitas Sensori; Masakan Singkong; Energi Terbarukan

### ABSTRACT

*This research aims to determine the effect of cooking with a biogas stove on the sensory quality of steamed and boiled cassava in Ponggang Village, Subang, West Java. Indonesia is the third largest cassava producer in the world, with West Java being one of the main producing areas. The use of biogas obtained from cow dung as a renewable energy source for cooking stoves is implemented as part of a community project in Ponggang Village. Biogas primarily consists of methane and carbon dioxide, offering a sustainable alternative to traditional cooking methods that use liquefied petroleum gas (LPG) and firewood. This significantly reduces pollution*

*emissions such as elemental carbon, organic carbon, particulate matter and carbon monoxide. In this research, sensory tests were carried out to reveal differences in the quality of cassava cooked with biogas and LPG. The duo-trio test showed that the majority of panelists were unable to determine a real difference between cassava cooked with biogas or LPG. The hedonic test results show that cassava cooked with biogas is comparable or even more preferable to cassava cooked with LPG in terms of color, aroma, taste and texture. This shows that biogas stoves are a viable alternative for urban communities without compromising the sensory quality of the food prepared.*

**Keywords:** *Biogas Stove; Sensory Quality; Cassava Cooking; Renewable Energy*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia menjadi negara penghasil singkong terbesar ke-3 di dunia. Jumlah produksi singkong di Indonesia pada tahun 2015 telah mencapai 21,7 juta ton. Provinsi penghasil singkong terbesar ke-4 di Indonesia adalah Jawa Barat. Desa Ponggang merupakan salah satu desa yang terletak di Kabupaten Subang, Jawa Barat yang memproduksi singkong sebagai salah satu komoditas pertanian utamanya [1]. Berdasarkan pengamatan selama kegiatan pengabdian masyarakat, terdapat banyak kebun singkong di dusun-dusun di Desa Ponggang. Pada daerah setempat, singkong dibudidayakan di daerah sekitar sawah penanaman padi hingga daerah agrikultur bersama dengan tanaman rempah, buah, dan lainnya. Hal tersebut memudahkan peneliti untuk memperoleh sampel singkong selama kegiatan pengabdian masyarakat.

Proses pembuatan biogas yang berasal dari kotoran sapi ini dapat terbentuk oleh peristiwa dekomposisi bahan organik yang berlangsung dalam situasi anaerob. Mekanisme ini menghasilkan gas dengan kandungan dominannya berupa metana dan karbon dioksida. Biogas dapat diaplikasikan sebagai bahan bakar oleh adanya kandungan gas metana yang mudah terbakar [2]. Proses pembusukan bahan organik secara anaerob dapat terjadi oleh adanya bantuan bakteri metana pada suhu 25 – 55 derajat Celcius. Suhu tersebut menjadi suhu optimal dalam perombakan bahan organik untuk menghasilkan biogas. Komposisi gas dalam biogas memiliki komposisi berupa 54 – 70% metana, 27 – 45% karbon dioksida, 0,5 – 3% nitrogen, 0,1% karbon monoksida, 0,1% oksigen, dan sedikit sekali hidrogen sulfida [3].

Aplikasi biogas untuk memasak merupakan salah satu tujuan dari program pengabdian masyarakat implementasi teknologi berbasis ternak sapi sebagai energi terbarukan di Desa Ponggang. Secara global, biogas telah banyak digunakan dalam kegiatan memasak rumah tangga dan didukung oleh pemerintah dan NGOs setiap tahunnya. Pemanfaatan kompor biogas dapat menurunkan emisi lingkungan seperti elemen karbon (EC), karbon organik (OC), Particulate Matters (PM<sub>2,5</sub>), dan karbon monoksida (CO) dibandingkan kompor LPG dan kayu bakar. Kompor biogas juga mampu menghasilkan produk makanan yang mirip dengan hasil memasak dengan LPG maupun kayu bakar [4]. Penggunaan biogas dalam kegiatan memasak telah dilakukan dalam penelitian Suriman *et al.*

(2021) dengan percobaan menggoreng telur, merebus mie, dan memasak air [5]. Hal serupa juga dilakukan oleh Mirah *et al.* (2016) terhadap percobaan memasak 2 liter air dan 1 butir telur goreng ternyata memiliki waktu yang serupa dengan pemasakan menggunakan bahan bakar minyak tanah dan kayu bakar [6].

Pengukusan dan perebusan tergolong dua metode memasak yang sering digunakan dalam mengolah berbagai jenis bahan pangan. Kedua metode ini juga membutuhkan penggunaan energi panas dalam memasak makanan dengan tidak mengubah struktur dan tekstur bahan pangan terlalu signifikan layaknya penggorengan. Pengukusan dan perebusan dapat memberikan dampak yang berbeda terhadap sifat sensori bahan pangan. Perbandingan hasil memasak dengan kompor biogas dan LPG dapat menyebabkan beberapa orang lebih menyukai hasil masakan dari salah satu bahan bakar tersebut.

Kompor biogas telah banyak dimanfaatkan baik di Indonesia maupun luar negeri. Akan tetapi, perbandingan kualitas sensori makanan yang dimasak dengan kompor biogas dibandingkan kompor LPG belum banyak dilakukan. Untuk itu, kegiatan ini dilakukan dalam rangkaian aktivitas pengabdian masyarakat selama di Desa Ponggang. Sampel yang digunakan untuk pengujian sensori adalah singkong. Singkong rebus dan kukus yang dimasak melalui kompor biogas dan kompor LPG ini dilakukan evaluasi sensori untuk menilai kualitas sensori dari produk singkong tersebut.

## **BAHAN DAN METODE**

### ***Bahan***

Singkong diperoleh dari petani lokal. Biogas dari fermentasi biodigester di Dusun Cigadog, Subang, dan LPG.

### ***Metode***

#### ***Pengolahan singkong***

Sampel singkong dikelompokkan menjadi 2, satu kelompok dimasak dengan biogas dan kelompok lainnya dimasak dengan LPG.

#### ***Evaluasi sensori***

Evaluasi sensori sampel singkong masak dilakukan dengan uji duo-trio, uji hedonik, dan uji preferensi kesukaan dengan mengacu pada penelitain terdahulu [7]. Pada pengujian duo-trio, masing-masing panelis diberikan tiga sampel singkong, dengan dua sampel identik dan satu sampel berbeda. Panelis harus mengidentifikasi sampel yang berbeda. Uji hedonik digunakan untuk mengetahui kesukaan panelis terhadap sampel singkong yang berbeda.

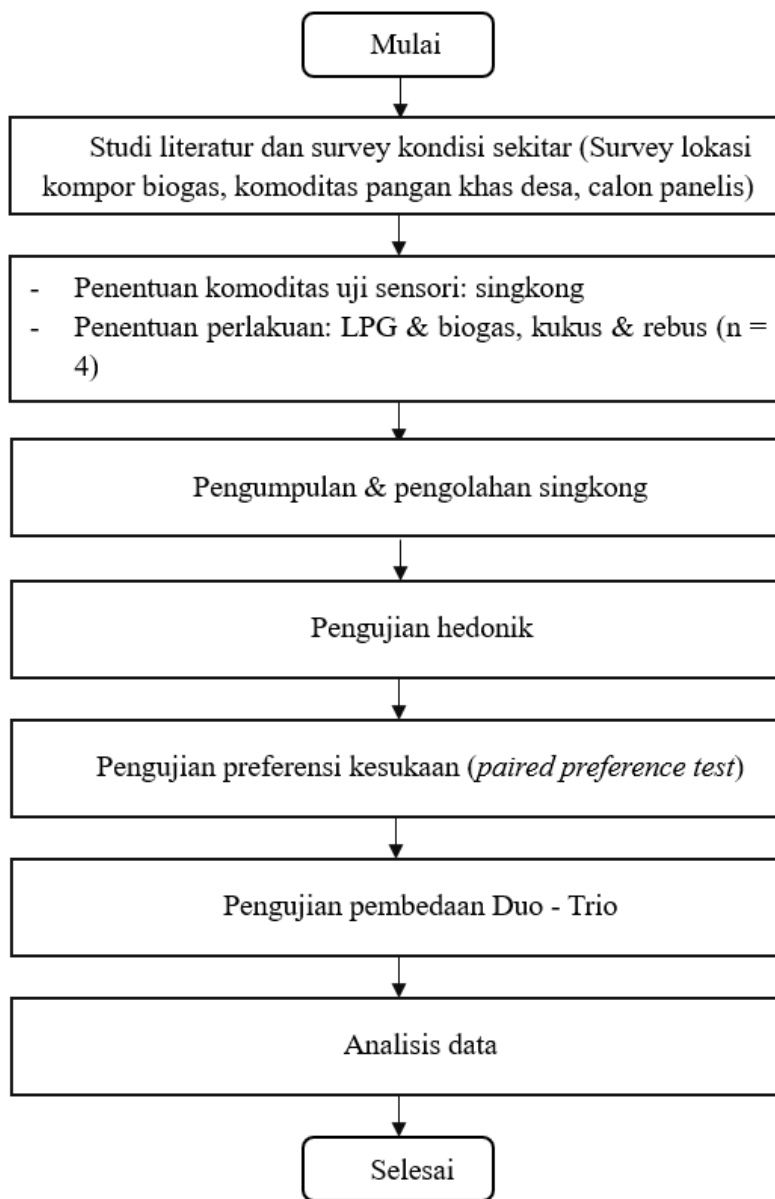
Panelis menilai setiap sampel dengan skala 1 (sangat tidak enak) hingga 9 (sangat menyenangkan) untuk warna, aroma, rasa dan tekstur.

Pengujian preferensi kesukaan (*paired preference test*) dilakukan untuk membandingkan antara singkong kukus yang dimasak dengan biogas dan LPG dengan mengacu pada Chanadang *et al.* (2018) [8]. Pengujian perbedaan dilakukan untuk mengevaluasi apakah produk pangan yang dimasak dengan sumber energi biogas dan LPG dapat dibedakan secara sensorial oleh panelis atau tidak

### ***Analisis Data***

Data yang dikumpulkan dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi perbedaan kualitas sensorial antara singkong yang dimasak dengan biogas dan LPG. Hasilnya disajikan dalam tabel dan grafik untuk menggambarkan preferensi dan perbedaan sensorial.

Penelitian membandingkan kualitas sensorial singkong kukus dan rebus yang dimasak dengan kompor biogas dan LPG menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 Faktorial. Struktur perlakuan dalam percobaan ini adalah *two-way treatment structure*. Faktor pertama adalah metode pemasakan singkong yang mencakup pengukusan dan perebusan. Sementara itu, faktor kedua mencakup sumber gas yang digunakan untuk memasak yang meliputi LPG dan biogas. Seluruh perlakuan dilakukan pengujian sensorial yang mencakup uji hedonik, preferensi kesukaan, dan perbedaan duo-trio. Pengujian hedonik dilakukan terhadap keempat perlakuan tersebut dan bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan masyarakat Desa Ponggang terhadap kualitas produk pangan yang diolah dengan sumber energi biogas. Pengujian preferensi kesukaan (*paired preference test*) dilakukan untuk membandingkan antara singkong kukus yang dimasak dengan biogas dan LPG. Hal serupa juga dilakukan terhadap singkong rebus yang dimasak dengan biogas dan LPG. Tujuan dari pengujian preferensi kesukaan ini adalah mengidentifikasi perlakuan singkong yang lebih disukai antara pemasakan dengan sumber gas LPG dan biogas. Pengujian preferensi kesukaan ini dilakukan untuk melengkapi pengujian hedonik atau tingkat kesukaan umumnya yang hanya menilai menggunakan skala nilai tanpa memilih perlakuan yang lebih disukai dibandingkan perlakuan yang lain. Pengujian perbedaan dilakukan untuk mengevaluasi apakah produk pangan yang dimasak dengan sumber energi biogas dan LPG dapat dibedakan secara sensorial oleh panelis atau tidak. Diagram rancangan percobaan tercantum pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram percobaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Persiapan Sampel Singkong*

Sampel yang digunakan adalah singkong yang diperoleh dari kebun singkong, Dusun Cigadog, Desa Ponggang. Kebun singkong berada di belakang lokasi pembangunan biodigester. Tahap penyiapan sampel singkong dimulai dari pemilihan singkong, pengolahan, hingga proses pengukusan dan perebusan (**Gambar 2**). Singkong yang dipilih

adalah singkong yang siap dipetik. Ciri ciri singkong siap petik ini adalah memiliki daun yang besar dan lebar, berusia 8 – 12 bulan, memiliki umbi yang membesar dan mengembang dengan baik (bagian atas umbi menonjol di atas tanah), memiliki kulit yang lebih gelap dan keras (**Gambar 2a**). Untuk mengetahui singkong siap petik, uji tusuk menggunakan tusuk gigi atau pisau dapat dilakukan. Ketika tusukan dapat masuk ke bagian singkong dengan mudah, maka singkong sudah siap dipetik. Teknik memilih singkong siap panen ini juga banyak diaplikasikan oleh petani singkong setempat. Proses pemilihan dan pemanenan sampel ini juga dibantu oleh petani setempat.



**Gambar 2.** Persiapan sampel singkong, **a)** singkong yang dipanen, **b)** singkong yang telah dibersihkan, **c)** perendaman singkong dalam air garam, **d)** pengukusan, dan **e)** perebusan.

Singkong yang sudah matang dan bebas dari kerusakan atau tanda tanda kebusukan dibersihkan menggunakan air mengalir. Selanjutnya, kulit singkong dikupas dengan cara mengiris bagian ujung singkong dan membuka kulitnya dengan lebih mudah. Setelah kulit terlepas, singkong dipotong menjadi potongan-potongan kecil batang dengan ketebalan  $\pm 2 - 3$  cm. Potongan kecil singkong ini dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, tanah, dan residu lainnya. Apabila terdapat sisa tanah atau kotoran yang sulit dihilangkan, maka permukaan singkong perlu dibersihkan menggunakan sikat lembut. Hasil proses pembersihan ditunjukkan pada **Gambar 2b**.

Singkong telah bersih direndam dengan air garam selama *overnight* (7 jam). Tujuan perendaman ini adalah menghilangkan getah singkong, mengurangi rasa pahit, mengurangi aroma tidak sedap, dan melunakan singkong (**Gambar 2c**). Larutan air garam disiapkan menggunakan garam beriodium mengandung  $\text{KIO}_3$  30 – 80 ppm (Pelabuhan Kapal, CV Garsa Sejahtera, Purwakarta) dan air mineral (Aqua). Rasio garam dalam air adalah 1 sendok teh garam (3 – 5 gram) dalam 1 liter air. Garam dilarutkan dalam air lalu digunakan untuk merendam singkong selama 7 jam. Setelah direndam, potongan singkong dibilas dengan air bersih untuk membersihkan sampel dari garam. Potongan singkong ini dilanjutkan dalam tahapan berikutnya, yaitu pengukusan dan perebusan.

Singkong dikukus selama 45 menit menggunakan air mineral mendidih. Panci pengukus (LocknLock) berdiameter 30 cm diisi air hingga menutupi dasar setinggi 5 – 8 cm (**Gambar 2d**). Potongan singkong diletakan diatas rak pengukus secara berjarak supaya uap air dapat mengalir dengan baik. Panci pengukus ditutup dengan rapat untuk menjaga supaya uap tetap berada di dalam pengukus. Setelah pengukusan, singkong diperiksa kematangannya. Cara memeriksa kematangan ini adalah dengan menusukkan garpu atau

tusuk gigi ke potongan singkong untuk menguji kekerasan singkong. Apabila singkong sudah lunak atau layak dimakan, api dimatikan dan potongan-potongan singkong diangkat dari kukusan. Potongan singkong didinginkan di suhu ruang terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

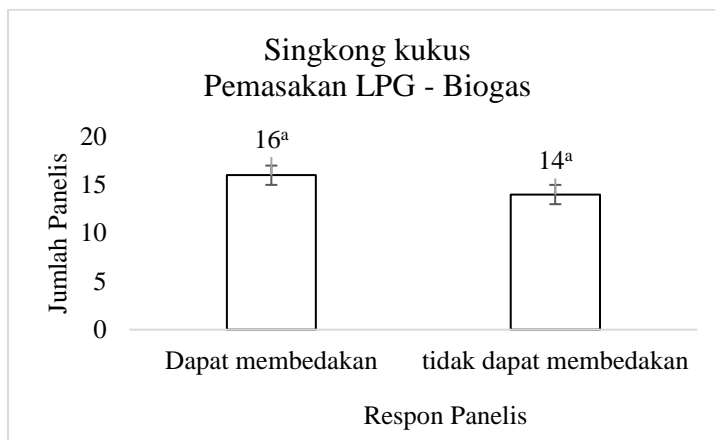
Singkong direbus selama 45 menit menggunakan air mineral mendidih. Panci perebusan diisi dengan air yang dapat merendam seluruh sampel singkong yang akan direbus. Panci berisi air diletakkan diatas kompor dan dimasak dengan api sedang. Air direbus hingga mendidih. Setelah mendidih, potongan singkong dimasukkan ke dalam panci dengan hati hati hingga seluruh potongan singkong terendam. Proses perebusan dilakukan selama 45 menit setelah air mendidih menggunakan api sedang. Setelah itu, singkong dilakukan tes kematangan dengan menusukan garpu atau tusuk gigi ke dalam singkong. Apabila sudah lunak dan siap dikonsumsi, maka proses perebusan ini dihentikan. Singkong yang matang ditiriskan dari air rebusan di panci. Sebelum dikonsumsi, singkong didinginkan terlebih dahulu.

### ***Pengujian sensori duo trio***

Pengujian sensori duo trio ini dilakukan mengacu pada Lawless & Heymann (2013) [7]. Pengujian duo trio dilakukan terhadap 30 orang panelis. Sampel yang disajikan menggunakan 3 (tiga) digit angka secara acak. Pengujian duo-trio dibagi menjadi 2 (dua) sesi, yaitu singkong rebus dan singkong kukus. Sampel singkong rebus yang disajikan memiliki kode sampel 258 sebagai singkong rebus pemasakan LPG, sampel 471 sebagai singkong rebus pemasakan biogas, dan R1 sebagai referensi atau pembanding. Pembanding R1 yang digunakan adalah singkong rebus pemasakan LPG. Pada sesi pengujian duo-trio sampel singkong kukus, kode yang digunakan adalah 369 (singkong kukus pemasakan LPG), 582 (singkong kukus pemasakan biogas), dan R2 (singkong kukus pemasakan LPG). Panelis memperoleh sebanyak 3 (tiga) sampel di setiap sesi pengujian. Setelah itu, panelis memilih diantara kedua sampel yang disajikan, apabila ditinjau dari atribut secara keseluruhan, sampel mana yang paling mirip atau sama dengan R1 (sesi singkong rebus) ataupun R2 (sesi singkong kukus). Sampel yang paling mirip diberikan tanda centang (v) pada borang yang disediakan. Jawaban yang disampaikan panelis akan dikoreksi oleh peneliti dan dilakukan pendataan terhadap jumlah skor yang benar dan salah. Jumlah panelis yang menjawab benar dan salah dianalisis menggunakan tabel distribusi binomial jumlah angka minimal jawaban benar untuk menyatakan signifikansi uji duo-trio pada taraf 5%.

Hasil pengujian duo-trio singkong kukus yang dimasak dengan kompor LPG dibandingkan kompos biogas tercantum pada **Gambar 3**. Pada pengujian duo-trio singkong kukus, panelis kurang dapat membedakan antara singkong kukus yang dimasak dengan LPG dan singkong kukus yang dimasak dengan biogas. R (Referensi) dalam pengujian ini adalah singkong kukus pemasakan LPG. Berdasarkan uji duo trio terhadap 30 orang panelis, sebanyak 16 orang panelis menjawab benar (dapat membedakan) dan 14 orang panelis

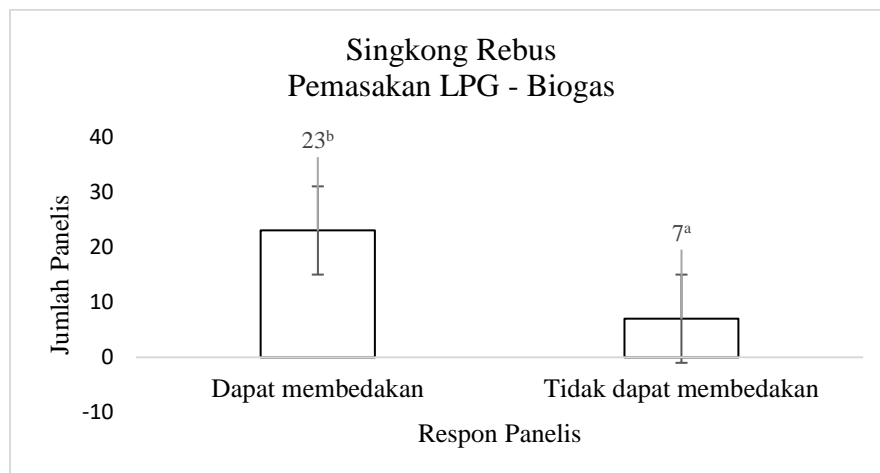
menjawab salah (tidak dapat membedakan). Hasil pengujian duo trio ini dianalisis dengan tabel distribusi binominal pada taraf signifikan 5% adalah 16 orang panelis dapat membedakan sampel dengan acuan, sehingga percobaan duo-trio ini tidak berbeda nyata karena data benar yang dihasilkan  $(16) < \text{angka terkecil tabel jumlah angka terkecil } (20)$ . Dengan demikian, sampel singkong kukus yang dimasak dengan LPG tidak dapat dibedakan secara nyata dari sampel singkong kukus yang dimasak dengan biogas.



**Gambar 3.** Hasil pengujian duo-trio singkong kukus pemasakan LPG - biogas

Berdasarkan hasil pengujian duo trio terhadap sampel singkong kukus yang dimasak dengan kompor LPG dan kompor biogas, sebagian besar panelis tidak dapat membedakan secara signifikan antara kedua jenis sampel. Menurut panelis, sampel singkong kukus pemasakan biogas dan LPG ini sulit untuk dibedakan sebab keduanya memiliki karakteristik sensoris yang mirip. Perbedaan sifat sensoris seperti warna, aroma, tekstur, penampakan, diantara sampel singkong kukus yang dimasak LPG dan biogas sangat sedikit. Panelis yang tidak sensitif terhadap perbedaan bahan bakar cenderung tidak dapat membedakan antara singkong kukus yang dimasak dengan LPG maupun biogas. Terlebih, pengukusan merupakan sistem memasak dalam wadah tertutup. Teknik mengukus dalam memasak lebih dapat mempertahankan nilai gizi makanan dibandingkan merebus atau menggoreng. Hal tersebut mempersulit faktor dari luar seperti aroma dan rasa yang dihasilkan oleh bahan bakar biogas untuk masuk ke dalam sistem pemasakan [9].





**Gambar 4.** Hasil pengujian duo-trio singkong rebus pemasakan LPG - biogas

**Gambar 4** mencantumkan hasil pengujian sensori duo-trio sampel singkong rebus yang dimasak dengan kompor LPG dan biogas. Pengujian tersebut menyajikan sampel singkong rebus yang dimasak dengan LPG sebagai R (Referensi). Uji duo-trio ini dilakukan terhadap 30 orang panelis. Hasil dari pengujian tersebut adalah terdapat 7 orang panelis menjawab salah (tidak dapat membedakan kedua sampel) dan 23 orang panelis menjawab benar (dapat membedakan kedua sampel). Panelis dengan jawaban salah mengindikasikan bahwa panelis tersebut tidak dapat membedakan singkong rebus yang dimasak dengan kompor biogas maupun LPG. Sementara itu, panelis dengan jawaban benar menandakan bahwa panelis tersebut dapat membedakan singkong rebus yang dimasak dengan kompor biogas dibandingkan dengan LPG. Hasil pengujian duo trio singkong rebus dianalisis dengan tabel distribusi binomial pada taraf signifikan 5% adalah 23 orang panelis dapat membedakan sampel dengan acuan sehingga percobaan duo trio ini berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh data benar yang dihasilkan ( $23 > \text{angka terkecil pada tabel jumlah angka terkecil (20)}$ ). Dengan demikian, sampel singkong rebus yang dimasak dengan LPG dapat dibedakan secara nyata dari sampel singkong rebus yang dimasak dengan biogas.

Berdasarkan kenampakan, singkong rebus dengan kompor LPG maupun biogas memiliki penampakan fisik yang mirip. Adapun perbedaan diantara singkong rebus dengan pemasakan LPG dan biogas menurut panelis terdapat pada rasa dan aroma. Biogas berasal dari proses dekomposisi bahan organik sehingga berpotensi memiliki karakteristik aromatik tertentu yang mampu mempengaruhi aroma singkong [10]. Sementara itu, LPG cenderung memiliki aroma yang lebih netral. Perebusan merupakan proses memasak secara terbuka sehingga memungkinkan penguapan air yang lebih cepat. Hal ini berdampak terhadap tekstur singkong yang lebih kering dan padat. Perebusan singkong secara terbuka memungkinkan singkong terpapar asap dari pemasakan kompor biogas. Pemaparan ini berpotensi memberikan rasa dan aroma yang lebih spesifik pada singkong rebus. Selain itu, ada pula

faktor lingkungan ketika memasak yang berpengaruh terhadap produk singkong rebus pemasakan LPG dan biogas [4].

### ***Hasil pengujian kesukaan berpasangan***

Pengujian sensori kesukaan berpasangan (*paired preference test*) dilakukan dengan mengacu pada penelitian Chanadang (2018) [8]. Panelis yang berpartisipasi dalam pengujian kesukaan berpasangan ini adalah sebanyak 30 orang. Sesi pengujian pertama dilakukan dengan membandingkan tingkat kesukaan panelis terhadap singkong rebus pemasakan LPG dibandingkan singkong rebus pemasakan biogas. Sesi kedua dilakukan dengan membandingkan tingkat kesukaan panelis terhadap singkong kukus pemasakan LPG dibandingkan singkong kukus pemasakan biogas. Parameter tingkat kesukaan yang digunakan adalah rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan. Pengujian kesukaan berpasangan ini mengharuskan panelis untuk memilih salah satu sampel yang lebih disukai dari dua buah sampel yang disajikan di setiap sesi pengujian. Data hasil pengujian kesukaan pasangan ini berupa hasil pemilihan panelis di setiap sampel. Analisis data dilakukan menggunakan tabel distribusi binomial jumlah angka minimal pemilihan dari panelis untuk menyatakan signifikansi perbandingan tingkat kesukaan panelis dengan taraf 5%.

**Tabel 1** menunjukkan hasil pengujian kesukaan berpasangan (*paired preference test*) singkong rebus yang dimasak dengan LPG dibandingkan dengan biogas. Parameter pengujian mencakup rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan dari sifat sensori singkong rebus LPG dibandingkan biogas. Panelis wajib menilai dengan cara memilih sampel yang paling disukainya antara singkong rebus LPG dan singkong rebus biogas berdasarkan atribut rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan.

**Tabel 1.** Hasil uji kesukaan berpasangan singkong rebus LPG dibandingkan biogas

<b>Parameter</b>	<b>Singkong rebus – LPG</b>	<b>Singkong rebus - Biogas</b>
Rasa	8	22*
Aroma	7	23*
Warna	12	18
Tekstur	10	20
Keseluruhan	5	25*

Data yang disajikan berupa jumlah panelis yang lebih memilih sampel tersebut dari total panelis sebanyak 30 orang. Tanda (\*) menyatakan bahwa sampel tersebut secara signifikan lebih dipilih/disukai oleh panelis.

Hasil pengujian *paired preference test* terhadap sampel singkong rebus menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai secara signifikan terhadap parameter rasa, aroma, keseluruhan singkong rebus yang dimasak dengan kompor biogas secara signifikan dibandingkan kompor LPG. Sementara itu, tidak ada perbedaan signifikan antara jumlah panelis yang lebih memilih singkong rebus pemasakan biogas dibandingkan LPG apabila ditinjau dari parameter warna dan tekstur. Aroma dan rasa khusus dari singkong rebus pemasakan biogas dapat disebabkan oleh komponen-komponen yang ada dalam gas tersebut dan reaksi kimia yang terjadi selama proses pembakaran.

Biogas mengandung komponen metana (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan senyawa gas dalam jumlah kecil lainnya seperti nitrogen (N<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), dan senyawa organik volatil lainnya [11]. Komponen tersebut memiliki aroma yang khas dan berpotensi untuk mempengaruhi aroma dan rasa makanan. Panelis mungkin lebih menyukai karakteristik aroma dan rasa khusus yang diberikan oleh komponen-komponen tersebut. Karakteristik rasa dan aroma pangan sangat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai senyawa kimia. Biogas berpotensi memberikan variabilitas rasa dan aroma yang mungkin dianggap menarik oleh sebagian besar panelis. Pada dasarnya, setiap individu juga memiliki preferensi unik terhadap atribut sensori pangan yang dipengaruhi oleh pengalaman pribadi, budaya, faktor lingkungan, warisan kuliner, dan sebagainya. Beberapa panelis mungkin secara alami cenderung lebih menyukai karakteristik rasa dan aroma makanan yang berasal dari penggunaan biogas.

Menurut Grimsby *et al.* (2016), perebusan tergolong sebagai sistem pemasakan terbuka. Sistem memasak terbuka memungkinkan komponen organik volatil dari pembakaran biogas masuk ke dalam makanan dengan lebih mudah dibandingkan pengukusan [12]. Hal ini dapat berdampak terhadap perubahan karakteristik rasa dan aroma makanan yang dimasak. Sistem perebusan secara terbuka ini memungkinkan uap dan gas hasil pembakaran dapat langsung berinteraksi dengan permukaan makanan dan meresap ke dalamnya. Komponen-komponen senyawa organik volatil (metana (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen (N<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), dan senyawa organik volatil lainnya) dan gas hasil pembakaran dapat langsung berinteraksi dengan permukaan makanan dan meresap ke dalamnya. Komponen-komponen seperti senyawa organik volatil atau gas lain yang mungkin ada dalam biogas memiliki peluang lebih besar untuk berinteraksi dengan makanan saat uap dan panas dari kompor langsung bersentuhan dengan bahan makanan [12].

**Tabel 2.** Hasil uji kesukaan berpasangan singkong kukus LPG dibandingkan biogas

Parameter	Singkong kukus – LPG	Singkong kukus - Biogas
Rasa	14	16
Aroma	12	18
Warna	11	19
Tekstur	13	17
Keseluruhan	12	18

Data yang disajikan berupa jumlah panelis yang lebih memilih sampel tersebut dari total panelis sebanyak 30 orang.

Hasil pengujian kesukaan berpasangan antara singkong rebus pemasakan kompor LPG dibandingkan kompor biogas tercantum pada **Tabel 2**. Parameter pengujian mencakup rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan dari sifat sensori singkong kukus LPG dibandingkan biogas. Setiap panelis perlu menilai dari seluruh parameter tersebut dengan sampel yang dibandingkan adalah singkong kukus pemasakan LPG dan singkong kukus pemasakan biogas. Setelah menilai, panelis hanya diperbolehkan memilih satu sampel yang paling disukainya diantara kedua sampel singkong kukus tersebut.

Hasil pengujian *paired preference test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pemilihan kesukaan panelis terhadap singkong kukus ditinjau dari parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Panelis menyukai singkong kukus baik yang dimasak dengan LPG maupun biogas. Panelis yang lebih menyukai singkong kukus pemasakan biogas cenderung lebih banyak dibandingkan pemasakan LPG ditinjau dari parameter aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan meskipun perbedaan ini tidak signifikan. Menurut komentar panelis, singkong kukus pemasakan biogas memiliki tekstur yang lebih lembut, rasa sedikit lebih gurih, dan warna yang sama dengan singkong kukus pemasakan LPG. Perbedaan yang tidak signifikan tetapi panelis cenderung lebih menyukai singkong kukus pemasakan biogas ini mungkin disebabkan oleh urutan memasak. Sampel singkong yang dimasak dengan LPG dilakukan terlebih dahulu. Sementara itu, sampel singkong pemasakan biogas dimasak dengan waktu lebih mendekati saat ketika panelis mencicipi sampel dalam uji sensori. Hal ini menyebabkan panelis cenderung menyukai sampel singkong yang masih hangat karena memiliki tekstur, rasa, dan aroma yang lebih baik meskipun tidak signifikan.

Pengukusan merupakan metode memasak makanan menggunakan uap panas yang dihasilkan oleh pemanasan air atau jenis cairan lain di bawah makanan yang akan dimasak. Proses pengukusan menempatkan makanan di atas atau di dalam wadah yang berada di atas cairan yang mendidih. Uap panas yang berasal dari cairan tersebut akan memasuki makanan sehingga makanan menjadi lembut. Metode pengukusan biasanya lebih dapat mempertahankan nutrisi, rasa, warna, dan tekstur makanan. Pengukusan umumnya dilakukan dengan menutup bagian atas supaya uap cairan dibawahnya dapat memanaskan makanan yang ditaruh di bagian atas panci [13]. Hal ini menyebabkan komponen komponen volatil dari gas pembakaran biogas tidak signifikan memberi pengaruh terhadap atribut sensori singkong kukus. Uap panas yang dihasilkan dari pengukusan akan memasuki makanan tanpa adanya interaksi dengan gas pembakaran. Efek dari komponen volatil dalam biogas terhadap karakteristik sensori juga menjadi minim. Oleh sebab itu, perbedaan antara karakteristik sensori singkong kukus pemasakan LPG dan biogas menjadi tidak signifikan.

Pengukusan lebih dapat mempertahankan nutrisi dan kualitas sensori sesuai bentuk dan sensori awal singkong dibandingkan perebusan. Akan tetapi, senyawa lain yang tidak diinginkan untuk berada dalam singkong juga menjadi kurang efisien dalam penghilangannya melalui proses pemasakan pengukusan. Senyawa pengganggu rasa pada singkong seperti asam sianida, alakaloid, dan glikosida mampu memberikan rasa pahit pada singkong. Singkong mengandung komposisi kimiawi berupa 60% kadar air, serat kasar 0,6%, karbohidrat 34%, protein 0,7%, lemak 0,2%, dan abu 1% [14]. Berdasarkan pengujian fitokimia, singkong mengandung senyawa alkaloid, saponin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida [15].

Sari *et al.* (2018) menyatakan bahwa tanaman singkong mengandung sianida yang berikatan dengan sakarida berupa monosakarida ataupun polisakarida dalam struktur atau bentuk glukosida sianogenik. Senyawa glukosida sianogenik dapat terurai menghasilkan asam sianida oleh bantuan enzim linamarase. Enzim linamarase dapat dihasilkan di dalam lambung manusia. Proses penguraian glukosida sianogenik di dalam lambung manusia juga menjadi berbahaya karena produk asam sianida yang dihasilkan akan langsung diserap oleh tubuh. Apabila reaksi penguraian tersebut terjadi di luar lambung, mayoritas produk asam sianida yang dihasilkan akan menguap, terutama setelah singkong tersebut diproses melalui pemanasan melalui pemasakan. Senyawa sianida pada singkong yang direndam dan direbus secara berulang dapat menghilangkan kadar singkong sebesar 50%. Manusia memiliki dosis letal terhadap HCN sebesar 60 – 90 mg. Menurut SNI, dosis maksimal sianida dalam produk pangan adalah sebesar 1 ppm. kadar HCN ini dapat hilang saat proses pema lebih dari 100 mg/kg singkong sakan seperti perendaman, pengeringan, perebusan, dan fermentasi [17]. Semakin lama waktu perebusan dapat berdampak terhadap semakin kecil kadar ssianida yang terkandung dalam singkong. Senyawa HCN juga dapat menguap pada proses perebusan, pengukusan, dan proses memasak lainnya karena HCN bersifat mudah menguap, memiliki bau khas, dan mudah berdifusi [18].

Menurut Purwati *et al.* (2016), proses perebusan mampu menurunkan kadar sianida singkong sebesar 27,78%. Sementara itu, proses penggorengan tidak dapat menurunkan kadar sianida. Proses memasak singkong melalui perebusan menjamin seluruh permukaan umbi singkong mengalami kontak langsung dengan air rebusan. Dalam hal ini, terjadi pula penguapan dan perubahan singkong dari bentuk aslinya oleh air panas. Pemanasan dengan air mendidih ini dapat mengakibatkan enzim linamarase dan glukosidase menjadi tidak aktif sehingga memutus pembentukan asam sianida. Hal ini menyebabkan rata rata kadar HCN menjadi lebih rendah. Perebusan dapat menurunkan sifat sianogenik karena asam sianida yang dapat menguap dengan pemanasan dan luruh oleh adanya air. Selain itu, sianida juga merupakan senyawa yang dapat larut di dalam air dan pelarut organik (non-polar) sehingga penurunan kadar sianida ini efektif dengan perebusan dibandingkan penggorengan [19].

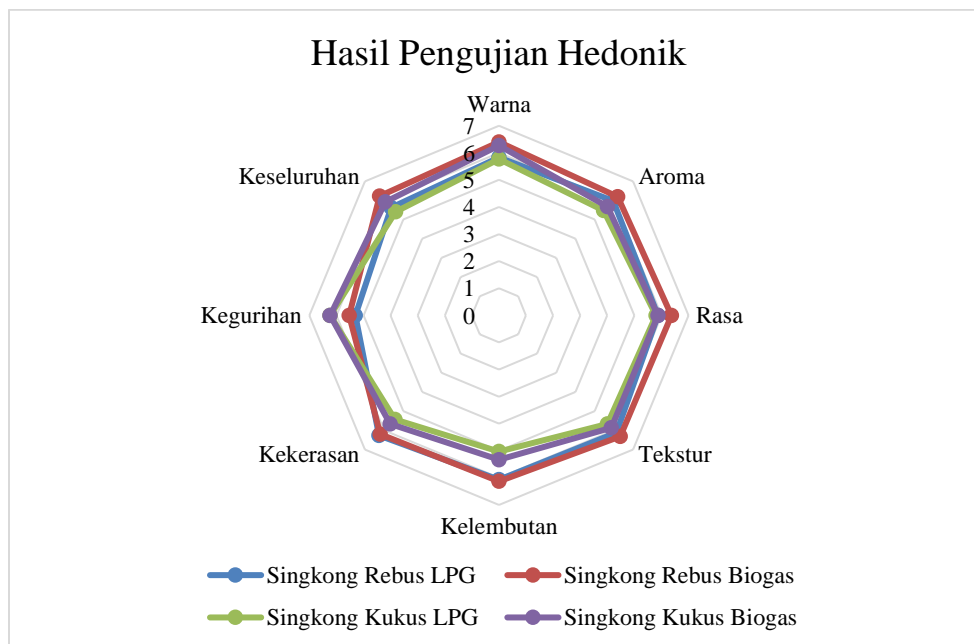
Kadar sianida dalam singkong juga diminimalisir dengan cara merendam singkong dengan air garam. Menurut Nurhidayanti *et al.* (2021), penambahan larutan NaCl dalam rendaman irisan singkong selama 24 jam dapat berkontribusi terhadap penurunan kadar asam sianida pada singkong. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan osmosis antara di dalam dan di luar bahan yang menyebabkan osmosis zat terlarut dari dalam bahan. Konsentrasi garam dapat berpengaruh terhadap kecepatan keluarnya asam sianida dari singkong. Semakin tinggi konsentrasi garam dapat meningkatkan perbedaan tekanan osmosis diluar dan di dalam bahan penyebab proses osmosis antara zat terlarut dan air. Mekanisme ini mampu menurunkan asam sianida dalam singkong. NaCl dapat meningkatkan konsentrasi air sehingga memecahkan dinding vakuola pada ubi. Perbedaan tekanan osmosis di dalam

dan luar sel singkong menyebabkan osmosis. Larutan NaCl juga memiliki sifat higroskopis sehingga dapat menyerap dan mengeluarkan air dari umbi singkong. Selanjutnya, sebagian padatan dalam larutan NaCl dapat berdifusi masuk ke dalam umbi. Perendaman umbi dalam larutan NaCl juga dapat merusak jaringan umbi sehingga memicu reaksi dan menyebabkan senyawa senyawa di dalam sel umbi akan terdifusi keluar. Dalam proses ini, terjadi pula proses hidrolisis senyawa linamarin menghasilkan asam sianida yang akan terlarut dalam air. Dengan demikian, asam sianida akan terbuang bersama dengan air rendaman singkong. Perendaman dengan larutan NaCl selama 24 jam di suhu ruang ini mampu menurunkan kadar asam sianida hingga kadar asam sianidanya hanya mencapai 0,324 mg/dl [20].

### ***Hasil Pengujian Hedonik***

Hasil pengujian hedonik tercantum pada **Gambar 5** dan hasil pengujian statistik perbedaan nyata antar perlakuan sampel terdapat pada **Tabel 3**. Berdasarkan parameter warna, singkong rebus dan kukus pemasakan biogas memiliki warna yang lebih disukai secara signifikan dibandingkan singkong rebus dan kukus pemasakan LPG. Hal tersebut menunjukkan bahwa warna singkong yang dimasak dengan biogas lebih disukai dibandingkan pemasakan LPG. Proses pemasakan dengan biogas dan LPG dapat memiliki perbedaan dalam hal suhu dan intensitas pemanasan. Menurut Simsek & Uslu (2020), Biogas merupakan hasil fermentasi bahan organik yang mengandung sekitar 50 – 70% metana (CH<sub>4</sub>), 25 – 50% CO<sub>2</sub>, 1 – 5% hidrogen (H<sub>2</sub>), 0.3 – 3% nitrogen (N<sub>2</sub>) dengan komposisi metana dan CO<sub>2</sub> yang bervariasi tergantung pada suhu, substrat, kadar air, mikrobiologi, dan sebagainya. Pemanasan menggunakan kompor biogas lebih merata dan lebih lambat dibandingkan LPG yang mungkin memiliki suhu pemanasan yang lebih tinggi dan intensitas panas yang lebih besar. Proses pemanasan yang lebih merata dan lambat ini mampu membantu menjaga kestabilan warna bahan pangan [21].

Pemanasan dengan kompor biogas berpotensi memberikan kondisi yang lebih stabil untuk reaksi kimia selama pemasakan. Beberapa senyawa kimia seperti pigmen yang memberikan warna dapat mengalami perubahan yang disebabkan oleh suhu dan lingkungan selama pemasakan. Pemanasan yang lebih lembut dapat membantu meminimalkan perubahan warna yang tidak diinginkan. Biogas juga dihasilkan dari proses fermentasi organik yang bersifat alamiah. Sebaliknya, gas LPG merupakan campuran gas hasil minyak bumi yang mungkin mengandung residu dan mempengaruhi warna makanan hasil pemasakan [22]. Dengan demikian, warna singkong rebus dan kukus yang dimasak dengan biogas lebih disukai oleh panelis dibandingkan pemasakan kompor LPG.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian hedonik

Tabel 3. Hasil pengujian hedonik

Parameter	Perlakuan			
	RL	RB	KL	KB
Warna	5,83 ± 0,69 <sup>b</sup>	6,40 ± 0,62 <sup>a</sup>	5,77 ± 0,77 <sup>b</sup>	6,27 ± 0,64 <sup>a</sup>
Aroma	5,97 ± 0,85 <sup>ab</sup>	6,20 ± 0,96 <sup>a</sup>	5,47 ± 0,82 <sup>c</sup>	5,67 ± 1,02 <sup>bc</sup>
Rasa	5,87 ± 0,82 <sup>b</sup>	6,37 ± 0,72 <sup>a</sup>	5,80 ± 0,85 <sup>b</sup>	5,87 ± 0,89 <sup>b</sup>
Tekstur	6,13 ± 0,82 <sup>ab</sup>	6,33 ± 0,80 <sup>a</sup>	5,67 ± 0,66 <sup>c</sup>	5,87 ± 0,68 <sup>bc</sup>
Kelembutan	6,07 ± 0,87 <sup>a</sup>	6,13 ± 0,77 <sup>a</sup>	5,03 ± 0,67 <sup>b</sup>	5,33 ± 0,76 <sup>b</sup>
Kekerasan	6,27 ± 0,78 <sup>a</sup>	6,20 ± 0,76 <sup>a</sup>	5,43 ± 0,86 <sup>b</sup>	5,67 ± 0,76 <sup>b</sup>
Kegurihan	5,30 ± 0,87 <sup>b</sup>	5,53 ± 0,78 <sup>b</sup>	6,23 ± 0,86 <sup>a</sup>	6,23 ± 0,86 <sup>a</sup>
Keseluruhan	5,63 ± 0,96 <sup>bc</sup>	6,23 ± 0,82 <sup>a</sup>	5,40 ± 1,00 <sup>c</sup>	5,93 ± 0,94 <sup>ab</sup>

Data yang disajikan adalah rata-rata ± standar deviasi. Rata-rata dengan perbedaan huruf pada baris yang sama mengindikasikan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ).

Keterangan:

RL = Singkong rebus pemasakan LPG

RB = Singkong rebus pemasakan biogas

KL = Singkong kukus pemasakan LPG

KB = Singkong kukus pemasakan biogas

Berdasarkan parameter aroma, singkong rebus pemasakan biogas lebih disukai secara signifikan dibandingkan singkong kukus LPG dan biogas. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma singkong rebus LPG dan rebus biogas tidak berbeda signifikan. Sementara itu, tingkat kesukaan aroma singkong kukus LPG tidak berbeda signifikan dengan singkong kukus biogas. Secara umum, panelis lebih menyukai singkong rebus dibandingkan kukus. Perbedaan penggunaan sumber gas antara LPG dan biogas tidak berpengaruh pada singkong kukus, tetapi berpengaruh terhadap singkong rebus.

Aroma pangan merupakan atribut sensori yang dapat dipengaruhi berbagai faktor seperti metode pemasakan, sumber gas, suhu, komposisi bahan pangan, dan sebagainya.

Perbedaan sumber gas dalam pemasakan, yaitu biogas dan LPG, dapat menimbulkan reaksi kimia yang berbeda dalam bahan pangan sehingga mampu menghasilkan senyawa aroma yang berbeda [23]. Pada percobaan ini, kompor biogas cenderung menghasilkan api yang lebih kecil dibandingkan kompor LPG. Hal ini berpotensi memasak singkong dengan lebih lembut dan mempertahankan aroma alami singkong rebus yang lebih baik dibandingkan LPG. Pemasakan biogas dapat berkontribusi menghasilkan senyawa volatil yang terlepas ke udara selama proses pemasakan dan memberikan aroma khas pada masakan. Menurut Anwar *et al.* (2021), biogas terdiri atas 40 – 65% v/v metana, 35 – 55% v/v karbon dioksida, dan 0,1 – 3 % v/v hidrogen sulfida. Senyawa tersebut mungkin berpengaruh dalam meningkatkan aroma singkong rebus biogas dibandingkan singkong kukus LPG dan biogas [24].

Aroma singkong rebus lebih disukai dibandingkan singkong kukus. Ketika singkong direbus, suhu yang tinggi dan air mendidih dapat membantu melunakkan sel sel dalam singkong. Proses ini berpotensi melepas senyawa aroma yang terperangkap dalam sel sel singkong ke lingkungan sekitar saat dikonsumsi. Uap air pada proses perebusan dapat membantu mengekstraksi senyawa aroma dari singkong dan berkontribusi terhadap pelepasan aroma secara lebih intens selama proses perebusan. Pemasakan kompor biogas menghasilkan senyawa volatil yang mungkin berkontribusi meningkatkan kesukaan panelis terhadap singkong rebus biogas dibandingkan LPG. Perebusan singkong melibatkan interaksi dengan air. Proses interaksi langsung dengan air mendidih ini dapat mempengaruhi aroma. Perebusan mampu menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan. Contohnya adalah senyawa sulfur. Beberapa jenis singkong mengandung senyawa sulfur yang dapat memberikan aroma dan rasa yang tidak diinginkan, seperti bau sulfur atau aroma telur busuk. Senyawa sulfur ini dapat berasal dari tanah tempat pertumbuhan singkong. Selain itu, ada pula senyawa volatil seperti beberapa golongan aldehida alifatik yang volatil yang mampu memberikan aroma tidak diinginkan, serta beberapa senyawa asam dalam singkong [23]. Meskipun demikian, tingkat kesukaan panelis terhadap singkong rebus LPG dan biogas tidak berbeda signifikan.

LPG (*Liquid Petroleum Gas*) merupakan jenis bahan bakar fosil yang umum dimanfaatkan dalam proses memasak. Proses pembakaran dapat menghasilkan asap dan partikel hasil pembakaran yang terbawa oleh aliran udara selama proses pembakaran. Kompor berbahan bakar fosil, yaitu LPG, menghasilkan emisi  $\text{SO}_2$  sebesar  $1488 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Emisi  $\text{SO}_2$  berkaitan dengan kadar sulfur pada bahan bakar. Emisi  $\text{SO}_2$  yang tinggi disebabkan oleh kandungan merkaptan pada LPG yang mencapai 50 ml/1000 AG. Merkaptan ini merupakan senyawa berbahan sulfur ditambahkan ke gas LPG untuk mendeteksi adanya kebocoran gas karena mengeluarkan aroma busuk. Total partikulat kompor LPG juga mencapai  $75,26 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Pembakaran dengan kompor LPG juga tergolong sebagai pembakaran tidak sempurna yang dapat membentuk partikel partikel halus bernama *particulate matter* [25]. Partikel partikel ini dapat memiliki aroma sendiri yang mungkin



mengganggu aroma singkong dan mengubah persepsi keseluruhan aroma. Sementara itu, biogas merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik sehingga lebih bersih dari unsur emisi asap dan partikel terlarut ketika proses pembakaran. Emisi yang rendah dapat mengurangi interaksi antara aroma makanan dan partikel emisi yang terbentuk selama pembakaran [10].

Berdasarkan parameter rasa, singkong rebus biogas secara signifikan lebih disukai panelis dibandingkan singkong rebus LPG, kukus LPG, dan kukus biogas. Sementara itu, tingkat kesukaan panelis terhadap singkong rebus LPG, kukus LPG, dan kukus biogas tidak berbeda signifikan. Penggunaan sumber memasak berupa biogas dan LPG tidak berpengaruh terhadap rasa singkong kukus. Akan tetapi, sumber memasak biogas dan LPG ini dapat mempengaruhi rasa singkong rebus, yaitu meningkatkan taraf kesukaan panelis terhadap singkong rebus yang dimasak dengan biogas.

Perbedaan tingkat kesukaan terhadap rasa dapat dikaitkan dengan biogas yang terbuat dari hasil dekomposisi bahan organik, sementara LPG terdiri atas campuran hidrokarbon. Komponen-komponen ini berpotensi untuk mempengaruhi rasa yang dihasilkan. Proses memasak dengan biogas juga berpotensi memberikan karakteristik rasa yang lebih unik dibandingkan pemasakan LPG [26]. Selain sumber gas, proses pemasakan singkong dengan dikukus dan direbus memiliki perbedaan dalam aspek paparan panas dan kelembapan. Proses perebusan melibatkan perendaman singkong dalam air mendidih sehingga memudahkan penyerapan air oleh singkong sehingga tekstur lebih lembut dan empuk. Perebusan juga memungkinkan rasa singkong lebih meresap dibandingkan singkong kukus yang hanya terpapar uap panas. Perebusan mampu memecah serat dan zat pati dalam singkong sehingga rasa lebih lezat dan mudah dicerna. Singkong mengandung serat yang cukup tinggi yang dapat membuatnya terasa keras dan sulit dicerna jika dimakan mentah. Proses perebusan merusak sebagian besar serat ini, membuat singkong menjadi lebih lembut dan mudah dikunyah dan lebih nyaman untuk dikonsumsi [27]. Rasa singkong rebus pemasakan biogas yang lebih disukai juga mungkin disebabkan oleh suhu yang lebih merata dan konsisten selama proses memasak sehingga kontribusi senyawa pada rasa akhir lebih merata.

Menurut Lumbantobing *et al.* (2019), singkong dapat memiliki rasa pahit yang berasal dari senyawa tertentu bergantung pada jenis singkong dan kondisi pertumbuhannya. Salah satu senyawa yang sering menjadi penyebab rasa pahit pada singkong adalah senyawa sianida. Singkong yang tidak beracun memiliki kadar hidrogen sianida (HCN) sebesar kurang dari 50 mg/kg, setengah beracun mencapai 50 – 100 mg/kg, dan sangat beracun apabila mengandung HCN lebih dari 100 mg/kg singkong. Beberapa jenis singkong mengandung senyawa sianida yang disebut glikosida sianogenik. Glikosida sianogenik adalah senyawa yang mengandung gula (glukosa) dan sianida dalam satu molekul. Ketika singkong yang mengandung glikosida sianogenik diolah atau dimakan, enzim di dalam tubuh manusia atau

proses pemanasan dapat memecah senyawa ini menjadi sianida, yang dapat menjadi racun jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan [28]. Pemasakan singkong dengan perebusan ini berpotensi untuk lebih optimal dibandingkan pengukusan karena adanya interaksi langsung yang lebih intensif antara singkong dalam air panas untuk menghilangkan sianida.

Berdasarkan parameter tekstur, singkong rebus biogas memiliki tingkat kesukaan panelis yang tidak berbeda signifikan dengan singkong rebus LPG. Singkong kukus pemasakan biogas tidak berbeda signifikan dengan singkong kukus pemasakan LPG. Untuk itu, sumber gas ternyata tidak terlalu berpengaruh terhadap tekstur singkong yang direbus maupun dikukus. Akan tetapi, singkong yang direbus memiliki tekstur yang lebih disukai dibandingkan singkong kukus. Menurut pendapat panelis, singkong yang direbus memiliki tekstur lebih lunak dibandingkan singkong kukus yang lebih padat.

Proses perebusan akan memaparkan singkong dengan air mendidih sehingga serat serat dalam singkong menjadi terendam dan lebih lembut. Hasilnya, singkong yang direbus menjadi lebih lembut saat dikonsumsi. Sebaliknya, singkong kukus tidak langsung terendam pada air mendidih sehingga memiliki tekstur yang lebih padat dan kurang lembut. Oleh karena itu, panelis lebih menyukai tekstur singkong rebus dibandingkan singkong kukus. Pati merupakan komponen utama dalam singkong. Kadar pati dalam singkong mencapai sekitar 85% dengan proporsi amilosa 17% dan sisanya adalah amilopektin. Rasio antara amilosa dan amilopektin ini dapat bervariasi [29]. Saat perebusan, pati singkong dapat mengalami perubahan struktur menjadi terurai dan lebih mudah dicerna oleh tubuh manusia. Saat pati dipanaskan, pati mengalami proses gelatinisasi yang ditandai dengan membengkaknya butiran pati menyerap air ke dalam butiran. Hal ini menyebabkan butiran pati pecah dan mengeluarkan isinya. Kandungan butiran pati tersebut mencakup molekul amilosa dan amilopektin. Gelatinisasi inilah yang menghasilkan tekstur singkong menjadi lembut dan kenyal sehingga lebih mudah hancur di mulut dan lebih disukai oleh panelis [30].

Berdasarkan parameter kelembutan, singkong yang direbus dengan kompor biogas dan LPG secara signifikan lebih disukai oleh panelis dibandingkan singkong kukus pemasakan LPG dan biogas. Sementara itu, tingkat kesukaan panelis antara singkong kukus pemasakan LPG dan biogas tidak berbeda signifikan. Hal ini juga terjadi pada tingkat kesukaan panelis terhadap kelembutan singkong rebus pemasakan LPG dan biogas. Hasil ini membuktikan bahwa kelembutan singkong lebih dipengaruhi oleh metode pemasakan dibandingkan sumber gas yang digunakan. Parameter kelembutan ini mendukung hasil pengujian sensori terhadap parameter tekstur bahwa penggunaan biogas dalam memasak juga dapat disukai oleh panelis sama halnya dengan kompor LPG.

Tingkat kesukaan panelis terhadap kelembutan singkong rebus yang lebih tinggi dibandingkan kukus memiliki alasan yang menyerupai parameter tekstur, yaitu paparan air panas yang membantu melunakan serat dalam singkong lebih efisien karena terendam

dibandingkan pengukusan dan proses gelatinisasi pati. Selain itu, kelembutan singkong rebus dapat dipengaruhi oleh proses perebusan yang dapat menghasilkan panas yang lebih merata ke seluruh bagian singkong daripada pengukusan. Hal ini menyebabkan singkong rebus akan lebih lembut dan teksturnya konsisten dibandingkan pengukusan. Apabila menggunakan uap panas, efek pemanasan berpotensi apabila tidak merata di seluruh permukaan singkong. Ketika proses perebusan, singkong menyerap sejumlah air sehingga sel sel dalam singkong menjadi lebih lembut dan mudah dipisahkan [31].

Berdasarkan parameter kekerasan, singkong yang direbus dengan kompor LPG dan biogas secara signifikan lebih disukai oleh panelis dibandingkan singkong kukus yang dimasak dengan LPG dan biogas. Perbedaan jenis sumber gas, yaitu LPG dan biogas, tidak berpengaruh signifikan terhadap kekerasan singkong rebus maupun kukus. Kekerasan singkong dalam percobaan ini hanya mendapat pengaruh dari metode pemasakannya saja, yaitu kukus atau rebus. Perbedaan kekerasan antara singkong rebus dan kukus dapat disebabkan oleh metode perebusan dan pengukusan. Singkong rebus melibatkan proses perendaman singkong di dalam air panas sehingga berpengaruh terhadap tekstur dan kekerasan akhirnya [27].

Berdasarkan parameter kegurihan, singkong kukus pemasakan LPG dan singkong kukus pemasakan biogas secara signifikan lebih disukai panelis dibandingkan singkong rebus pemasakan LPG dan biogas. Sementara itu, perbedaan sumber gas LPG maupun biogas tidak berpengaruh signifikan terhadap kegurihan singkong rebus maupun kukus. Untuk itu, variabel yang mempengaruhi kegurihan singkong dalam percobaan ini juga terletak pada metode pemasakan, bukan jenis sumber gas yang digunakan. Singkong kukus lebih dapat mempertahankan rasa aslinya dibandingkan rebus. Singkong rebus melibatkan kontak dengan air sehingga memungkinkan berbagai senyawa seperti gula, lemak, protein, pati, vitamin C, fosfor, kalsium, zat besi, asam organik, dan senyawa pembentuk rasa lainnya terlarut dalam air [33]. Singkong mengandung gula alami seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Perebusan dapat menyebabkan gula-gula dalam singkong larut dalam air. Singkong juga mengandung beberapa jenis asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam laktat yang dapat terlarut dalam air rebusan [34].

Berdasarkan parameter keseluruhan, panelis lebih menyukai singkong rebus pemasakan biogas secara signifikan dibandingkan singkong rebus LPG, kukus LPG. Tingkat kesukaan panelis terhadap parameter keseluruhan singkong rebus biogas dan singkong kukus biogas tidak berbeda signifikan. Hal ini juga terjadi antara perlakuan singkong kukus biogas dengan rebus LPG dan rebus LPG dengan kukus LPG. Pengujian sensori dengan parameter keseluruhan ini mendukung hasil dari parameter lainnya seperti warna, aroma, rasa, tekstur, kelembutan, dan kekerasan bahwa singkong rebus pemasakan biogas memiliki tingkat kesukaan panelis yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Pengujian tingkat kesukaan terhadap parameter keseluruhan ini membuktikan bahwa sampel singkong rebus dan kukus yang dimasak menggunakan biogas juga dapat diterima sama dengan singkong rebus dan kukus yang dimasak menggunakan kompor LPG. Meskipun demikian, beberapa parameter menyatakan bahwa ada panelis yang lebih menyukai singkong pemasakan biogas maupun LPG. Secara keseluruhan, rata-rata tingkat penerimaan panelis terhadap seluruh sampel yang disajikan adalah 5 (agak suka) hingga 6 (suka). Percobaan ini juga membuktikan bahwa singkong pemasakan biogas lebih disukai berdasarkan parameter tertentu dibandingkan pemasakan LPG.

## **KESIMPULAN**

Temuan penelitian ini menyoroti kelayakan dan manfaat penggunaan kompor biogas di perkotaan, sejalan dengan inisiatif masyarakat yang bertujuan untuk mempromosikan sumber energi terbarukan. Evaluasi sensorik menegaskan bahwa kompor biogas tidak mengurangi kualitas singkong yang dimasak, sehingga menjadikannya alternatif yang cocok untuk menggantikan LPG. Penelitian ini menemukan bahwa ada potensi penerapan teknologi biogas yang lebih luas di perkotaan, berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil tradisional. Proyek masyarakat dan perencanaan kota di masa depan dapat memanfaatkan biogas sebagai solusi praktis untuk memasak berkelanjutan, membina masyarakat perkotaan yang lebih sehat dan sadar lingkungan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Dusun Cigadog, Subang, Jawa Barat dan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya untuk terselenggaranya program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) – Kuliah Kerja Nyata sehingga dapat terbangunnya biodigester dan terselenggaranya penelitian ini.

## **KONFLIK KEPENTINGAN**

Peneliti mendeklarasikan tidak adanya konflik kepentingan dalam penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] R. Magdalena dan J. Wijaya, "Usulan Pengembangan Produk Keripik Singkong Pong'S," *J. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, hal. 403–411, 2018.
- [2] I. R. Zulkarnaen, H. S. Tira, dan Y. A. Padang, "Pengaruh Rasio Karbon Dan Nitrogen (C/Nratio) Pada Kotoran Sapi Terhadap Produksibiogas Dari Proses Anaerob," *Din. Tek. Mesin*, hal. 1–16, 2018.
- [3] L. A. Wardana *et al.*, "Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos," *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.29303/jpmpi.v4i1.615.

- [4] C. L. Weyant *et al.*, “In-field emission measurements from biogas and liquified petroleum gas (LPG) stoves,” *Atmosphere (Basel)*, vol. 10, no. 12, hal. 1–15, 2019, doi: 10.3390/ATMOS10120729.
- [5] D. K. P. Suriman, J. E. M. Sopotan, J. A. D. Kalele, dan V. R. W. Rawung, “Kombinasi feses sapi dan babi sebagai sumber biogas,” *Zootec*, vol. 41, no. 1, hal. 181, 2021, doi: 10.35792/zot.41.1.2021.32560.
- [6] A. Mirah, J. E. Sopotan, dan C. P. Paruntu, “Feses Ternak Sapi Sebagai Penghasil Biogas (Beef Cattle Feces As Producing Biogas),” *J. LPPM Bid. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, hal. 1–9, 2016.
- [7] H. H. Lawless, HT, *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York (US): Aspen Publishers, 2013.
- [8] S. Chanadang, E. I. V. Chambers, R. Kayanda, S. Alavi, dan W. Msuya, “Novel Fortified Blended Foods: Preference Testing with Infants and Young Children in Tanzania and Descriptive Sensory Analysis,” *J. Food Sci.*, vol. 83, no. 9, hal. 2343–2350, 2018, doi: 10.1111/1750-3841.14287.
- [9] Z. C. Vogeli Y, Lohri CR, Gallardo A, Diener S, *Anaerobic digestion of biowaste in developing countries: practical information and case studies*. Switzerland: Dubendorf, 2014.
- [10] H. Roubík dan J. Mazancová, “Small-scale biogas plants in central Vietnam and biogas appliances with a focus on a flue gas analysis of biogas cook stoves,” *Renew. Energy*, vol. 131, hal. 1138–1145, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2018.08.054.
- [11] S. V, “Feasibility of Biogas Production from Nepier Grass,” *Energi Procedia*, vol. 61, no. 1, hal. 1229–1233, 2014.
- [12] L. K. Grimsby, H. M. Rajabu, dan M. U. Treiber, “Multiple biomass fuels and improved cook stoves from Tanzania assessed with the Water Boiling Test,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 14, hal. 63–73, 2016, doi: 10.1016/j.seta.2016.01.004.
- [13] R. Preti, M. Rapa, dan G. Vinci, “Effect of steaming and boiling on the antioxidant properties and biogenic amines content in green bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties of different colours,” *J. Food Qual.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/5329070.
- [14] R. Sutamihardja, S. Srikandi, dan D. P. Herdiani, “HIDROLISIS ASAM KLOORIDA TEPUNG PATI SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) DALAM PEMBUATAN GULA CAIR,” *J. Sains Nat.*, vol. 5, no. 1, hal. 83, 2017, doi: 10.31938/jsn.v5i1.103.
- [15] N. Hasanah, I. Nursobah, dan N. A. Ismaya, “TOKSISITAS EKSTRAK UMBI SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz),” *Edu Dharma J. J. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, hal. 87, 2020, doi: 10.52031/edj.v4i1.46.
- [16] S. A. Hasan dan N. Taufiq, “Pengaruh Penambahan Zat Kapur dan Lama Perendaman Terhadap Kadar Sianida pada Singkong (*Manihot Esculanta* Crantz),” *J. Sehat Mandiri*, vol. 17, no. 2, hal. 133–141, 2022, doi: 10.33761/jsm.v17i2.815.
- [17] Fi. D. N. Sari dan R. Astili, “Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong,” *J. Dunia Gizi*, vol. 1, no. 1, hal. 20, 2018, doi: 10.33085/jdg.v1i1.2899.
- [18] D. R. Pratiwi, S. W., Nurmalasari, R., Sari, S. N., & Faisal, “Analisis Sianida Pada Daun Singkong Menggunakan Spektrofotometri Dengan Variasi Waktu Perebusan,” *J. Anal. Kim.*, vol. 3, no. 2, hal. 5–8, 2019.
- [19] R. D. Purwati Y, Thuraidah A, “Kadar sianida singkong rebus dan singkong goreng,”

- Med. Lab. Technol. J.*, vol. 2, no. 2, hal. 46–50, 2016.
- [20] A. A. Nurhidayanti, Aristoteles, “Uji kadar asam sianida pada ubi kayu dengan perendaman NaCl dan NaHCO<sub>3</sub> metode spektrofotometri,” *J. Ilm. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 18, no. 2, hal. 138–145, 2021.
- [21] S. Simsek dan S. Uslu, “Investigation of the impacts of gasoline, biogas and LPG fuels on engine performance and exhaust emissions in different throttle positions on SI engine,” *Fuel*, vol. 279, no. May, hal. 118528, 2020, doi: 10.1016/j.fuel.2020.118528.
- [22] M. T. Reddy KS, Aravindhana S, “Investigation of performance and emission characteristics of a biogas fuelled electric generator integrated with solar concentrated photovoltaic system,” *Renew. Energy*, vol. 9, no. 2, hal. 233–243, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.008>.
- [23] J. J. Lewis *et al.*, “Biogas Stoves Reduce Firewood Use, Household Air Pollution, and Hospital Visits in Odisha, India,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 51, no. 1, hal. 560–569, 2017, doi: 10.1021/acs.est.6b02466.
- [24] A. Dian Nurhayati, R. Rimbawan, F. Anwar, dan A. Winarto, “Potensi Penggunaan Metode In Vitro dalam Memperkirakan Peningkatan Indeks Glikemik In Vivo pada Beberapa Varietas Beras yang Dimasak,” *Indones. J. Hum. Nutr.*, vol. 6, no. 2, hal. 119–138, 2019, doi: 10.21776/ub.ijhn.2019.006.02.6.
- [25] D. Sanjaya dan A. Haryanto, “Biogas Production From a Mixture of Cow Manure With Chicken Manure,” *Tek. Pertan. Lampung*, vol. 4, hal. 127–136, 2015.
- [26] P. G. Kougiaris dan I. Angelidaki, “Biogas and its opportunities — A review Keywords,” *Front. Environ. Sci.*, vol. 12, no. June 2018, hal. 1–22, 2018.
- [27] J. Andersson *et al.*, “Comparison of steaming and boiling of root vegetables for enhancing carbohydrate content and sensory profile,” *J. Food Eng.*, vol. 312, no. May 2021, 2022, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110754.
- [28] J. M. Lumbantobing R, Napitupulu M, “Analisis kandungan asam sianida dalam singkong (*Manihot esculenta*) berdasarkan lama penyimpanan,” *J. Akad. Kim.*, vol. 8, no. 3, hal. 180–183, 2019.
- [29] F. A. Akbar AK, “Uji kompresibilitas granul pati singkong dengan metode granulasi basah,” *J. Pharm. UMUS*, vol. 1, no. 1, hal. 7–11, 2019.
- [30] Z. E. Putri WDR, *Pati: modifikasi & karakterisasinya*. Malang: UB Press, 2017.
- [31] Z. Y. Wang YH, Zhang RY, Xu F, “Effect of boiling and steaming on the surface tackiness of frozen cooked noodles,” *Food Sci. Technol.*, vol. 120, no. 17, hal. 100–109, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109747>.
- [32] L. Nadia, A. Apriyantono, dan W. P. Rahayu, “Karakterisasi Rasa Gurih Pada Beberapa Produk Pangan,” *J. Mat. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, hal. 97–106, 2004.
- [33] F. Feliana, A. H. Laenggeng, dan F. Dhafir, “Kandungan gizi dua jenis varietas singkong (*Manihot esculenta*) berdasarkan umur panen di desa siney kecamatan tinombo selatan kabupaten parigi moutong,” *J. e-Jipbiol*, vol. 2, no. 3, hal. 1–14, 2014, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/EBiol/article/view/3015>
- [34] Panasea, *Budidaya tanaman singkong dan peluang bisnisnya*. Jakarta: Elementa Media, 2021.