

**PENGENDALIAN KONTAMINAN MIKROBA PADA PROSES  
PENGOLAHAN BUBUK KAKAO DENGAN ALKALI  
NATRIUM HIPOKLORIT**

**Arni Mashita Dinda<sup>1</sup>, Dewa Ayu Putri Maheswari<sup>2</sup>, Mu'tasim Billah<sup>3</sup>, Sri Redjeki<sup>4</sup>, Ely Kurniati<sup>5</sup>**

E-mail: [arnimashitadinda@gmail.com](mailto:arnimashitadinda@gmail.com)<sup>1</sup>, [putriayu.formal@gmail.com](mailto:putriayu.formal@gmail.com)<sup>2</sup>, [tasimbillah60@gmail.com](mailto:tasimbillah60@gmail.com)<sup>3</sup>, [sriredjeki.tk@upnjatim.ac.id](mailto:sriredjeki.tk@upnjatim.ac.id)<sup>4</sup>, [elysentot@gmail.com](mailto:elysentot@gmail.com)<sup>5</sup>

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

**Abstrak**

Biji kakao merupakan bahan pokok dalam pembuatan bubuk kakao. Alkalisasi adalah metode untuk meningkatkan kualitas rasa dan warna bubuk kakao, terutama untuk kakao yang bersifat asam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kadar alkali natrium hipoklorit dan waktu pengeringan dalam mengurangi kontaminan mikroba dalam proses pembuatan bubuk kakao. Proses dimulai dengan fermentasi biji kakao pada suhu 30°C selama 5 hari, diikuti dengan pengeringan pada suhu 60°C selama berbagai variasi waktu. Biji yang telah dikupas kemudian direndam dalam larutan natrium hipoklorit selama 5 menit dengan kadar yang berbeda, sebelum disangrai pada suhu 140°C selama 40 menit. Bubuk kakao yang dihasilkan diuji untuk kadar air, pH, dan Total Plate Count (TPC). Hasil menunjukkan bahwa kombinasi waktu pengeringan selama 12 jam dan kadar natrium hipoklorit sebesar 0,02% memberikan hasil yang paling efektif, dengan kadar air 1,19%, pH 5,74, dan TPC  $4,7 \times 10^3$  CFU/g.

**Kata Kunci** — Alkalisasi, Bubuk Kakao, Mikroba, Natrium Hipoklorit.

**Abstract**

*Cocoa beans are a staple ingredient in the manufacture of cocoa powder. Alkalization is a method to improve the taste and color quality of cocoa powder, especially for acidic cocoa. This study aims to evaluate the effectiveness of sodium hypochlorite alkali concentration and drying time in reducing microbial contaminants in the cocoa powder manufacturing process. The process starts with fermentation of cocoa beans at 30°C for 5 days, followed by drying at 60°C for various times. The shelled beans were then soaked in sodium hypochlorite solution for 5 minutes at different concentrations, before being roasted at 140°C for 40 minutes. The resulting cocoa powder was tested for moisture content, pH, and Total Plate Count (TPC). The results showed that the combination of 12 hours drying time and 0.02% sodium hypochlorite gave the most effective results, with moisture content of 1.19%, pH of 5.74, and TPC of  $4.7 \times 10^3$  CFU/g.*

**Keyword** — Alkalization, Cocoa Powder, Microbial, Sodium Hypochlorite.

## PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu tanaman yang memiliki prospek pengembangan yang menjanjikan di Indonesia, karena memiliki nilai pasar yang tinggi dan produksi kakao yang terus meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik [1], produksi biji kakao di Indonesia pada tahun 2020 meningkat hingga 720,66 ribu ton. Selanjutnya dari jumlah tersebut, sebesar 716,60 ribu ton biji kakao (99,44%) berasal dari perkebunan rakyat, 3,08 ribu ton (0,43%) berasal dari perkebunan besar swasta dan 0,98 ribu ton (0,14%) berasal dari perkebunan besar negara. Saat ini, kualitas biji kakao yang ditanam di perkebunan rakyat masih rendah. Akibatnya, biji kakao yang ditanam di perkebunan ini hanya dapat dijual dengan harga yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan biji kakao yang ditanam di perkebunan besar milik perusahaan negara dan swasta. Salah satu penyebabnya adalah perlakuan pasca panen biji kakao yang tidak optimal. Aspek penting dalam menilai kualitas biji kakao melibatkan karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologi. Karakteristik fisik, seperti kekonsistenan dan keberadaan cacat pada biji, berguna untuk mengelompokkan biji berdasarkan penampilan luar. Sedangkan, sifat kimia dimanfaatkan untuk menilai tingkat keasaman dan kadar air biji kakao. Tingkat keasaman dapat memengaruhi rasa, sementara kadar air berpengaruh pada hasil panen dan masa simpan [2].

Pengolahan biji kakao menjadi bubuk kakao merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk kakao. Bubuk kakao adalah produk yang diperoleh dari biji kakao yang diubah menjadi bubuk. Dua tahapan penting dalam pengolahan biji kakao adalah proses fermentasi dan pengeringan. Fermentasi kakao umumnya dilakukan secara alami dengan memanfaatkan mikroorganisme yang terdapat pada buah, kotak kayu, daun pisang, atau media lainnya sebagai agen fermentasi [3]. Biji kakao mengalami fermentasi selama 5 hingga 7 hari [4]. Fermentasi berlangsung dalam dua fase, anaerobik dan aerobik. Kehadiran asam sitrat membuat lingkungan pulp menjadi asam, menyebabkan pertumbuhan ragi dan fermentasi anaerobik dari komponen gula. Oksigen yang semula terhambat oleh lapisan pulp dapat meresap ke dalam tumpukan biji kakao. Bakteri memanfaatkan kondisi aerobik ini untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat dengan bau yang menyengat. Produk fermentasi berupa etanol, asam laktat, dan asam asetat menyebar di dalam biji kakao, dan mencegah berkecambahnya biji tersebut [5]. Selama proses pengeringan, suhu udara pengeringan harus diperhitungkan. Suhu udara pengeringan tidak hanya mempengaruhi waktu pengeringan tetapi juga kualitas bahan yang akan dikeringkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hayati dkk. [6], biji kakao yang dikeringkan pada suhu 40 °C dan 50 °C masih mempertahankan kadar air yang lebih tinggi daripada biji yang dikeringkan pada suhu 60 °C. Kadar air terendah tercatat pada suhu 60 °C untuk semua perlakuan. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu pengeringan, semakin efisien bahan dalam melepaskan air dari permukaannya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lembong dkk. [7], perubahan suhu selama fermentasi memberikan dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, mikroorganisme yang berkembang juga berpengaruh terhadap fluktuasi suhu yang terjadi selama proses fermentasi.

Bubuk kakao dari berbagai varietas yang sudah diolah digunakan dalam pembuatan es krim, biskuit cokelat, roti, dan beragam produk makanan lainnya. Masing-masing produk disesuaikan dengan warna dan rasa yang diinginkan. Metode alkalisasi merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam industri pengolahan kakao untuk meningkatkan warna dan rasa bubuk kakao. Alkalisasi dalam pengolahan kakao pertama kali dikembangkan di Belanda pada abad ke-19, yang sering disebut dengan istilah Dutch Process [8]. Alkalisasi adalah proses penyeimbangan pH untuk meningkatkan kualitas rasa, terutama pada kakao yang memiliki sifat asam akibat fermentasi [9]. Larutan alkali dapat dicampurkan dengan biji kakao (cocoa nibs), pasta kakao (cocoa liquor), atau bungkil kakao (cocoa cake). Melalui proses alkalisasi pada biji, berbagai warna dan rasa pada biji kakao bisa dihasilkan, memberikan cita rasa terbaik yang sulit dicapai dengan metode lain. Nilai pH dari proses alkalisasi akan meningkat seiring dengan

meningkatkan konsentrasi alkali. Peningkatan pH ini disebabkan oleh netralisasi asam bebas di dalam biji kakao [10]. Penelitian yang dilakukan oleh Purwanto dkk. [11] menunjukkan bahwa penambahan alkali pada biji kakao meningkatkan nilai pH seiring dengan peningkatan konsentrasi alkali. Perlakuan menggunakan alkali NaOH 3% menghasilkan pH tertinggi, mencapai 9,14, sedangkan pH terendah, sebesar 7,14, diperoleh dengan menggunakan alkali K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%. Kualitas mikrobiologis juga menjadi aspek yang sangat penting dalam produk kakao. Syarat mutu kakao bubuk menurut Badan Standardisasi Nasional [12] adalah maksimum bakteri  $5 \times 10^3$  koloni/g. Agar produk kakao terhindar dari kontaminasi, maka perlu dilakukan perlakuan yang tepat untuk mencegah bakteri patogen mengkontaminasi hasil akhir produk. Jumlah bakteri yang terdapat dalam bubuk kakao dapat diminimalisir dengan menambahkan senyawa klorin pada proses alkalisasi. Natrium hipoklorit merupakan garam alkali yang banyak digunakan dalam industri makanan sebagai desinfektan untuk membunuh bakteri dan membersihkan lingkungan pengolahan makanan [13]. Natrium hipoklorit (NaOCl) sebagai salah satu senyawa klorin memiliki mekanisme kerja membunuh mikroorganisme dengan cara mengoksidasi ikatan peptida pada membran sel dan mendenaturasi protein [14]. Penggunaan sanitizer dengan kandungan klorin bebas 200 ppm dan waktu pemaparan 1-5 menit umumnya dianggap cukup untuk membunuh mikroba dalam proses sanitasi makanan [15]. Berdasarkan informasi dari beberapa penelitian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Pengendalian Kontaminan Mikroba Pada Proses Pengolahan Bubuk Kakao dengan Alkali Natrium Hipoklorit” untuk mendapatkan produk bubuk kakao dengan kualitas yang optimal dan sesuai dengan standar yang berlaku.

## **METODOLOGI**

### **Bahan**

Bahan baku yang digunakan dalam studi ini adalah buah kakao yang didapatkan dari perkebunan coklat yang berlokasi di Desa Plosorejo, Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Bahan-bahan lain yang juga digunakan dalam studi ini yaitu natrium hipoklorit (NaOCl), media Plate Count Agar, aquadest, dan daun pisang.

### **Persiapan Bahan Baku**

Biji kakao dikumpulkan dan dibersihkan dengan aquadest mengalir. Proses pembersihan dilakukan sebelum memproses biji kakao untuk menghilangkan benda-benda asing seperti kulit, biji yang pecah, biji yang berlubang dan sebagainya.

### **Fermentasi Biji Kakao**

Biji kakao difermentasi tanpa starter dan secara aerobik pada suhu kamar (30 °C). Proses fermentasi berlangsung di dalam wadah tertutup yang diberi lubang untuk aerasi, kemudian ditutup dengan daun pisang segar. Fermentasi berlangsung selama  $\pm 5$  hari hingga biji kakao menghasilkan cairan pulpa dan berwarna kecokelatan.

### **Pengeringan Biji Kakao**

Biji kakao dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 3, 6, 9, 12, dan 15 jam. Proses pengeringan setelah fermentasi dimaksudkan untuk mengurangi kadar air biji kakao. Selain itu, pengeringan juga memudahkan pemisahan kulit dan nibs kakao. Nibs kakao tersebut kemudian diambil untuk diproses lebih lanjut.

### **Alkalisasi Biji Kakao**

Nibs kakao dialkalisasi menggunakan 200 ml larutan natrium hipoklorit dengan kadar 0,01%; 0,02%; 0,03%; 0,04%; dan 0,05% dengan waktu kontak selama 5 menit. Proses alkalisasi dilakukan dengan cara memasukkan biji kakao ke dalam wadah berisi 200 ml larutan natrium hipoklorit, kemudian biji kakao diaduk secara berkala.

### **Penyangraian Biji Kakao**

Penyangraian atau pemanggangan biji kakao utuh dilakukan menggunakan oven dengan suhu 140°C sehingga kadar airnya berkurang hingga 7,5%. Proses penyangraian berlangsung

selama 40 menit. Setelah disangrai, biji kakao didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Peningkatan suhu saat proses penyangraian, bersamaan dengan penurunan kadar air pada biji kakao, menyebabkan berkurangnya mikroba kontaminan seperti Salmonella. Hal ini membantu mencegah kontaminasi pada biji kakao selama proses pengeringan.

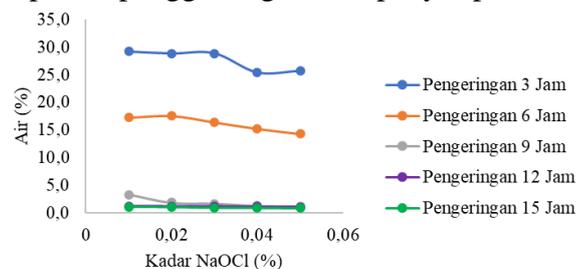
### **Penghancuran dan Penghalusan Nibs Kakao**

Nibs kakao dihancurkan dan dihaluskan sampai menjadi bubuk kakao halus (lolos ayakan 200 mesh).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Pengaruh Kadar Natrium Hipoklorit (NaOCl) dan Waktu Pengeringan terhadap Kadar Air Bubuk Kakao**

Analisis kadar air pada bubuk kakao dilakukan menggunakan metode oven. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 1, diketahui bahwa perlakuan variasi waktu pengeringan memberikan pengaruh terhadap kadar air bubuk kakao. Semakin lama proses pengeringan berlangsung, kadar air dalam bubuk kakao yang dihasilkan akan semakin rendah. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dina dkk. [5], yang menyatakan bahwa proses pengeringan yang berlangsung lebih lama akan menambahkan lebih banyak panas ke dalam bahan, menyebabkan lebih banyak air yang menguap dari bahan pangan dan mengakibatkan kadar air yang terukur menjadi lebih rendah. Tingkat konsentrasi alkali natrium hipoklorit (NaOCl) tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air bubuk kakao pada penelitian ini. Hal ini disebabkan karena pada saat alkalisasi, penambahan air dilakukan untuk memastikan pencampuran yang merata antara senyawa alkali natrium hipoklorit (NaOCl), sehingga semakin banyak jumlah air yang digunakan, maka proses pengeringan akan memakan waktu lebih lama [11]. Menurut SNI 3747:2013 [12], kadar air maksimum pada bubuk kakao adalah 5%. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan biji kakao selama 3 dan 6 jam belum efektif menurunkan kadar air biji kakao, karena kadar air yang diperoleh masih dalam rentang 14,32%-29,19%. Sedangkan pengeringan selama 9, 12, dan 15 jam efektif menurunkan kadar air biji kakao dan memenuhi persyaratan SNI 3747:2013, dimana kadar air yang diperoleh dari pengeringan selama 9 jam adalah kurang dari 3,33%. Kadar air mempengaruhi ketahanan kakao terhadap kerusakan, terutama selama proses pengudangan atau penyimpanan dan pengangkutan.



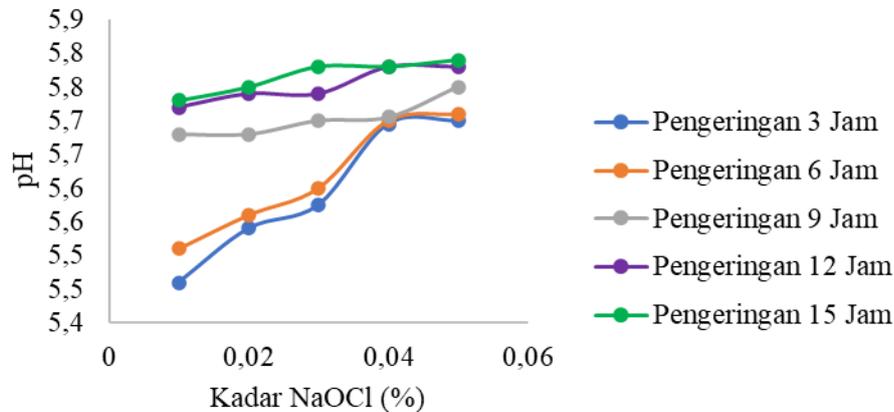
Gambar 1. Pengaruh kadar natrium hipoklorit (NaOCl) dan waktu pengeringan terhadap kadar air bubuk kakao.

### **2. Pengaruh Kadar Natrium Hipoklorit (NaOCl) dan Waktu Pengeringan terhadap pH Bubuk Kakao**

Analisis derajat keasaman (pH) dilakukan dengan menggunakan pH meter. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2, diketahui bahwa nilai pH dari bubuk kakao meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi alkali natrium hipoklorit (NaOCl). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Widayat [9] yang melaporkan bahwa pH dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi alkali yang digunakan, tetapi tidak dipengaruhi oleh waktu alkalisasi. Semakin tinggi konsentrasi alkali, maka semakin tinggi pula nilai pH dari bubuk kakao.

Perlakuan variasi waktu pengeringan pada penelitian ini juga memberikan pengaruh terhadap nilai pH, semakin lama proses pengeringan kakao maka semakin tinggi nilai pH yang dihasilkan. Nilai pH tertinggi sebesar 5,79 pada kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,05% dan

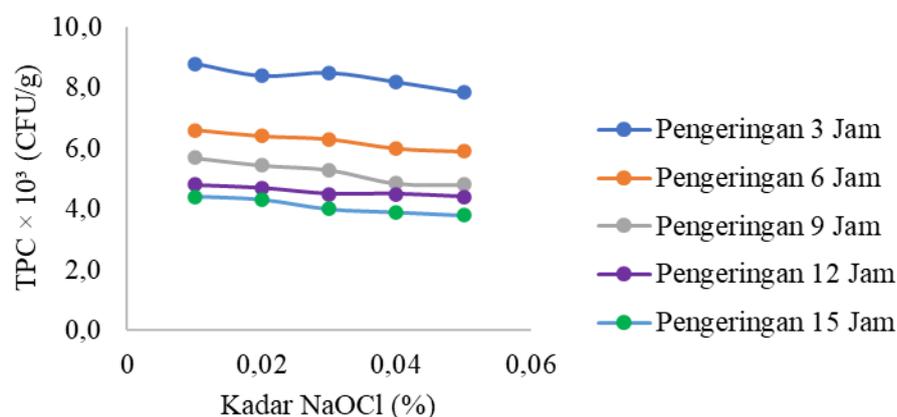
waktu pengeringan 15 jam, sedangkan nilai pH terendah sebesar 5,46 pada kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,01% dan waktu pengeringan 3 jam. Menurut Alasti dkk. [10], peningkatan pH disebabkan oleh proses penetralan asam bebas yang terjadi pada biji kakao, yang juga mempengaruhi analisis warna. Hal ini terlihat dari fakta bahwa konsentrasi alkali yang tinggi menghasilkan warna bubuk kakao yang lebih gelap.



Gambar 2. Pengaruh kadar natrium hipoklorit (NaOCl) dan waktu pengeringan terhadap pH bubuk kakao.

### 3. Pengaruh Kadar Natrium Hipoklorit (NaOCl) dan Waktu Pengeringan terhadap Total Plate Count (TPC) Bubuk Kakao

Analisis Total Plate Count (TPC) bertujuan untuk mengukur jumlah mikroba yang ada dalam produk bubuk kakao dengan menghitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media agar. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3, diketahui bahwa meningkatnya konsentrasi natrium hipoklorit (NaOCl) mempengaruhi penurunan nilai total mikroba. Nilai TPC yang diperoleh paling tinggi sebesar  $8,8 \times 10^3$  CFU/g pada kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,01% dan waktu pengeringan 3 jam, sedangkan nilai TPC paling rendah sebesar  $3,8 \times 10^3$  CFU/g pada kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,05% dan waktu pengeringan 15 jam. Menurut SNI 3747:2013 [12], standar maksimal TPC pada bubuk kakao sebesar  $5 \times 10^3$  CFU/g. Hasil penelitian yang diperoleh juga menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan kakao pada waktu pengeringan 3 dan 6 jam belum efektif menekan nilai total mikroba karena nilai total mikroba masih dalam rentang  $8,8 \times 10^3$  hingga  $5,3 \times 10^3$  CFU/g. Sedangkan, pengeringan pada 9, 12 dan 15 jam sudah efektif menekan nilai total mikroba dan telah memenuhi persyaratan SNI 3747:2013, dimana nilai total mikroba yang diperoleh pada kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,04% dan waktu pengeringan 9 jam, yaitu  $4,9 \times 10^3$  CFU/g. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik dalam pengendalian kontaminan mikroba pada proses pengolahan bubuk kakao dapat dilihat dari kandungan kadar air, pH dan Total Plate Count. Pada waktu pengeringan 12 jam dan kadar natrium hipoklorit (NaOCl) 0,02% didapatkan nilai kadar air 1,19%, pH 5,74 dan TPC  $4,7 \times 10^3$  CFU/g. Pada variabel tersebut didapatkan nilai kadar air dan TPC yang terbaik, namun pH bubuk kakao dalam penelitian ini masih lebih rendah daripada produk bubuk kakao komersial seperti van Houten yang memiliki pH sekitar 7,4. Proses pengeringan yang berlangsung lebih lama dan penggunaan kadar alkali yang lebih tinggi akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah. Kadar air yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada produk bubuk kakao [3].



Gambar 3. Pengaruh kadar natrium hipoklorit (NaOCl) dan waktu pengeringan terhadap Total Plate Count (TPC) bubuk kakao.

## KESIMPULAN

Karakteristik yang berpengaruh terhadap pengendalian kontaminan bubuk kakao berdasarkan variasi konsentrasi natrium hipoklorit (NaOCl) dan waktu pengeringan antara lain kadar air, pH dan Total Plate Count (TPC). Pengolahan bubuk kakao yang relatif efektif pada penelitian ini adalah pada waktu pengeringan 12 jam dan konsentrasi natrium hipoklorit 0,02%. Pada kondisi ini, nilai kadar air yang dihasilkan adalah 1,19%, pH 5,74 dan TPC  $4,7 \times 10^3$  CFU/g. Bubuk kakao pada penelitian ini dapat diteliti lebih lanjut untuk melihat kandungan lemak dan residu klorin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, Indonesian Cocoa Statistics 2020. 2020.
- [2] A. Z. Diansari, S. Suwasono, and S. Yuwanti, "Physical, Chemical, and Microbiological Characteristics of Dry Cocoa Beans Produced by PTPN XII Kalikempit Estate, Banyuwangi," *Berkala Ilmiah Pertanian*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [3] D. A. Tari, P. K. D. Kencana, and I. B. P. Gunadnya, "Influence of Drying Temperature and Drying Time on Characteristics of Dry Cocoa Beans (*Theobroma Cacao L.*)," pp. 237–244, 2023, [Online]. Available: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>
- [4] H. A. Sigalingging, S. H. Putri, and T. Iflah, "Perubahan Fisik dan Kimia Biji Kakao Selama Fermentasi," *Jurnal Industri Pertanian (JUSTIN)*, vol. 2, no. 2, pp. 158–165, 2020, Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: <http://jurnal.unpad.ac.id/justin>
- [5] S. F. Dina, F. H. Napitupulu, and H. Ambarita, "Study of Drying Methods for Indonesia Cocoa Bean Quality Improvement," *Jurnal Riset Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 35–52, 2013.
- [6] R. Hayati, Yusmanizar, Mustafri, and H. Fauzi, "Study of Fermentation and Drying Temperature in Cacao Quality (*Theobroma cacao L.*)," *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, vol. 26, no. 2, pp. 129–135, 2012.
- [7] E. Lembong, I. I. Hanidah, and D. I. P. Sari, "Isolasi Mikroorganisme Heterofermentatif Pada Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) Selama Fermentasi Spontan," *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, vol. 9, no. 1, pp. 7–13, 2022.
- [8] S. T. Beckett, *The Science of Chocolate*, 2nd ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2008.
- [9] H. P. Widayat, "Quality Improvement of Cocoa Powder Through Fat Extraction and Alkalisiation Process," *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, vol. 5, no. 2, pp. 12–16, 2013.
- [10] F. M. Alasti, N. Asefi, R. Maleki, and S. S. SeiiedlouHeris, "The influence of three different types and dosage of alkaline on the inherent properties in cocoa powder," *J Food Sci Technol*, vol. 57, no. 7, pp. 2561–2571, Jul. 2020, doi: 10.1007/s13197-020-04293-w.
- [11] E. H. Purwanto, T. Iflah, and A. Aunillah, "The Effect of Cocoa Nib Alkalisiation on Chemical Content and Color of Cocoa Powder," in *Komoditas Sumber Pangan untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan di Era Pandemi Covid -19*, H. Siti, Ed., Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas

- Sriwijaya (UNSRI), Oct. 2020, pp. 253–260.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 3747:2013 Kakao Bubuk,” 2013 [Online]. Available: [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- [13] M. Misgiyarta and C. Winarti, “Control of Microbial Contaminants in Fresh Vegetables with Sanitizer Formula of Sodium Hypochlorite and Acetic Acid,” *TEKNOTAN*, vol. 17, no. 1, pp. 43–52, Apr. 2023, doi: 10.24198/jt.vol17n1.6.
- [14] C. Estrela, C. R. A. Estrela, E. L. Barbin, J. C. E. Spanó, M. A. Marchesan, and J. D. Pécora, “Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite,” *Braz Dent J*, vol. 13, no. 2, pp. 113–117, 2002.
- [15] W. G. McGlynn, *Guidelines for Use of Chlorine Bleach as a Sanitizer in Food Processing Operations*. Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University, 2010.