

Pengaruh perbedaan jenis wadah fermentasi terhadap keberhasilan fermentasi dan kualitas biji kakao: review

Sulistia Nengsi*, Vritta Amroini Wahyudi, Warkoyo

Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

Article history

Diterima:

4 April 2024

Diperbaiki:

15 Mei 2024

Disetujui:

5 Juni 2024

Keyword

Bambu basket;

Box Fermentation;

Cocoa beans;

Fermentation;

Styrofoam

ABSTRACT

This paper aims to determine the effect of different types of fermentation containers. Fermentation of cocoa beans can be done using several types of fermentation containers such as fermentation boxes, bamboo baskets and styrofoam. Each type of container will produce different types of fermentation containers will influence changes in temperature and pH profiles during the cocoa bean fermentation process. In this discussion we will discuss the influence of different types of fermentation containers used on the quality of the cocoa beans produced, so that this study can provide information regarding the influence of the type of fermentation container used on the success and quality of the cocoa beans. The method used is to review several previous articles using Google School and draw conclusions. Using wooden boxes as fermentation media will produce more optimal temperature and pH than other container types because they have insulating properties. The duration of the length of the cocoa bean fermentation process will affect the result of the moisture content of the fermented cocoa beans. The longer the cocoa fermentation process, the lower the dried cocoa beans' moisture content. Limit The maximum moisture content of cocoa beans, according to SNI, is 7.5%. The total phenolic value of fermented cocoa beans is influenced by several differences, namely differences in fruit varieties, fruit maturity levels, fermentation processes, drying, and roasting or roasting.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : sulistyn10@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v19i3.25366

PENDAHULUAN

Kakao saat ini masih menjadi komoditas unggulan di sektor perkebunan setelah karet dan sawit. Indonesia juga menjadi salah satu negara yang menjadi produsen kakao mendunia dan menduduki posisi ketiga setelah pantai gading dan ghana (Fitriyana et al. 2015). Melihat peluang yang ada di pasar internasional membuat Indonesia memiliki industri yang bergerak di dalam bidang pengolahan kakao baik pengolahan hulu ataupun hilir. Pengolahan hulu meliputi proses pasca panen dari buah kakao dipanen sampai menjadi biji kering. Salah satu proses pengolahan pasca panen yang sangat penting dilakukan ialah fermentasi. Kualitas biji kakao masih sering diabaikan hal ini dikarenakan kurangnya pemahaman petani mengenai fermentasi. Hal ini menjadikan biji kakao di Indonesia cenderung memiliki kualitas yang kurang baik sehingga biji kakao di Indonesia kurang berkembang. Hasil panen buah kakao yang tidak selalu banyak juga menjadi kendala dimana fermentasi biasanya dilakukan dalam jumlah yang besar. Hal ini menyulitkan para petani melakukan proses fermentasi dikarenakan hasil panen yang relatif kecil. Namun, pada umumnya sudah banyak peneliti-peneliti terdahulu yang telah melakukan penelitian mengenai fermentasi dalam skala kecil dengan menggunakan berbagai metode yang berbeda. Penggunaan wadah fermentasi yang berbeda yang digunakan pada saat proses fermentasi akan mempengaruhi hasil mutu biji kakao dimana pada prosesnya pun tercapainya suhu dan pH optimal pada saat fermentasi juga terjadi perbedaan. Pada penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah banyak dilakukan memiliki kekurangan yakni belum ada pembahasan yang membahas secara fokus mengenai pengaruh jenis wadah yang berbeda pada saat proses fermentasi terhadap keberhasilan fermentasi yang dapat dilihat dari kenaikan suhu dan tercapainya pH yang baik pada biji kakao terfermentasi, dan kualitas dari biji kakao yang dihasilkan.

Fermentasi sangat penting dilakukan karena pada proses ini dapat membentuk cita rasa khas coklat dan menentukan kualitas biji yang dihasilkan (Hartuti et al. 2020). Kualitas biji kakao dapat disesuaikan dengan SNI 2323-2008 (Ariyanti 2017). Biji kakao berkualitas dapat diperoleh dengan penanganan pasca panen yang tepat salah satunya fermentasi. Terdapat

beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi diantaranya ialah wadah fermentasi, kuantitas, lama fermentasi, dan keseragaman varietas (Ariyanti 2017). Keberhasilan dari proses fermentasi dipengaruhi dari beberapa hal seperti perbedaan metode fermentasi yang digunakan, perbedaan metode tersebut meliputi perbedaan wadah fermentasi yang digunakan yaitu kotak kayu (Ariyani et al. 2018), keranjang bambu (Septianti et al. 2020), styrofoam (Sukendar et al. 2019). Selain itu, durasi fermentasi dapat mempengaruhi kualitas biji kakao di setiap metode fermentasi (Ariyanti 2017). Pada umumnya fermentasi dilakukan selama 5-7 hari (Abubakar et al. 2022), tetapi ada beberapa penelitian yang melakukan fermentasi selama 4 hari (Laxiana and Sugiharto 2019). Lama fermentasi dan jenis wadah fermentasi yang berbeda mempengaruhi kualitas biji kakao yang dihasilkan dan keberhasilan fermentasi yaitu perubahan suhu dan pH selama proses fermentasi berlangsung. Pada penelitian yang dilakukan oleh Amiin (2005), suhu optimum yang dibutuhkan dari sebuah fermentasi kakao ialah sekitar 44-48 °C, dan pH yang baik untuk biji kakao fermentasi ialah yang mendekati >6 hal ini agar senyawa khas coklat dapat terbentuk secara intensif (Indarti et al. 2011; Aryani et al. 2018).

Pada kajian ini akan membahas pengaruh dari perbedaan jenis wadah fermentasi yang digunakan terhadap kualitas dari biji kakao yang dihasilkan, sehingga pada kajian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh jenis wadah fermentasi yang digunakan terhadap keberhasilan dan kualitas biji kakao.

METODE

Metode yang digunakan artikel ini ialah kajian pustaka atau kajian literatur yaitu dengan mengumpulkan beberapa sumber seperti artikel. (1) Pencarian, pencarian artikel yang sesuai dilakukan menggunakan *google scholar*, website sinta. Dalam proses pencarian digunakan kata kunci sesuai dari tema kajian. (2) Proses penyeleksian artikel, artikel yang telah ditemukan dikumpulkan dan dikelompokkan berdasarkan metode fermentasi yang digunakan, pembahasan yang dimuat didalam jurnal juga dikelompokkan (a) suhu (b) pH (c) kadar air (d) total fenol. (3) Analisis dilakukan dengan penarikan kesimpulan dari berbagai jurnal yang sudah dikumpulkan dan berbagai studi literatur, yang sudah dipaparkan dengan tabel dan penjelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pentingnya proses fermentasi sudah diketahui sejak dahulu terutama terhadap aspek perubahan fisikokimia dan mikrobiologi pada biji kakao yang difermentasi (Lima et al. 2011; Tikapunya 2021). Fermentasi dapat diartikan sebagai salah satu proses yang melibatkan mikroba spontan. Selama proses fermentasi terjadi reaksi-reaksi kimia seperti gula pada pulp akan berubah menjadi etanol. Selain itu, panas yang dihasilkan dari aktivitas bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat membuat biji kakao menjadi mati, hal ini dikarenakan panas yang dihasilkan oleh asam laktat dan asam asetat (Melo et al. 2021). Reaksi enzimatik juga terjadi selama proses fermentasi sebagai pembentukan rasa, warna, serta aroma pada biji kakao (Melo et al. 2021). Tanpa dilakukannya proses fermentasi akan membuat biji kakao terasa pahit dan tidak menghasilkan aroma coklat (Schwan et al. 2014; Apriyanto and Rujiah 2018). Hal ini dikarenakan asam dan alkohol menembus biji kakao dan memulai reaksi kimia yang membentuk precursor rasa coklat (Cempaka et al. 2014).

Fermentasi dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti penggunaan pada jenis wadah (kotak kayu, keranjang bambu, atau media lainnya seperti styrofoam, plastik, dan karung goni). Fermentasi dilakukan dengan kotak kayu tertutup dengan jangka waktu 5-7 hari dengan 2 kali pembalikan (Apriyanto 2017). Penggunaan metode fermentasi yang berbeda akan memicu reaksi seperti profil suhu yang berbeda, profil pH yang berbeda pada saat proses fermentasi berlangsung sesuai dengan jenis wadah fermentasi yang digunakan, sedangkan fermentasi juga dapat mempengaruhi mutu kualitas biji kakao seperti kadar total fenolik dan kadar air pada biji kakao yang telah difermentasi. Oleh karena itu, pada pembahasan kali ini akan difokuskan pada perubahan suhu dan pH selama proses fermentasi dengan beberapa metode yang berbeda serta pengaruh jenis wadah fermentasi yang berbeda terhadap kadar fenolik dan kadar air biji kakao.

Pengaruh Perbedaan Wadah Fermentasi Terhadap Profil Suhu Biji Kakao

Suhu merupakan salah satu faktor yang menjadi tolak ukur dan evaluasi fermentasi biji kakao (Patty 2019). Aktivitas evaluasi dari suatu proses fermentasi dapat diamati dari perubahan suhu yang terjadi selama proses fermentasi berlangsung (Aryani et al. 2018). Awal kondisi

biji yang difermentasi ialah anaerob hal ini mengakibatkan khamir tumbuh, dan sebagian besar dari asam sitrat mengalir bersama cairan pulp yang diuraikan oleh mikroba selama fermentasi hal ini lah yang membuat pH naik sehingga suhu pun ikut naik (Lembong et al. 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Carmo Brito et al. 2017) fermentasi menggunakan kotak kayu menghasilkan suhu optimumnya pada hari ke 5 fermentasi 41°C dengan suhu awal 22°C dan berakhir dengan suhu 34°C setelah 7 hari fermentasi. Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa perubahan suhu yang terjadi diakibatkan reaksi biokimia beberapa kegiatan didalam biji kakao antara mikroorganisme dan asam (Schwan et al. 2014). Fermentasi menggunakan kotak juga dilakukan oleh (Fang et al. 2020) kotak yang digunakan berbahan kayu dengan kapasitas 50 kg selama 7 hari. Suhu yang dihasilkan mencapai suhu optimal yaitu 45°C pada hari ke 6 fermentasi. Fermentasi yang dilakukan oleh (Laxiana and Sugiarto 2019) juga melakukan fermentasi menggunakan kotak kayu dengan hasil suhu optimum dicapai pada fermentasi dengan kotak kecil, hal ini dijelaskan terjadi karena ketinggian isian pada masing-masing kotak. Isian yang tinggi pada kotak fermentasi akan membuat panas hasil fermentasi lebih besar (Laxiana and Sugiarto 2019).

Fermentasi kotak juga dilakukan oleh Sabahannur and Nirwana (2017), Aryani et al, (2018), dan Yulianti and Arda (2018). Penelitian ini pada proses fermentasinya mencapai suhu optimumnya yaitu berkisar pada 45°C. Fermentasi yang dilakukan menggunakan kotak kayu cenderung dapat mencapai suhu optimum pada saat fermentasi. Hal ini dikarenakan sifat fisik kayu yaitu menjadi insulator sehingga panas yang ada pada saat proses fermentasi berlangsung dapat terakumulasi secara baik (Yulianti and Arda 2018).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sukendar et al. 2019) fermentasi dilakukan menggunakan *box styrofoam* dan fermentasi dilakukan selama 6 hari dengan kapasitas box yang berbeda menghasilkan perubahan suhu yang berbeda. Pada box 20 kg menghasilkan suhu 42,66°C sedangkan pada 40 kg menghasilkan 43°C dan kapasitas 60 kg menghasilkan 44,6°C. Kapasitas 60 kg hampir mencapai suhu optimumnya. Penurunan suhu yang terjadi dikarenakan proses pengadukan dimana panas

yang ada di dalam box tersebut keluar. Selain itu faktor suhu optimum yang tidak tercapai juga dapat diakibatkan oleh jumlah biji yang ada di dalam box, semakin banyak biji pada saat fermentasi maka pertukaran udara lebih terbatas (Sukendar et al. 2019).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Patty 2019) menghasilkan suhu yang berbeda-beda dari setiap jenis fermentor yang digunakan, (kotak kayu, keranjang plastik, dan tumpukan) suhu optimum didapatkan pada fermentasi di kotak kayu yaitu sebesar 42°C. Selain itu fermentasi menggunakan keranjang bambu juga banyak dilakukan seperti pada penelitian Hatmi et al. (2015), Pradnyawathi et al. (2019), Aryani et al. (2018), dan (Shahanas et al. 2021). Fermentasi kakao menggunakan keranjang bambu dengan 2

ukuran yang berbeda (70 x 20) cm dan (70 x 60) cm dengan lama fermentasi sama sama 4 hari namun menghasilkan suhu yang berbeda. Suhu yang dihasilkan berturut-turut ialah 40°C untuk keranjang bambu 1 dan 42°C untuk keranjang bambu 2 (Pradnyawathi et al. 2019). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Aryani et al. 2018) yaitu fermentasi menggunakan keranjang bambu dengan ukuran keranjang 40 x 16 cm dan berat biji basah 7,5 kg dan lama fermentasi 6 hari. Suhu yang dihasilkan pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Suhu yang didapatkan adalah 30°C. Hal ini dapat terjadi karena berat biji optimum yang tidak terpenuhi pada saat proses fermentasi (Pradnyawathi et al. 2019). Profil suhu dari berbagai jenis metode fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Profil suhu dan pH

	Spesifikasi	Jenis Biji	Lama fermentasi	Suhu	pH pulp	Sumber
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu Kapasitas 45kg	Forestero	7 hari	41°C	5,13	(Carmo-Brito et al. 2017)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu 0,8 x 0,8 x 0,8 m Kapasitas 50 kg		7 hari	45°C		(Fang et al. 2020)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu Kapasitas 15 kg		5hari	45°C		(Sabahannur and Nirwana 2017)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu 25,5 x 25,5 x 30,5 cm Kapasitas 10 kg	Lindak	5 hari	45°C	6,10	(Aryani et al. 2018)
Kotak Fermentasi	-		6 hari	42°C	6,98	(Patty 2019)
Kotak Fermentasi	-		-	-	5-6	(Langkong 2015)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu 40 x40 x40 cm		4 hari		5-6	(Laxiana and Sugiarto 2019)
Styrofoam	Kapasitas 60 kg		6 hari	44,6°C	5,13	(Sukendar et al. 2019)
Styrofoam	Kapasitas 40 kg		6 hari	43°C	5	(Sukendar et al. 2019)
Styrofoam	Kapasitas 20 kg		6 hari	42,66°C	4,97	(Sukendar et al. 2019)
Styrofoam	Kapasitas 40 kg		6 hari	47°C	4,5 - 4,8	(Septianti et al. 2020)
Keranjang Bambu	Keranjang bambu 70 x 20 cm		4 hari	40°C	6,39; 5,03	(Pradnyawathi et al. 2019)
Keranjang Bambu	Keranjang Bambu 70 x 60 cm		4 hari	42°C		(Pradnyawathi et al. 2019)
Keranjang Bambu	Kapasitas 7,5 kg 40 x 16 cm		6 hari	30°C		(Aryani et al. 2018)

Pengaruh Perbedaan Wadah Fermentasi Terhadap profil pH

pH menjadi tolak ukur dari tingkat keasaman biji kakao fermentasi (Sukendar et al. 2019). Keasaman yang terbentuk diakibatkan dari asam organik yang terbentuk akibat adanya suatu reaksi metabolisme di saat proses fermentasi berlangsung (Sukendar et al. 2019). Nilai pH pada biji kakao yang tidak difermentasi berkisar 6,6-7,0. pH yang baik untuk biji kakao fermentasi ialah yang mendekati >6 hal ini agar senyawa khas coklat dapat terbentuk secara intensif (Indarti et al. 2011; Aryani et al. 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Laxiana and Sugiarto (2019), Aryani et al. (2018), Patty (2019), do Carmo Brito et al. (2017), Melo et al. (2021), dan Langkong (2015), melakukan fermentasi dengan kotak kayu dengan kapasitas dan lama fermentasi yang berbeda sehingga menghasilkan nilai pH yang berbeda. Fermentasi yang dilakukan oleh (Langkong 2015) juga menggunakan kotak kayu yang menghasilkan pH pulp berkisar 5-6. Proses kenaikan pH terjadi dikarenakan asam asetat yang terbentuk. Hal ini sepemikiran dengan (Langkong 2015) yang menyatakan bahwa pH yang lebih dari 4 menandakan bahwa kondisi tersebut cocok untuk pertumbuhan dari bakteri asam asetat yang terdapat dalam substrat alkohol. Fermentasi serupa juga dilakukan oleh do Carmo Brito et al. (2017) dan menghasilkan pH pulp sebesar 5,13 dalam 7 hari fermentasi. Peningkatan pH disebabkan oleh gula yang didalam pulp dirombak menjadi etanol oleh mikroorganisme umum difermentasi yaitu ragi, sehingga enzim pektinolitik memecah pulpa dan meningkatkan ketersediaan dari oksigen sehingga terjadinya peningkatan pH. Peningkatan pH fermentasi juga dialami pada penelitian yang dilakukan oleh (Patty 2019) fermentasi menggunakan kotak dengan penambahan fermipan menghasilkan nilai pH pulp sebesar 6,98, sedangkan fermentasi yang dilakukan oleh (Aryani et al. 2018) menggunakan kotak kayu menghasilkan pH pulp 6,40, fermentasi dengan keranjang bambu menghasilkan pH pulp 6,10, dan fermentasi menggunakan plastik menghasilkan pH pulp 6,45. Fermentasi lainnya yang dilakukan oleh Laxiana and Sugiarto (2019) yaitu berkisar antara 5-6. Pada proses fermentasi ini terdapat perlakuan pemeraman sebelum proses fermentasi dilakukan. Pemeraman dapat dijadikan sebagai perlakuan yang dapat memberikan kesiapan pada mikroba

yang akan bekerja selama proses fermentasi berlangsung (Laxiana and Sugiarto, 2019).

Selain fermentasi menggunakan kotak, fermentasi dengan beberapa jenis wadah lainnya juga dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Fermentasi menggunakan styrofoam yang dilakukan oleh (Sukendar et al. 2019) dengan kapasitas berbeda yaitu 20 kg dengan pH 4,97, 40 kg dengan pH 5, dan 60 kg dengan pH 5,13. Fermentasi menggunakan styrofoam juga dilakukan oleh (Septianti et al. 2020) menghasilkan pH pulp 4,5-4,8 pH yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan fermentasi yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya. pH dalam fermentasi kakao diperlukan untuk pembentukan rendah dalam fermentasi kakao. Selama proses fermentasi proteolisis atau asam amino yang lebih kecil dikatalisis oleh endoprotease dan karboksipeptidase, menghasilkan asam amino dan oligopeptida (Biehl et al. 1982; Puziah et al. 1998a; Misnawi et al. 2002). Endoprotease aspartik dari biji kakao membelah substrat protein terutama pada residu asam amino hidrofobik, untuk menghasilkan oligopeptida yang memiliki residu asam amino hidrofobik pada ujung terminal karboksinya. Karboksipeptidase berperan penting dalam mengubah oligopeptida hidrofobik menjadi prekursor aroma spesifik kakao, yaitu oligopeptida hidrofilik dan asam amino bebas hidrofobik, yang diperlukan untuk pembentukan komponen aroma khas kakao dengan adanya gula pereduksi saat pemanggangan (Voigt et al. 1994; Misnawi et al. 2002). pH yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kerusakan aroma hal ini aroma kakao, dikarenakan mikroorganisme yang tumbuh dapat merusak asam amino (Pradnyawathi et al. 2019). Selain menggunakan kotak kayu dan styrofoam, fermentasi juga dilakukan menggunakan keranjang bambu dan nampan kayu. Penelitian yang dilakukan (Sukendar et al. 2019) menghasilkan pH pulp 6,39 dan 5,03, sedangkan fermentasi menggunakan nampan kayu yang dilakukan oleh Tikapunya (2021) menghasilkan pH sebesar 4,40 pada kedua nampan kayu di tingkat 1 dan tingkat 4. Namun, pada awal proses fermentasi nampan kayu pada tingkat 1 lebih cepat mengalami penurunan. Hal ini mengartikan pertumbuhan mikroorganisme lebih cepat terjadi pada nampan 1 (bagian atas) dibandingkan dengan nampan kayu 4 (bagian bawah) (Tikapunya, 2021). Perubahan pH selama proses fermentasi terjadi karena pulp dalam

keadaan segar umumnya memiliki kandungan gula dan pH tergolong rendah dikarenakan asam sitrat. Pada awal proses fermentasi biji kakao akan mengalami fase anaerobik yang dapat menjadi pertumbuhan khamir. Kemudian khamir mengubah pulp segar yang menjadi alkohol dan nantinya menghasilkan karbondioksida dan air. Keadaan ini membuat pulp terurai dan mengakibatkan sebagian besar dari asam sitrat berkurang dikarenakan mengalir dengan cairan fermentasi, hal ini mengakibatkan peningkatan suhu dan juga pH (Sukendar et al. 2019). Profil pH dari berbagai jenis metode fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1

Pengaruh Jenis Wadah Fermentasi Terhadap Kualitas Biji Kakao

Mutu biji kakao fermentasi dijelaskan pada SNI 2323-2008. Biji kakao fermentasi yang baik memiliki kadar air maksimal 7,5%. Biji kakao yang sudah difermentasi umumnya memiliki

banyak air (Sigalingging et al. 2020). Oleh karena itu perlu dilakukan pengeringan pada biji kakao untuk mendapatkan kadar air sesuai syarat mutu SNI 2323-2008 (Senna 2020). Fermentasi menggunakan kotak yang dilakukan oleh (Aryani et al. 2018) menghasilkan kadar air dengan rata-rata sebesar 9,4%. Hasil yang didapatkan cukup besar sehingga tidak memenuhi standar SNI yaitu maksimal 7,5%. Hal serupa juga terjadi pada fermentasi kotak kayu yang dilakukan oleh (Pradnyawathi et al. 2019) nilai kadar air dari fermentasi yang dihasilkan melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu sebesar 7,86%. Kemungkinan besarnya kadar air yang terjadi dikarenakan pengeringan yang kurang maksimal (Ariyanti 2017). Kadar air biji kakao yang melebihi batas maksimum yang ditetapkan yaitu 7,5% akan membuat biji kakao tersebut mudah terkena jamur sehingga akan membuat kualitas dari biji kakao menurun (Rachmatullah et al. 2021).

Tabel 2 Kadar air biji kakao fermentasi

Metode Fermentasi	Spesifikasi	Jenis Biji	Lama fermentasi	Kadar Air (%)	Sumber
Kotak Fermentasi	Ukuran 20x20 x20 cm	Kakao Sulawesi	6 hari	6,71%	(Sucipto and Handoko 2023)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu 40 x 40 x 40 cm		4 hari	5,70%	(Laxiana and Sugiarto 2019)
Kotak Fermentasi	Kotak Kayu		5 hari	4,00%	(Sigalingging et al. 2020)
Styrofoam	kapasitas 150 kg		5 – 6 hari	8,42%-8,64%	(Ariyanti et al. 2017)
Styrofoam	75 x 40 x 32 cm Kapasitas 40 kg	Forestero, Sulawesi 2	6 hari	6,33%-6,50 %	(Septianti et al. 2020)
Styrofoam	Kapasitas 7 kg	MCC 02	6 hari	6,45%	(Assa et al. 2019)
Keranjang Bambu	d= 70 cm t= 60 cm Kapasitas 80 kg		4 hari	6,11%	(Pradnyawathi et al. 2019)
Keranjang Bambu	Kapasitas 50 kg		4 hari	6,82%	(Pradnyawarhi et al. 2019)

Tabel 3 Kandungan fenolik dari varietas buah kakao

Kandungan	Criollo	Forastero	Trinitario
Fenol $\mu\text{g.kg}^{-1}$	57,63 $\pm$ 8,05	35,68 $\pm$ 23,90	67,15 $\pm$ 4,54

Tabel 4 Kadar total fenolik biji kakao fermentasi

Metode Fermentasi	Spesifikasi	Lama fermentasi	Total Fenolik Mg/g	Sumber
Kotak Fermentasi	Biji berasal dari Kroasia	-	15,21	(Mazor Jolić et al. 2011)
Kotak Fermentasi Kapasitas 45 kg	Biji Kakao Amazon	7 hari	53,26	(do Carmo Brito et al. 2017)
Kotak Fermentasi 40 kg	Biji Kakao Perkebunan Bahia	6 hari	42,34	(Melo et al. 2021)
Kotak Fermentasi	Biji Kakao Trinitario, Nikaragua	7 hari	30,00	(Suazo et al. 2014)

Berbeda dengan penelitian fermentasi kotak kayu yang dihasilkan oleh (Sucipto and Handoko 2023) menghasilkan nilai kadar air sesuai dengan SNI 2323-2008 yaitu sebesar 6,71%. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Laxiana and Sugiarto (2019) fermentasi yang dilakukan menggunakan kotak kecil dan kotak besar dan keduanya menghasilkan nilai kadar air yang sesuai dengan SNI yaitu 4,7% dan 5,70%. Fermentasi menggunakan kotak besar dan kotak kecil juga dilakukan oleh (Rachmatullah et al. 2021) dan menghasilkan kadar air sebesar 7%. Kadar air yang sesuai didapatkan apabila proses pengeringan berlangsung secara optimum. Kadar air dibawah batas maksimum diakibatkan pengeringan yang terlalu lama dan membuat biji kakao mudah pecah dan rapuh (Rachmatullah et al. 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Sigalingging et al. (2020) dan Sabahannur and Nirwana (2017) menghasilkan kadar air berkisar 4,00%- 5,67%. Selain menggunakan kotak kayu peneliti juga banyak yang melakukan fermentasi menggunakan wadah lain. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Ariyanti (2017) dan Septianti et al. (2020a) yang melakukan fermentasi menggunakan styrofoam. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian Septianti et al. (2020) ialah berkisar 6,33-6,50%, sedangkan pada penelitian Ariyanti (2017) terjadi lonjakan kadar air sebesar 8%. Menurunnya kadar air dipengaruhi oleh lama waktu fermentasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rachmatullah et al. (2021) bahwa fermentasi menyebabkan kadar air pada biji kakao menurun. Hal tersebut diakibatkan meningkatnya aktivitas mikroba dan enzim, sehingga menghasilkan panas yang menyebabkan pulp hancur yang mengakibatkan jaringan kompleks yang terdapat pada biji kakao terurai menghasilkan senyawa organik yang lebih

sederhana (Yulianti and Arda 2013). Pulp yang hancur pada biji kakao membuat pori-pori dari biji kakao terbuka sehingga air bebas yang ada dalam biji kakao keluar. Hal inilah yang membuat pengeringan menjadi lebih mudah. Air bebas yang keluar diakibatkan oleh sifat semipermeabilitas dinding sel yang rusak dikarenakan proses fermentasi yang menyebabkan kematian pada biji kakao (Ariyanti 2017).

Fermentasi menggunakan keranjang bambu menghasilkan kadar air berkisar 6,11%- 6,82% (Pradnyawathi et al. 2019), sedangkan fermentasi menggunakan karung menghasilkan nilai kadar air sebesar 6,86-7,74% (Hayati et.al. 2012). Kadar air yang bernilai besar juga dihasilkan oleh fermentasi yang dilakukan oleh (Sugiantari et al. 2022) dengan kadar air sebesar 9,5%. Kadar air dari masing-masing jenis wadah fermentasi dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Selain kadar air kualitas biji kakao juga dilihat dari kadar biji berjamur, berkecambah, dan berserangga. Biji kakao yang memiliki nilai kadar berjamur, berkecambah, dan berserangga yang kecil menandakan bahwa biji kakao fermentasi tersebut memiliki kualitas yang lebih baik. Biji kakao yang difermentasi terlalu lama akan menghasilkan biji kakao yang berjamur dan berkecambah, sedangkan fermentasi yang dilakukan terlalu singkat akan menghasilkan biji yang *slaty* (Ndukwu 2009). Biji kakao yang difermentasi secara *full fermented* akan menghasilkan biji kakao yang berwarna gelap pada luar biji dan kotiledon, serta terdapat pori-pori kecil dalam biji, sedangkan pada fermentasi *hald fermentation* biji kakao akan berwarna coklat namun tidak memiliki pori-pori dan fermentasi yang gagal akan menghasilkan biji yang berwarna ungu dan tidak memiliki pori-pori (Wahyudi et al 2013;

Adi et al. 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh Adi et al. (2019) biji kakao yang difermentasi menggunakan kotak menghasilkan biji *slaty* yang bernilai kecil dibandingkan dengan fermentasi menggunakan karung, sedangkan pada perlakuan lama fermentasi biji kakao selama 4 hari menghasilkan kadar biji *slaty* yang rendah.

Fermentasi menggunakan jenis wadah berbeda tidak mempengaruhi dari kadar berjamur, berserangga dan berkecambah pada biji kakao (Yulianti and Arda 2018). Fermentasi menggunakan kotak kayu dan karung plastik tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar jamur, biji berserangga, dan berkecambah pada biji kakao (Yulianti and Arda 2018). Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses fermentasi yang berjalan dengan baik serta proses pengeringan yang berlangsung dengan baik yang dilakukan pasca fermentasi berlangsung sehingga menekan pertumbuhan jamur pada biji kakao (Yulianti and Arda 2018).

Pengaruh metode fermentasi terhadap kandungan total fenol pada biji kakao terfermentasi

Biji kakao memiliki kandungan fenolik yang berbeda dibandingkan produk-produk turunannya seperti bubuk kakao atau coklat (Mazor Jolić et al. 2011). Varietas kakao mempengaruhi dari kandungan tersebut. Perbedaan kandungan dari total fenol dari berbagai varietas dapat dilihat dari Tabel 3.

Kandungan fenolik serta pengaruh penyangaian yang mempengaruhi stabilitas dari kandungan fenolik (Mazor Jolić et al. 2011). Senyawa fenolik yang terdapat pada biji mempunyai manfaat kesehatan seperti meminimalisir kardiovaskular, dan sebagai sumber antioksidan (Sari et al. 2023).

Penelitian yang dilakukan (Sari et al. 2023) menyajikan kadar total fenolik dari biji kakao di berbagai daerah Indonesia yang mana pada biji kakao Indonesia memiliki kadar fenolik yang tinggi berkisar 3202-7600 mg/g. Hal ini sejalan dengan (Dwijatmoko et al. 2018) yang melaporkan bahwa biji kakao yang ada di Indonesia memiliki kandungan fenolik yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan biji kakao di Indonesia memiliki rasa pahit yang kuat. Fermentasi perlu dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari biji kakao (Dwijatmoko et al. 2018). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Mazor Jolić et al. 2011) kadar

total fenolik yang dihasilkan ialah 15,21 mg/g. Proses pemanggangan pada biji kakao membuat terjadinya reaksi maillard. Hal ini menyebabkan perubahan terhadap kandungan fenolik, fenolik tidak stabil dalam keadaan panas atau suhu tinggi sehingga membuat kandungan fenolik menurun (Mazor Jolić et al. 2011).

Fermentasi yang dilakukan oleh (do Carmo Brito et al. 2017) menggunakan kotak kayu selama 7 hari menghasilkan nilai total fenolik sebesar 53, 26 mg/g. penelitian serupa dilakukan oleh (Melo et al. 2021) yang melakukan fermentasi dengan kotak kayu selama 6 hari dan menghasilkan kadar total fenolik 42,34 mg/g, sedangkan fermentasi yang dilakukan oleh (Suazo et al. 2014) fermentasi kotak selama 7 hari menghasilkan 30 mg/g dengan perlakuan *roasting* selama 60 menit dengan suhu 130°C. Kadar fenolik dipengaruhi dari varietas kakao, geografis usul, kematangan buah, dan proses pasca panen seperti dari proses fermentasi, pengeringan, pemanggangan ataupun penyimpanan dari biji kakao. Hasil kadar fenolik pada penelitian- penelitian terdahulu dapat dilihat dalam Tabel 4.

KESIMPULAN

Penggunaan jenis wadah fermentasi yang berbeda akan mempengaruhi profil suhu dan pH dan selama proses fermentasi berlangsung. Penggunaan kotak kayu sebagai wadah fermentasi menghasilkan suhu dan pH yang lebih baik dibandingkan dengan wadah lainnya seperti keranjang bambu, styrofoam dan metode lainnya. Perbedaan wadah fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap kualitas kadar bijir berjamur, berserangga, dan berkecambah. Kadar air biji kakao tidak berpengaruh terhadap perbedaan jenis wadah fermentasi namun berpengaruh pada lama proses fermentasinya. Perbedaan jenis wadah fermentasi tidak berpengaruh pada kadar total fenolik biji kakao fermentasi dikarenakan kadar total fenolik dipengaruhi oleh varietas buah kakao, letak geografis, tingkat kematangan dan proses pasca panen (fermentasi, pengeringan dan pemanggangan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Blockgrant Fakultas Pertanian - Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang atas hibah dan CoE Cokelat Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Y., Muzaifa, M., Widayat, H. P., and Martunis, M. 2022. Peningkatan Mutu Kakao Melalui Fermentasi Menggunakan Starter Kering Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Asam Asetat Indigenus Kakao Aceh. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(1), 84–95. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i1.10637>
- Adi, H.N. T. Tamrin., N. Asyik. 2019. Pengaruh Perbedaan Teknik dan Lama Fermentasi Biji Kakao Terhadap Mutu dan Aktivitas Antioksidan Biji Kakao. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 4(1): 1932-1943
- Apriyanto, M., and Rujiah, R. 2018. Penurunan total polifenol, etanol, asam laktat, asam asetat, dan asam amino selama fermentasi biji kakao asalan dengan penambahan inokulum. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 5(1). 1. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2017.5\(1\).1-8](https://doi.org/10.21927/ijnd.2017.5(1).1-8)
- Apriyanto, M. 2017. Perubahan pH , keasaman dan indeks fermentasi biji kakao Kakao Selama Fermentasi Hasil Biji Kakao (*Theobroma Cacao*). *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 6 (1). <https://doi.org/10.32520/jtp.v6i1.97>
- Ariyanti, M. 2017. Karakteristik mutu biji kakao (*Theobroma cacao* L) dengan perlakuan waktu fermentasi berdasar SNI 2323-2008. (Quality Characteristics Of CocoaBeans (*Theobroma cacao* L) With Time FermentationTreatment Based on ISO 2323-2008). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 12(1):34. <https://dx.doi.org/10.33104/jihp.v12i1.2757>
- Aryani, N. L. P. N. A., Luh Yulianti, N., and Arda, G. 2018. Karakteristik Biji Kakao Hasil Fermentasi Kapasitas Kecil dengan Jenis Wadah dan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Beta: Biosistem dan Teknik Pertanian*. 6(1). 17-24
- Assa, A., Rosniati, and Yunus, M. R. 2019. Effects of cocoa clones and fermentation times on physical and chemical characteristics of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012079>
- Baihaqi., Hayati, R., Yusya., Abubakar. 2016. Pengaruh Fasilitator Fermentasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Kualitas Biji Kakao. Effects of Various Fermentation Facilitators and Drying Temperature on the Quality of Cocoa Beans. In *J. Floratek* 11(2).
- Biehl, B., Wewetzer, C., and Passern, D. 1982. Vacoular (storage) proteins of cocoa seeds and their degradation during germination and fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 33, 1291–1304. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740331216>
- Cempaka, L., Aliwarga, L., Purwo, S., and Penia Kresnowati, M. T. A. 2014. Dynamics of cocoa bean pulp degradation during cocoa bean fermentation: Effects of yeast starter culture addition. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*. 46(1), 14–25. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2014.46.1.2>
- do Carmo Brito, B. de N., R. Campos Chisté, R. da Silva Pena, M. B. Abreu Gloria, and A. Santos Lopes. 2017. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry* 228:484–490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.004>
- Fang, Y., Li, R., Chu, Z., Zhu, K., Gu, F., and Zhang, Y. 2020. Chemical and flavor profile changes of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) during primary fermentation. *Food Science and Nutrition*, 8(8), 4121–4133. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1701>
- Fitriyana, N. S., Suwasono, S., and Joni Kusnadi. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Indigenus dari Fermentasi Alami Biji Kakao Sebagai Kandidat Agen Antikapang. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 9(1).
- Hartuti, S., Nursigit Bintoro, Joko Nugroho Wahyu Karyadi, and Yudi Pranoto. 2020. Pengaruh Waktu Pemeraman Aerasi dan Suhu Fermentor Terhadap Kualitas Biji Kakao. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14(2). 295–308.
- Hatmi, R. U., Kobarsih, M., and Cahyaningrum, N. 2015. Fungi Level Analysis of Cocoa Beans Based on Fermentation Box Type and Duration. *Procedia Food Science*, 3, 371–382.

- <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.041>
- Hayati, Rita. Yusmanizar. Mustafri. , H. F. 2012. Kajian Fermentasi dan Suhu Pengeringan Pada Mutu Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2).
- Hendarto, H. (2023). Model Fermentasi Kakao secara Alami Menggunakan Daun Pisang Batu (*Musa balbisiana*) untuk Menghasilkan Biji Kakao Bermutu. *Journal of Laboratory ISSN* 6(1).
- Indarti, E., H. P. Widayat, and N. Zuhri. 2011. Effect of fermentation container and thickness of bean mass during fermentation process of cocoa bean (*Theobroma cacao* L.). Pages 64–69 Proceedings of The Annual International Conference Syiah Kuala University. Banda Aceh.
- Dwijatmoko, M. I, Nurtama, B., and Dewi Yuliana, N. (2018). Characterization of Polyphenols from Various Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Clones During Fermentation. *Edition Pelita Perkebunan*, 34(2), 104–112.
- Langkong, J. 2015. Physicochemical characteristics of fermentation cocoa bean preparing by farmer and researcher in West Sulawesi Province, Indonesia. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(5):491–498.
- Laxiana. Irma, and R. Sugiarto. 2019. Fermentasi biji kakao rakyat menggunakan kotak modifikasidengan variasi lama pemeraman buah. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan* 3(2). <https://doi.org/10.333061/jtipari.v3i2.2699>
- Lembong, E., Hanidah, I.-I., Indah, D., and Sari, P. 2022. Isolasi Mikroorganisme Heterofermentatif Pada Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Selama Fermentasi Spontan. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*. 9(1).
- Lima, Li. J. R., Almeida, M. H., Rob Nout, M. J., and Zwietering, M. H. 2011. *Theobroma cacao* L., “the food of the gods”: Quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of fermentation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(8), 731–761. <https://doi.org/10.1080/10408391003799913>
- Marwati, T., Purwaningsih, Djaafar, T. F., Sari, A. B. T., and Hernani. 2021. Inhibition the growth of fungi and improving the quality of cocoa beans through fermentation using lactic acid bacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022048>
- Mazor Jolić, S., I. Radojčić Redovniković, K. Marković, Đ. Ivanec Šipušić, and K. Delonga. 2011. Changes of phenolic compounds and antioxidant capacity in cocoa beans processing. *International Journal of Food Science & Technology* 46(9):1793–1800. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02670.x>
- Melo, T. S., Pires, T. C., Engelmann, J. V. P., Monteiro, A. L. O., Maciel, L. F., and Bispo, E. da S. 2021. Evaluation of the content of bioactive compounds in cocoa beans during the fermentation process. *Journal of Food Science and Technology*. 58(5): 1947–1957. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04706-w>
- Misnawi, SJ, Nazamid, S., and Jamilah, B. 2002. Aktivasi enzim kunci yang tersisa dalam biji kakao kering yang kurang difermentasi dan pengaruhnya terhadap pembentukan prekursor aroma. *Kimia Pangan*. 78 (4): 407-417. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00120-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00120-6)
- Ndukwu, M. . 2009. Effect of Drying and Drying Air Velocity on the Drying Rate and Drying Constant of Cocoa Bean. *Agricultural Engineering International: The CIGR*. 1091 (23) : 11-25.
- Patty, A. (2019). Analisis Sifat Fisik Biji Kakai Pada Berbagai Metode Fermentasi dan Konsentrasi Fermipan. *Jurnal Hutan Pulau-Pullau Kecil*. 3(1): 13–24. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2019.3.1.13>
- Pradnyawathi, N.L.M., Wijaya, I.K.A., Stutedja, I.N., and Astiningsih, A. A. M. 2019. Kajian Beberapa Cara Fermentasi yang Dilakukan oleh Petani terhadap Mutu Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*. 8(2): 189. <https://doi.org/10.24843/ajoas.2018.v08.i02.p10>
- Puziah, H., Jinap, S., Sharifah, K. S. M., and Asbi, A. 1998a. Changes in free amino acids, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation.

- Journal of the Science of Food and Agriculture*. 78, 535–542. <https://doi.org/10.1002/%28SICI%291097-0010%28199812%2978%3A4%3C535%3A%3AAID-JSFA151%3E3.0.CO%3B2-6>
- Rachmatullah, D., Desiana Nuriza Putri, Fikti Herianto, and Noor Harini. 2021. Karakteristik Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Fermentasi Dengan Ukuran Wadah Berbeda. *Journal Viabel Pertanian*. 15(1):32–44. <https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1409>
- Sabahannur, S., and N. Nirwana. 2017. Kajian pengaruh berat biji kakao perkotak dan waktu pengadukan terhadap keberhasilan proses fermentasi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA* 8(2).
- Sari, A. B. T., Fahrurrozi, T. Marwati, T. F. Djaafar, R. U. Hatmi, Purwaningsih, Y. P. Wanita, P. Lisdiyanti, U. Perwitasari, A. B. Juanssilfero, and E. S. Rahayu. 2023. Chemical Composition and Sensory Profiles of Fermented Cocoa Beans Obtained from Various Regions of Indonesia. *International Journal of Food Science* 2023:1–13. <https://doi.org/10.1155/2023/5639081>
- Schwan, R., G. Pereira, and G. H. . Fleet. 2014. Microbial activities during cocoa fermentation. Pages 129–192 *Cocoa and Coffee Fermentations*.
- Senna, A. B. 2020. Pengolahan Pascapanen pada Tanaman Kakao untuk Meningkatkan Mutu Biji Kakao : Review. *Jurnal Triton*. 11(2): 51–57. <https://doi.org/10.47687/jt.v11i2.111>
- Septianti, E., Salengke, Langkong, J., Sukendar, N. K., and Hanifa, A. P. 2020. Characteristic Quality of Pinrang's Cocoa Beans During Fermentation Used Styrofoam Containers. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*. 3(1): 10–25. <https://doi.org/10.20956/canrea.v3i1.235>
- Suazo, Y., Davidov-Pardo, G., and Arozarena, I. 2014. Effect of Fermentation and Roasting on the Phenolic Concentration and Antioxidant Activity of Cocoa from Nicaragua. *Journal of Food Quality*. 37(1): 50–56. <https://doi.org/10.1111/jfq.12070>
- Sucipto, C. W. V., and Handoko, Y. A. 2023. Analisis Perbandingan Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Berbagai Wadah Fermentasi Menggunakan Kultur Campur. *Teknotan*. 16(3): 182. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n3.8>
- Sugiantari, W., Chandra Wibawa, A. A., and Pramitha, D. A. I. 2022. Analisis Kadar Lemak dan Kadar Air pada Simplisia Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Desa Gumbrih, Kecamatan Pakutatan, Kabupaten Jembrana. *Usadha*. 2(4): 14–19. <https://doi.org/10.36733/usadha.v2i4.7251>
- Sukendar, N. K., Tawali, A. B., Salengke, Syarifuddin, A., Mochtar, A. H., and Fakhruddin, A. 2019. Changes in Physical-Chemical Properties During The Fresh Cocoa Fermentation Process. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*. 2(2): 98–105. <https://doi.org/10.20956/canrea.v2i2.214>
- Shahanas, E., S. T. Panjikkaran, C. L. Sharon, E. R. Aneena, and P. S. Lakshmy. 2021. Free Fatty Acid Content Levels Decide the Fermentation Strategy for Cocoa Beanse. *Journal of Food Processing & Technology* 12(9):1–5.
- Tikapunya, T. 2021. Changes in physico-chemical and microbiological properties in thai cocoa bean fermentation. *Walailak Journal of Science and Technology*. 18(14). <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.21443>
- Voigt, J., Voigt, G., Heinrichs, H., Wrann, D., and Biehl, B. 1994. Invitro studies on the proteolytic formation of the characteristic aroma precursors of fermented cocoa seed: the significance of endoprotease specificity. *Food Chemistry*. 51: 7–14. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90040-X)
- Wahyudi, T., T. R. Panggabean, and P. Pujiyanto. 2013. *Kakao : Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Yulianti, N. L., and G. Arda. 2018. Studi Kombinasi Lama Fermentasi, Jenis Wadah dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Kakao Kering. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno* 3(1):304. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2018.v03.i01.p07>