

VOLUME 14, NOMOR 2 AGUSTUS 2020

**ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410**

AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published twice a year in March and August. Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

Editor In Chief

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Editorial Board

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Managing Editor

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Assistant Editor

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Alamat Redaksi

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: Agrointek@trunojoyo.ac.id



PENGARUH WAKTU PEMERAMAN, AERASI DAN SUHU FERMENTOR TERHADAP KUALITAS BIJI KAKAO

Sri Hartuti^{1*}, Nursigit Bintoro², Joko Nugroho Wahyu Karyadi², Yudi Pranoto³

¹Department of Agricultural Engineering, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Department of Agricultural and Biosystem Engineering, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

³Department of Food and Agricultural Product Technology, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Riwayat artikel

Diterima:

6 Januari 2020

Diperbaiki:

18 Februari 2020

Disetujui:

31 Maret 2020

Keywords

aeration,; cocoa pod ripening,; fermentation index,; cocoa postharvest,; quality of cocoa beans

ABSTRACT

Good postharvest handling must be done to get high-quality cocoa beans. This study aims to determine the effect and relationship of cocoa pod ripening time, aeration and fermentor temperature during fermentation on the pH and fermentation index, and to know the value of other quality parameters of cocoa beans, such as water content, ash content, protein content, fat content, carbohydrate content, color chroma, and hue. The results of the RSM analysis also showed that the cacao pod ripening time, aeration rate and fermenter temperature had different effects on the fermentation index and pH of the cocoa beans produced, which was indicated by the R^2 value for each parameter, 74.7% for the index fermentation and 56.5% for the pH of the cocoa beans. Based on the fermentation index value and the pH of the cocoa beans obtained, it was found that the ripening of the cocoa pods, aeration and the temperature of the fermentor provided were able to produce good quality fermented cocoa beans. The quality values of cocoa beans obtained include: fermentation index ≥ 1 , pH of cocoa beans from 4.97 to 6.31, moisture content of 6.5 - 7.8%, ash content of 3.21 - 4.12%, chroma color value 16.50 - 25.28, hue color values 30.01 - 51.73, fat content 20.91 - 47.19%, protein content 10.45 - 16.47% and carbohydrate content 29.81-57.70 %.

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis korespondensi

Email : sri.hartuti@unsyiah.ac.id

DOI

PENDAHULUAN

Pascapanen biji kakao merupakan serangkaian penanganan buah kakao setelah panen hingga dihasilkan biji kakao kering yang siap diolah menjadi berbagai produk. Tahapan proses penanganan pascapanen biji kakao umumnya terdiri atas; pemeraman buah kakao, fermentasi, pengeringan, sortasi dan penggudangan. Pemeraman buah kakao biasanya dilakukan pada tempat terbuka yang bersih dan bebas hama, baik di kebun ataupun di tempat lainnya. Pemeraman buah kakao umumnya dilakukan dengan cara meletakkan dan menumpuk buah kakao pada ruang terbuka selama 5–12 hari, tergantung kondisi kematangan buah dan lingkungan (Puslitbang Perkebunan, 2010; Permentan No. 51, 2012). Pemeraman buah kakao tidak dianjurkan pada buah yang terlalu masak, rusak, buah yang terserang hama dan penyakit. Hal ini dapat mengakibatkan buah kakao berjamur. Meskipun demikian, buah kakao yang berjamur masih bisa menghasilkan biji kakao yang baik, asalkan jamur dan kerusakan yang diakibatkan tidak sampai masuk ke bagian dalam polong buah dan merusak biji kakao (SCCP-Swisscontact, 2013). Pemeraman atau penyimpanan buah kakao sebelum proses fermentasi dapat mengurangi jumlah pulp kakao, mengurangi kandungan kadar air (Hartuti et al., 2019b), dan dapat meningkatkan aerasi mikro di dalam pulp, serta memberikan banyak keuntungan pada proses fermentasi (Nazaruddin, et al., 2006). Selain itu, kematangan buah kakao menjadi lebih seragam sehingga dapat menghasilkan mutu biji kakao yang baik dengan waktu fermentasi yang lebih singkat (Pato, et al, 2003; Afoakwa et al., 2012). Di Papua Nugini, pemeraman buah kakao selama 3-4 hari telah dianjurkan secara luas, karena dipertimbangkan membawa keuntungan pada proses fermentasi (SCCP-Swisscontact, 2013).

Proses fermentasi biji kakao bertujuan untuk membentuk citarasa khas cokelat, merubah warna kepng biji kakao dari ungu menjadi coklat dan berongga, serta mengurangi rasa pahit dan sepat sehingga menghasilkan biji kakao dengan aroma dan citarasa yang berkualitas tinggi (Puslitbang-Perkebunan, 2010; Permentan_No.51, 2012; Afoakwa, 2014; Kadow et al., 2015; Menezes et al., 2016). Fermentasi biji kakao juga dianggap sangat penting karena dapat meningkatkan perubahan biokimia dan konsentrasi prekursor rasa dalam biji kakao (Kadow et al., 2013; Afoakwa et al., 2013; Krämer et al., 2015). Sehingga berbagai penelitian tentang proses fermentasi terhadap berbagai parameter kualitas biji kakao terus dilakukan oleh berbagai kalangan.

Keberhasilan proses fermentasi biji kakao umumnya sangat dipengaruhi oleh alat fermentasi dan jumlah kakao yang difermentasi, serta berbagai faktor lainnya, seperti: perubahan suhu udara, pengadukan atau pembalikan biji kakao untuk menciptakan aerasi selama fermentasi. Peningkatan suhu udara fermentasi akan terjadi secara optimal apabila kebutuhan udara aerasi selama proses fermentasi terpenuhi dengan baik (Hartuti et al., 2018). Diketahui bahwa selama proses fermentasi umumnya terjadi perubahan suhu antara 25-52°C (Kadow, et al., 2015). Pada awal fermentasi terjadi perubahan suhu antara 25-45°C, dan terus meningkat hingga mencapai 45°C-55°C dihari ketiga fermentasi (Mulato, et al., 2005; Davit, et al., 2013). Namun, pada prakteknya perubahan suhu udara fermentasi cenderung terjadi lebih rendah, bahkan tidak jarang < 45°C. Sehingga biji kakao yang dihasilkan menjadi tidak terfermentasi secara baik.

Menurut (Apriyanto et al., 2016) karakteristik biji kakao fermentasi dapat ditentukan dengan mengukur perubahan pH, keasaman dan indeks fermentasi biji

kakao selama proses fermentasi. Biji kakao dianggap terfermentasi dengan baik, apabila memiliki nilai indeks fermentasi lebih dari satu (Misnawi, 2008). Pada analisis *cut test*, biji kakao dipotong diagonal dan warna biji kakao dinilai secara kasat mata. Biji kakao dengan warna setengah ungu atau lebih ungu (abu kebiru-biruan) diklasifikasikan sebagai fermentasi biji yang kurang baik (SIRIM, 1995 *di dalam* Misnawi, 2008). Afoakwa, et al. (2013) menyebutkan bahwa peningkatan waktu pemeraman buah kakao menyebabkan terjadinya peningkatan pH biji kakao pada akhir fermentasi. Nilai pH biji kakao pada kisaran 5.2 – 5.5 dianggap memiliki mutu yang baik (Apriyanto, 2016). Biji kakao dengan pH 5.0-5.5 menghasilkan aroma potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan pH 4.0-4.5 yang memberikan aroma yang lebih rendah (Wahyuni, et al., 2018). Selain indeks fermentasi dan pH biji kakao, beberapa parameter kualitas lainnya juga penting diketahui, antara lain; persentase kadar air, kadar abu, nilai warna keping biji kakao, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat. Secara umum tingkat fermentasi berpengaruh nyata terhadap kualitas biji kakao. Waktu fermentasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan lemak biji kakao kering (Towaha, et al., 2012). Yuniar, et al. (2018) juga menyebutkan bahwa metabolisme antara karbohidrat, protein dan lemak memiliki hubungan yang sangat erat, sehingga ketiganya memiliki nilai yang saling terkait.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hubungan dan interaksi waktu pemeraman buah kakao, serta aerasi udara dan suhu udara fermentor selama fermentasi terhadap pH dan indeks fermentasi biji kakao. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai parameter kualitas biji kakao lainnya, seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, nilai

warna chroma, dan hue biji kakao kering yang dihasilkan.

METODE

Alat dan Bahan

Bahan penelitian yang digunakan terdiri atas bahan baku dan bahan analisis. Bahan baku yang digunakan adalah buah kakao siap panen, yang diperoleh dari perkebunan rakyat Kabupaten Sleman, Yogyakarta, Indonesia. Bahan analisis yang digunakan antara lain: akuades, metanol, HCl, kertas saring dan bahan-bahan lainnya yang digunakan untuk analisis lemak, protein, dan warna. Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat fermentor *packed bed*, pengering kabinet, pH meter, *spectrophotometer* LW Scientific model UV-200-RS, blender, timbangan analitik, oven, pisau, tanur, *color meter* LM 135A, serangkaian peralatan uji kadar lemak, serangkaian peralatan uji kadar protein dan beberapa alat pendukung lainnya.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh gabungan dan interaksi tiga faktor perlakuan (waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi, suhu fermentor) terhadap pH dan indeks fermentasi biji kakao kering terfermentasi, serta mengetahui nilai beberapa parameter kualitas lainnya. Pemeraman buah kakao dilakukan pada sampel kakao setelah dipanen, dengan variasi waktu pemeraman selama 1, 5, dan 9 hari. Pemeraman buah kakao dilakukan dengan cara menumpuk buah kakao di dalam sebuah ruangan pada suhu udara 28-31°C sesuai waktu yang telah ditentukan. Selanjutnya, buah kakao dibelah dan biji kakao dipisahkan dari kulit, biji rusak, plasenta serta kotoran lainnya. Fermentasi biji kakao dilakukan menggunakan fermentor *packed bed* sebagaimana yang dilakukan oleh (Hartuti, et al., 2018). Mula-mula 1 kg sampel biji kakao dimasukkan ke dalam tabung

reaktor, kemudian tabung reaktor ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam ruang fermentor, tanpa perlakuan apapun selama 24 jam. Kemudian pada jam ke-25 atau pada hari kedua fermentasi, udara aerasi diberikan dengan variasi laju udara aerasi sebesar 0.2; 0.3; 0.4 liter/menit, selanjutnya variasi suhu udara fermentor diberikan sebesar 40; 50; 60 °C sampai 5 hari proses fermentasi. Biji kakao yang telah difermentasi, kemudian dikeringkan selama 23-25 jam menggunakan pengering kabinet pada suhu 50 °C, hingga diperoleh biji kakao dengan kadar air sebesar 7-7,5%.

Penentuan Nilai Parameter Kualitas Fermentasi Biji Kakao

Analisis kualitas biji kakao dilakukan setelah proses fermentasi dan pengeringan selesai dilakukan. Penentuan kadar air dan pH biji kakao dilakukan sesuai dengan metode yang dijelaskan dalam SNI Biji Kakao 2323:2008 (BSN, 2008), kadar abu ditentukan dengan metode yang dilakukan oleh (Hartuti, et al, 2019b). Indeks fermentasi ditentukan berdasarkan metode yang dijelaskan oleh Gourieva dan Tsernetivinov (1979) di dalam Afoakwa, et al. (2012); Hartuti, et al. (2017). Analisis nilai warna ditentukan berdasarkan metode yang dijelaskan oleh Hartuti (2019a). Kadar lemak dianalisis menggunakan metode soxlet, dan kadar protein dengan metode Kjeldahl, dan persentase protein dihitung dengan mengalikan persen nitrogen dengan faktor konversi 6,25 sesuai SNI-01-2891 1992 (BSN, 1992 *di dalam* Silfia, et al. 2017). Persentase karbohidrat diketahui berdasarkan jumlah persentase keseluruhan (100%) dikurangi

dengan jumlah persentase kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein

Analisis Data

Penelitian ini dilakukan sebanyak 20 perlakuan yang disusun menggunakan desain eksperimen berdasarkan metode respon permukaan (response surface methodology/ RSM), dengan tiga faktor perlakuan, yaitu waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi, dan suhu udara fermentor terhadap pH dan indeks fermentasi biji kakao kering yang dihasilkan. Batasan, simbol, level variasi dan kode perlakuan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab 14. Hasil analisis data menggunakan RSM akan menghasilkan persamaan matematika dengan model polinomial orde kedua sebagaimana diperlihatkan pada Persamaan 1 (Bezerra, et al., 2008; Hartuti et al. 2018). Selanjutnya analisis varian, analisis plot kontur dan plot *surface* juga dilakukan untuk mengetahui secara detail pengaruh dan hubungan, serta interaksi masing-masing faktor perlakuan berupa waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi, dan suhu udara fermentor (X_1 , X_2 , dan X_3) terhadap respon perlakuan yaitu indeks fermentasi dan pH biji kakao (Y_1 dan Y_2). Selanjutnya analisis beberapa parameter kualitas fermentasi biji kakao lainnya dilakukan dengan membandingkan nilai hasil penelitian dengan beberapa hasil-hasil penelitian terdahulu dari berbagai sumber literatur.

Tabel 1 Batasan dan level variasi faktor perlakuan

Variabel (X)	Batasan dan Level		
	-1	0	+1
Waktu pemeraman, X_1 (hari),	1	5	9
Laju udara aerasi, X_2 (L/ menit)	0.2	0.3	0.4
Suhu udara fermentor, X_3 (°C)	40	50	60

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: Y adalah nilai respon dari perlakuan terhadap indeks fermentasi (Y₁), dan pH biji kakao kering (Y₂), β₀, adalah intersep/konstanta, β₁, β₂, β₃ merupakan koefisien linier, β₁₁, β₂₂, β₃₃ adalah koefisien kuadratik, β₁₂, β₂₃, β₁₃ adalah koefisien interaksi perlakuan. X₁ adalah waktu pemeraman (hari) X₂ adalah laju aerasi (liter/menit), X₃ adalah suhu fermentor (°C).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa waktu pemeraman buah kakao, serta laju aerasi dan suhu udara ruang fermentor mempunyai pengaruh terhadap indeks fermentasi dan pH biji kakao yang dihasilkan. Indeks fermentasi biji kakao pada semua perlakuan memiliki nilai ≥1, nilai tersebut menunjukkan bahwa biji kakao yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan sudah cukup baik kualitasnya. Nilai indeks fermentasi biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 2.09, dengan kondisi perlakuan waktu pemeraman buah kakao selama 9 hari, laju udara aerasi 0.4 liter/menit, dan suhu udara fermentor 60°C. Selanjutnya nilai indeks fermentasi terendah diperoleh sebesar 1.07 yang diperoleh pada perlakuan waktu pemeraman buah kakao selama 1 hari, laju udara aerasi sebesar 0.2 liter/menit, dan suhu udara fermentor sebesar 40°C. Sementara itu, pH biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 6.31, dengan waktu pemeraman buah kakao 9 hari, laju aerasi udara sebesar 0.2 liter/menit, dan suhu udara fermentor sebesar 40°C, sedangkan nilai pH biji kakao terendah diperoleh sebesar 4.97 dengan kondisi perlakuan waktu pemeraman selama 5 hari,

laju udara aerasi sebesar 0.3 liter/menit dan suhu udara fermentor 50°C.

Hubungan dan interaksi indeks fermentasi biji kakao terhadap lama pemeraman, laju aerasi dan suhu fermentor

Analisis data menggunakan RSM menunjukkan bahwa setiap faktor perlakuan (X) memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap indeks fermentasi biji kakao (Y₁) sebagaimana ditunjukkan oleh nilai koefisien regresi dan nilai R² yang tertera pada Tabel 3. Pengaruh waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi dan suhu udara fermentor terhadap indeks fermentasi biji kakao kering yang dihasilkan, dapat diketahui dari besarnya nilai R² model yang dihasilkan yaitu 74.7%. Hal ini berarti bahwa faktor perlakuan (waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi dan suhu fermentor) memberikan pengaruh sebesar 74.7% terhadap model, dan diperoleh persamaan matematika sebagai berikut:

$$Y_1 = -1.342 - 0.128X_1 - 9.517X_2 + 0.146X_3 + 0.006X_1^2 + 0.284X_1 X_2 - 0.001X_1 X_3 + 6.545X_2^2 + 0.099X_2 X_3 - 0.001X_3^2 \dots \dots \dots (2)$$

Selanjutnya, analisis plot kontur dan plot *surface* dilakukan untuk mengetahui hubungan dan interaksi faktor perlakuan terhadap indek fermentasi biji kakao. Gambar 1 menunjukkan hubungan indeks fermentasi terhadap variasi waktu pemeraman buah kakao dan laju udara aerasi pada kondisi suhu fermentor sebesar 50°C. Nilai indeks fermentasi tertinggi diperoleh sebesar 2.276, pada waktu pemeraman 9 hari, laju aerasi 0.4 liter/menit dan suhu udara fermentasi 50°C, sedangkan nilai indeks fermentasi terendah diprediksi sebesar 1.58, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 1 hari, laju aerasi 0.3-0.35 liter/menit dan suhu udara fermentor 50°C. Selanjutnya Gambar 2 menunjukkan hubungan indeks fermentasi

terhadap variasi waktu pemeraman buah kakao dan variasi suhu fermentor pada kondisi laju udara aerasi sebesar 0.3 liter/menit. Nilai indeks fermentasi tertinggi diperoleh sebesar 2.26, pada waktu pemeraman 9 hari, dan suhu udara fermentasi 60°C dan laju aerasi 0.3 liter/menit, sedangkan nilai indeks fermentasi terendah diprediksi sebesar 1.12, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 1 hari dan suhu udara fermentor 60°C serta laju aerasi 0.3

liter/menit. Sementara itu, pada Gambar 3 diperlihatkan bahwa nilai indeks fermentasi tertinggi sebesar 2.15, diperoleh pada suhu udara fermentor 60°C, laju aerasi 0.4 liter/menit, dan lama waktu pemeraman buah kakao 5 hari. Nilai indeks fermentasi terendah sebesar 1.21, dengan suhu udara fermentor 40°C, laju aerasi 0.3 liter/menit, dan waktu pemeraman buah kakao selama 5 hari.

Tabel 2. Data hasil penelitian

Run order	Std Order	Batasan dan level faktor perlakuan (X)			Respon perlakuan (Y)	
		Waktu pemeraman buah kakao, hari (X ₁)	Laju aerasi, liter/menit (X ₂)	Suhu fermentor, °C (X ₃)	Indeks fermentasi (Y ₁)	pH (Y ₂)
1	14	5 (0)	0.3 (0)	60 (1)	1.68	5.75
2	20	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	1.72	5.08
3	12	5 (0)	0.4 (1)	50 (0)	1.42	5.89
4	8	9 (1)	0.4 (1)	60 (1)	2.91	5.64
5	18	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	1.62	5.51
6	1	1 (-1)	0.2 (-1)	40 (-1)	1.07	5.40
7	3	1 (-1)	0.4 (1)	40 (-1)	1.21	5.41
8	13	5 (0)	0.3 (0)	40 (-1)	1.24	5.28
9	2	9 (1)	0.2 (-1)	40 (-1)	1.53	6.31
10	15	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	1.80	4.97
11	5	1 (-1)	0.2 (-1)	60 (1)	1.83	5.07
12	7	1 (-1)	0.4 (1)	60 (1)	1.87	5.84
13	19	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	2.09	5.68
14	11	5 (0)	0.2 (-1)	50 (0)	1.92	5.80
15	16	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	1.67	5.46
16	10	9 (1)	0.3 (0)	50 (0)	1.81	6.10
17	9	1 (-1)	0.3 (0)	50 (0)	1.59	6.07
18	17	5 (0)	0.3 (0)	50 (0)	1.73	5.08
19	6	9 (1)	0.2 (-1)	60 (1)	1.92	5.97
20	4	9 (1)	0.4 (1)	40 (-1)	1.63	5.29

Hasil analisis plot kontur dan plot *surface* (Gambar 1 s.d. Gambar 3) diketahui bahwa nilai indeks fermentasi tertinggi diperoleh sebesar 2.28, pada waktu pemeraman 9 hari, laju aerasi 0.4 liter/menit dan suhu udara fermentasi 50°C, sedangkan nilai indeks fermentasi terendah diprediksi sebesar 1.12, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 1 hari dan

suhu udara fermentor 60°C serta laju aerasi 0.3 liter/menit. Hasil analisis RSM juga menunjukkan bahwa hanya faktor perlakuan waktu pemeraman dalam penelitian memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai indeks fermentasi biji kakao, sedangkan laju udara aerasi dan suhu udara fermentor tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai indeks fermentasi biji kakao.

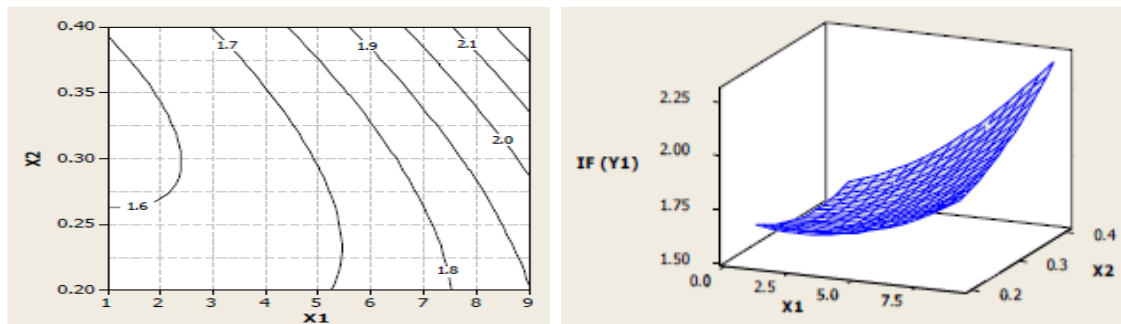
Afoakwa, et al., (2012) juga menyebutkan bahwa pemeraman dan fermentasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap indeks fermentasi. Pengaruh laju aerasi yang tidak signifikan terhadap indeks fermentasi menunjukkan bahwa pemberian udara aerasi sebesar 0.2-0.4

liter/menit dengan suhu fermentor 40-60°C sudah mencukupi untuk mendapatkan nilai indeks fermentasi yang baik. Sebagaimana diketahui bahwa nilai indeks fermentasi biji kakao yang diperoleh pada penelitian ini ≥ 1 .

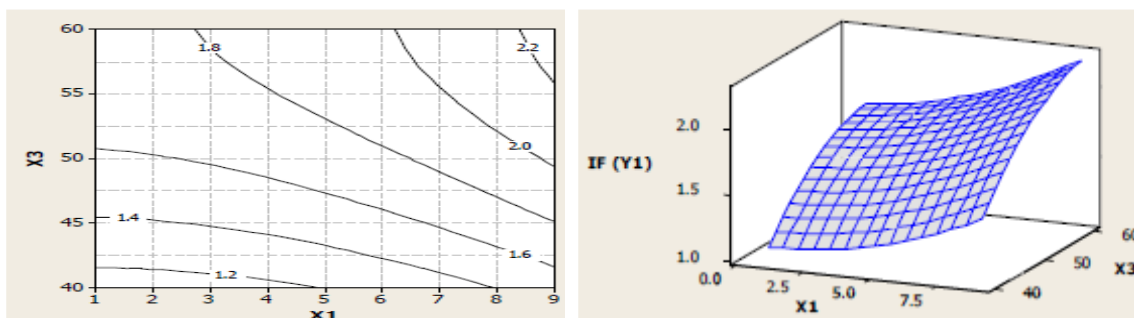
Tabel 3 Analisis varian untuk indeks fermentasi (IF) biji kakao

Source	DF	Seq SS	Adj MS	P
Regression	9	2.0614	0.2290	0.039
Linear	3	1.8027	0.6009	0.004
Square	3	0.0694	0.0231	0.803
Interaction	3	0.1893	0.0631	0.473
Residual Error	10	0.6980	0.0698	
Lack-of-Fit	5	0.5582	0.1116	0.078
Pure Error	5	0.1399	0.0280	
Total	19	2.7594		

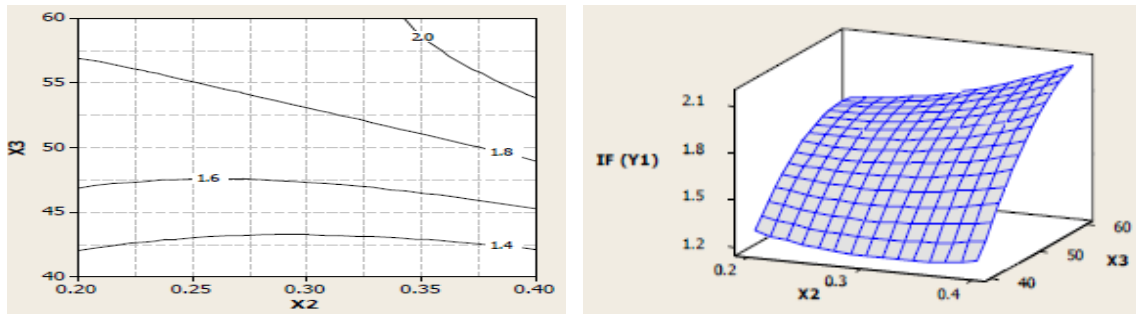
R-Sq = 74.7%



Gambar 1. Plot kontur dan plot *surface* hubungan indeks fermentasi biji kakao kering fermentasi (Y₁) terhadap variasi waktu pemeraman (X₁) dan variasi laju aerasi (X₂) pada suhu udara fermentor (X₃) sebesar 50°C



Gambar 2. Plot kontur dan plot *surface* hubungan indeks fermentasi biji kakao kering fermentasi (Y₁) terhadap variasi waktu pemeraman (X₁) dan variasi suhu udara fermentor (X₃) pada laju aerasi (X₂) sebesar 0.3 liter/menit



Gambar 3. Plot kontur dan plot surface hubungan indeks fermentasi biji kakao kering fermentasi (Y₁) terhadap variasi suhu udara fermentor (X₃) dan variasi laju aerasi (X₂) pada waktu pemeraman (X₁) selama 5 hari

Hubungan dan interaksi pH biji kakao terhadap lama pemeraman, laju aerasi dan suhu fermentor

Tabel 4. menunjukkan bahwa pH biji kakao kering fermentasi memiliki nilai R² sebesar 56.5%, yang berarti bahwa waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi, dan suhu fermentor hanya memiliki pengaruh sebesar 56.5% terhadap model yang terbentuk. Berdasarkan analisis varian yang diperlihatkan pada Tabel 4 juga diketahui bahwa P_{value} regresi = 0.287 lebih besar dari derajat signifikansi α = 0.05 (α = 5%). Hal ini berarti faktor perlakuan penelitian yaitu waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi, dan suhu fermentor tidak memberikan pengaruh yang signifikan dalam model, baik untuk model linier, model kuadrat, maupun interaksi masing-masing faktor perlakuan terhadap pH biji kakao kering hasil fermentasi, dengan perolehan persamaan model matematika sebagai berikut:

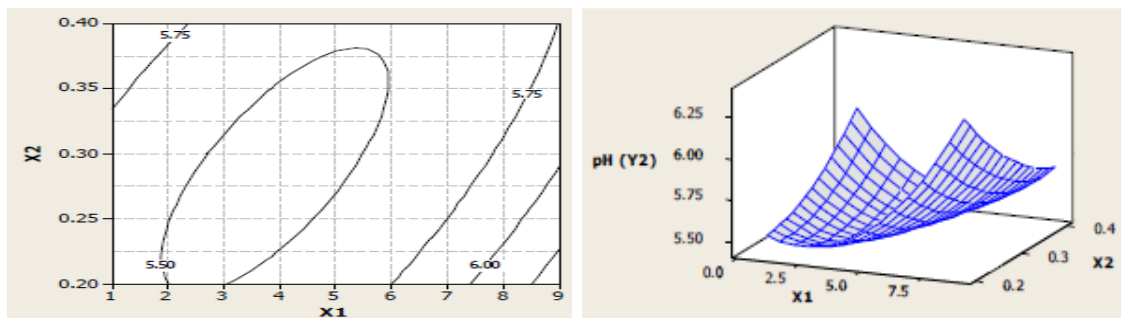
$$Y_2 = 2.439 + 0.040 X_1 - 12.160X_2 + 0.184 X_3 + 0.021X_1^2 - 0.666X_1X_2 - 0,0003X_1X_3 + 9.910X_2^2 - 0.181X_2 X_3 - 0.002X_3^2 \dots\dots\dots(3)$$

Hasil analisis plot kontur dan plot *surface* juga dilakukan untuk mengetahui hubungan dan interaksi faktor perlakuan terhadap pH biji kakao. Plot kontur dan plot *surface* pada Gambar 4 menunjukkan

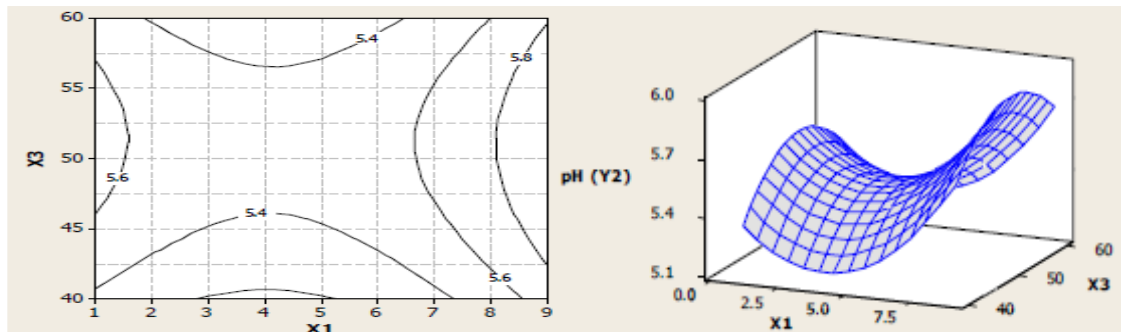
hubungan pH biji kakao terhadap variasi waktu pemeraman dan laju udara aerasi pada kondisi suhu fermentor sebesar 50°C. Nilai pH biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 6.36, pada waktu pemeraman 9 hari, laju aerasi 0.2 liter/menit dan suhu udara fermentasi 50°C, sedangkan nilai pH biji kakao terendah diperoleh sebesar 5.46, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 3-4 hari, laju aerasi 0.27-0.30 liter/menit dan suhu udara fermentor 50°C. Gambar 5 menunjukkan hubungan pH biji kakao terhadap variasi waktu pemeraman buah kakao dan suhu fermentor pada kondisi laju udara aerasi 0.3 liter/ menit. Nilai pH biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 5.96, pada waktu pemeraman 9 hari, laju aerasi 0.3 liter/menit dan suhu udara fermentasi 50-52.5°C, sedangkan pH biji kakao terendah diperoleh sebesar 5.17, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 4 hari, laju aerasi 0.3 liter/menit dan suhu udara fermentor 40°C. Selanjutnya hubungan pH biji kakao terhadap variasi laju udara aerasi dan suhu fermentor pada kondisi waktu pemeraman buah kakao selama 5 hari, ditunjukkan pada Gambar 6. Nilai pH biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 5.64, pada waktu pemeraman 5 hari, laju aerasi 0.2 liter/menit dan suhu udara fermentasi 47.5°C, sedangkan nilai pH biji kakao terendah diperoleh sebesar 5.06, dengan waktu pemeraman buah kakao selama 5 hari, laju aerasi 0.4 liter/menit dan suhu udara fermentor 40°C.

Tabel 4. Analisis varian untuk pH biji kakao

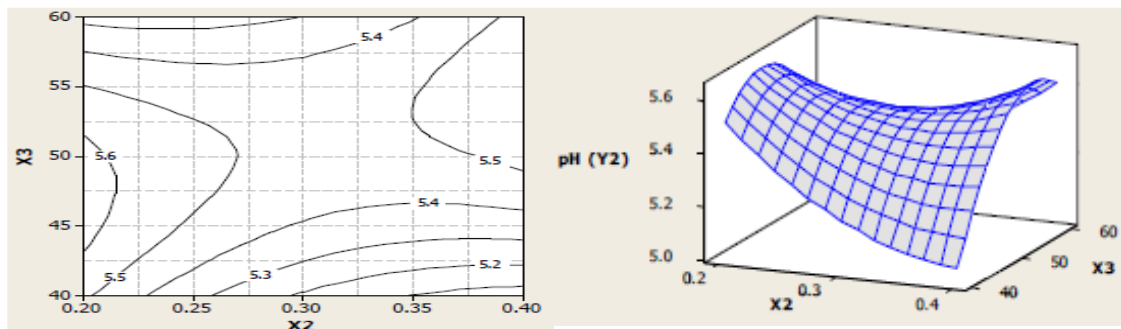
Source	DF	Seq SS	Adj MS	P
Regression	9	1.6038	0.17820	0.287
Linear	3	0.2877	0.09591	0.533
Square	3	0.4851	0.16171	0.324
Interaction	3	0.8309	0.27698	0.146
Residual Error	10	1.2332	0.12332	
Lack-of-Fit	5	0.8135	0.16270	0.243
Pure Error	5	0.4197	0.08395	
Total	19	2.8370		
R-Sq = 56.5%				



Gambar 4. Plot kontur dan plot surface hubungan pH biji kakao kering fermentasi (Y_2) terhadap variasi waktu pemeraman (X_1) dan variasi laju aerasi (X_2) pada suhu udara fermentor (X_3) sebesar 50°C



Gambar 5. Plot kontur dan plot surface hubungan pH biji kakao kering fermentasi (Y_2) terhadap variasi waktu pemeraman (X_1) dan variasi suhu udara fermentor (X_3) pada laju aerasi (X_2) sebesar 0.3 liter/menit



Gambar 6. Plot kontur dan plot surface hubungan pH biji kakao kering fermentasi (Y_2) terhadap variasi suhu udara fermentor (X_3) dan variasi laju aerasi (X_2) pada waktu pemeraman (X_1) selama 5 hari

Jika dilihat berdasarkan plot kontur dan plot *surface* pada Gambar 4 s.d. Gambar 6 diketahui bahwa pH biji kakao tertinggi diperoleh sebesar 6.36 pada kondisi biji kakao yang diperam selama 9 hari, laju aerasi 0.2 liter/menit, dan suhu udara fermentasi 50°C, dan pH biji kakao kering terendah diperoleh sebesar 5.06 pada waktu pemeraman 5 hari, laju aerasi 0.4 liter/menit, dan suhu udara fermentor 40°C. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis RSM lainnya menunjukkan bahwa tidak ada faktor perlakuan dalam penelitian ini yang memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai pH biji kakao. Sebagaimana diketahui bahwa variasi waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi dan suhu udara fermentor yang diberikan hanya memiliki pengaruh sebesar 56,5% terhadap pH biji kakao. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih ada faktor lain yang berpengaruh pada pH biji kakao. Wood & Lass (2001) di dalam Muzaifa, et al., (2017) menyebutkan bahwa industri pengolahan kakao menghendaki pH biji antara 5.2–5.8 untuk menghasilkan *cocoa butter* yang berkualitas. Data hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa pH biji kakao yang diperoleh pada penelitian ini adalah 4.97-6.31. Nilai pH tersebut dianggap cukup baik, karena nilai pH terendah 4.97 \approx 5.0 dan pH tertinggi adalah 6.31, dimana pH tinggi akan menghasilkan cokelat dengan citarasa yang kurang asam, sebagaimana diharapkan oleh pihak industri pengolahan kakao.

Kualitas biji kakao kering fermentasi

Penanganan pascapanen biji kakao bertujuan untuk meningkatkan kualitas rasa dan aroma biji kakao, yang dapat diketahui dari berbagai parameter. Keberhasilan proses fermentasi biasanya dapat diketahui berdasarkan uji *cut test* untuk mengetahui kondisi fisik biji kakao dan berbagai analisis kimia yang bertujuan untuk mengetahui nilai parameter kualitas kimia biji kakao. Klasifikasi atau

penggolongan kualitas biji kakao kering fermentasi umumnya mengacu pada standar SNI 01-2323-2008 dan Amandemen 1: 2010 (BSN, 2008; BSN, 2010), serta persyaratan mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Pertanian No. 67, Tahun 2014 (Permentan_No.67, 2014), yang menyebutkan bahwa biji kakao harus memiliki kadar biji *slaty* maksimum 20% untuk mutu III, kadar biji *slaty* maksimum 8% untuk mutu II, dan kadar biji *slaty* maksimum 3% untuk mutu I, dan ikuti dengan berbagai persyaratan lainnya yang tidak menunjukkan adanya perbedaan antara biji kakao fermentasi dan non fermentasi. Meskipun demikian, dalam pasar ekspor atau industri pengolahan pangan, biji kakao fermentasi menjadi pilihan utama, karena memiliki kualitas yang lebih baik. Sehingga mengetahui nilai parameter kualitas lainnya pada biji kakao fermentasi penting dilakukan.

Berhasil atau tidaknya proses fermentasi biji kakao dapat ditunjukkan dengan nilai indeks fermentasi. Nilai indeks fermentasi ≥ 1 menunjukkan bahwa proses fermentasi biji kakao sudah cukup dan memiliki kualitas yang baik (Misnawi, 2008). Selanjutnya Yuniar, et al. (2018) juga menyatakan bahwa biji kakao fermentasi yang memiliki pH > 5.00 memiliki kualitas yang baik. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 5, diketahui bahwa berdasarkan nilai indeks fermentasi dan pH biji kakao yang dihasilkan, proses pemeraman buah kakao dan kondisi fermentasi yang diberikan menghasilkan biji kakao yang berkualitas. Selanjutnya perolehan nilai kadar air, kadar abu, nilai warna, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat yang diperoleh, umumnya tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti lainnya. Sementara itu, berdasarkan hasil penelitian Hartuti, et al. (2018) dengan perlakuan yang sama, diketahui bahwa persentase biji kakao

fermented (biji terfermentasi) yang ditandai dengan keping biji berwarna coklat dominan, bertekstur agak remah atau mudah pecah, diperoleh sebesar 67.87%, persentase biji kakao *under fermented* (biji kurang terfermentasi) sebesar 10.24%, yang ditandai dengan keping biji berwarna sedikit ungu atau kecoklatan. Sedangkan biji kakao *unfermented* (tidak terfermentasi) yang ditandai dengan keping biji berwarna ungu dominan, atau keabu-abuan, bertekstur pejal, padat dan keras, serta biji tidak berongga yang memiliki rasa sangat pahit atau disebut juga dengan biji slaty berkisar 1-8%.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai Indeks fermentasi dan pH biji kakao yang diperoleh, diketahui bahwa perlakuan pemeraman buah kakao, aerasi dan suhu udara fermentor yang diberikan mampu menghasilkan kualitas biji kakao yang terfermentasi dengan baik. Variasi faktor perlakuan pemeraman buah kakao, laju udara aerasi dan suhu fermentor menghasilkan nilai indeks fermentasi

sebesar 1.07-2.91 dan pH biji kakao sebesar 4.97-6.31. Hasil analisis RSM menunjukkan bahwa hanya faktor perlakuan waktu pemeraman yang memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai indeks fermentasi biji kakao, sedangkan laju udara aerasi dan suhu fermentor tidak berpengaruh signifikan. Selanjutnya, waktu pemeraman buah kakao, laju udara aerasi dan suhu fermentor tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai pH biji kakao. Sebagaimana ditandai dengan nilai R^2 untuk indeks fermentasi dan pH biji kakao yaitu 74,6% dan 56,6% berturut-turut. Berdasarkan nilai R^2 yang diperoleh mengindikasikan bahwa masih ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi indeks fermentasi dan pH biji kakao. Selanjutnya biji kakao yang dihasilkan dalam penelitian ini juga memiliki kadar air sebesar 6.5-7.8%, kadar abu sebesar 3.21 - 4.12%, nilai warna chroma sebesar 16.50 - 25.28, nilai warna hue sebesar 30.01-51.73, kadar lemak sebesar 20.91-47.19%, kadar protein sebesar 10.45-16.47% dan kadar karbohidrat sebesar 29.81-57.70%.

Tabel 5. Kualitas biji kakao hasil penelitian

No.	Jenis Uji	Hasil Penelitian	Keterangan
1.	Kadar air, (%)	6.5 – 7.8	Maks. 7.5 % (Standar SNI 2323-2008/ Amd 1: 2010)
2.	Kadar abu, (%)	3.21 - 4.12	3.91-3.96% (Silfia, et al., 2017)
3.	pH biji kakao	4.97 - 6.10	Industri pengolahan kakao menghendaki pH biji 5,2–5,8 untuk menghasilkan <i>cocoa butter</i> yang berkualitas (Wood & Lass, 2001 di dalam Muzaifa, et al., 2017)
4.	Indeks fermentasi	1.07 - 2.91	Biji kakao terfermentasi dengan baik apabila memiliki indeks fermentasi ≥ 1 (Misnawi, 2008)
5.	Warna: Chroma Hue	16.50 - 25.28 30.01 - 51.73	Pemeraman buah kakao sebelum fermentasi, laju aerasi dan suhu fermentor memiliki pengaruh terhadap nilai warna <i>chroma</i> , <i>hue</i> biji kakao kering yang dihasilkan (Hartuti, et al., 2019a)
6.	Kadar lemak, (%)	20.91 – 47.19	47.63-50.45% (Silfia, et al., 2017) Kandungan lemak kakao dipengaruhi oleh bahan tanam dan musim, juga perlakuan pengolahan (Langkong, et al., 2012)

No.	Jenis Uji	Hasil Penelitian	Keterangan
7.	Kadar protein, (%)	10.45 – 16.47	Fermentasi biji kakao yang dilakukan selama 4 hari, yang diberi starter ragi tape 1% menghasilkan protein sebesar 15,21% (Silfia, et al., 2017), pada fermentasi selama 5 hari diperoleh kadar protein sebesar 10.39-15.70% (Yuniar, et al., 2018).
8.	Kadar karbohidrat (%)	29.81-57.70	Metabolisme antara karbohidrat, protein dan lemak memiliki hubungan yang sangat erat, sehingga ketiganya memiliki nilai yang saling terkait (Yuniar, et al., 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E. O., Jennifer, Q., Agnes, S. B., Jemmy, S. T. and Firibu, K. S. (2012). Influence of pulp-preconditioning and fermentation on fermentative quality and appearance of Ghanaian cocoa (*Theobroma cacao*) beans, *International Food Research Journal* 19(1), 127–133.
- Afoakwa, E. O., Kongor, J. E., Takrama, J. and Budu, A. S. (2013). Changes in nib acidification and biochemical composition during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (*Theobroma cacao*) beans, *International Food Research Journal*; 20(4), 1843–1853.
- Afoakwa, E. O. (2014). *Cocoa Production Processing Technology*. CRC Press Taylor & Francis Group, Ed. London, New York.
- Apriyanto, M. . S. S., & Harmayani, E. . (2016). Study on effect of fermentation to the quality parameter of cocoa bean in Indonesia. *Asian J. Dairy & Food Res.*, 35 (2) 2016 : 160-163, 35(2), 160–163. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10724>
- Apriyanto, M. (2016). Fermentasi Biji Kakao Kering Terkendali Menggunakan Inokulum Mikrobial. *Disertasi*. Program Studi Ilmu Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional-BSN. (2008). *Biji kakao SNI 2323:2008*. Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional-BSN. (2010). *Biji kakao-Amandemen 1 SNI 2323: 2008/ Amd 1: 2010*.
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. V., Villar, L.S., & Escalera, L. . (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76, 965–977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>
- Davit J.M., Puspa R.Y., Yudari D.A.S. (2013). Pengaruh Cara Pengolahan Kakao Fermentasi Dan Non Fermentasi Terhadap Kualitas, Harga Jual Produk Pada Unit Usaha Produktif (Uup) Tunjung Sari, Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 2(4): 191-203.
- Hartuti, S; Karyadi, J.N.W; Bintoro, N. (2017). Effect of Aeration on Fermentation Temperature and Index Fermentation of Cocoa Beans Using a Fermentor Packed Bed. In *Proceeding of the 1st International Conference on Tropical Agriculture* (pp. 639–646). Springer International Publishing AG.
- Hartuti, S., Bintoro, N., Nugroho, J., Karyadi, W., & Pranoto, Y. (2018). Fermentasi Isothermal Biji Kakao (*Theobroma cacao* . L) dengan

- Sistem Aerasi Terkendali, *Agritech*. 38(4), 364–374.
- Hartuti, S., Bintoro, N., Nugroho, J., Karyadi, W., & Pranoto, Y. (2019a). Characteristics of Dried Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L.) Color Using Response Surface Methodology, *Planta Tropika*. 7(1), 82–92.
<https://doi.org/10.18196/pt.2019.097.82-92>
- Hartuti, S; Bintoro, N; Karyadi, J.N.W.; & Pranoto, Y. (2019b). Pengaruh Pemeraman Buah Kakao Terhadap Kadar Air, Kadar Abu, dan Bahan Organik Pada Biji Kakao. In *Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi untuk Masyarakat."* Banda Aceh, Indonesia.
- Kadow, D., Bohlmann, J., Phillips, W., & Lieberei, R. (2013). Identification of main fine or flavour components in two genotypes of the cocoa tree (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86, 90–98.
<https://doi.org/10.5073/JABFQ.2013.086.013>
- Kadow, D., Niemenak, N., Rohn, S., & Lieberei, R. (2015). LWT - Food Science and Technology Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) e Reconstruction and guidance of the fermentation process. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 357–361.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.015>
- Krähmer, A., Engel, A., Kadow, D., Ali, N., Umaharan, P., Kroh, L. W., & Schulz, H. (2015). Fast and neat - Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 181, 152–159.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.084>
- Langkong, J; Ishak, E; Bilang, M; Muhidong, J. (2012). Profile Mapping Of Fat From Cocoa Bean (*Theobroma Cacao* L). *Universitas Hasanuddin Press, Makasar, Indonesia*.
- Menezes, A. G. T., Batista, N. N., Ramos, C. L., de Andrade e Silva, A. R., Efraim, P., Pinheiro, A. C. M., & Schwan, R. F. (2016). Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Research International*, 81, 83–90.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.12.036>
- Misnawi. (2008). Physico-Chemical Changes During Cocoa Fermentation and Key Enzymes Involved. *Review Penelitian Kopi Dan Kakao*, 24(1), 47–64.
- Muzaiifa, M; Abubakar, Y; Faitzal, H. (2017). Profile Of Microorganisms Growth On Fermentation Of Aceh Cacao Bean. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, vol. 9 (2). 2017.
<https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i2.5975>
- Mulato, S, Widyotomo, Misnawi, S. (2005). Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao. *Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCRI)*. Indonesia.
- Nazaruddin, R., Seng, L. K., Hassan, O., & Said, M. (2006). Effect of pulp preconditioning on the content of polyphenols in cocoa beans (*Theobroma Cacao*) during fermentation. *Industrial Crops and Products*. 24: 87–94.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2006.03.013>

- Pato, U., Yusmarini, & Jumar. (2003). Studi mutu biji kakao Forastero yang diolah dengan metode Sime-Cadbury. *SAGU*, 2(3), 6–11.
- Permentan_No.51. Pedoman Penanganan Pascapanen Kakao Tahun 2012.
- Permentan_No.67. Persyaratan Mutu dan Pemasaran Biji Kakao Tahun 2014.
- Puslitbang-Perkebunan. (2010). *Budidaya dan Pascapanen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan: Indonesia.
- SCCP-Swisscontact. (2013). Pasca Panen, Kualitas Biji Kakao & Fermentasi. Medan. Indonesia
- Silfia; K., Diza, Y.H., Hermianti, W. (2017). Influence Type of Starter to Increase Efficiency of Fermentation Time and Proximate Analysis of Cocoa Seeds. *Jurnal Litbang Industri*. 7(1): 53-60.
- Towaha, J.; Anggraini, D. A. E. . & R. (2012). Keragaan mutu biji kakao dan produk turunannya pada berbagai tingkat fermentasi: Studi kasus di Tabanan , Bali. *Pelita Perkebunan*, 28(3), 166–183.
- Wahyuni, M. F; Yunita, D; Yusriana; Aisyah, Y; Lahmer, R. A; Mugampoza, D. (2018). Chemical and Microbiological Characteristics of Cocoa Beans From Pidie District, Aceh Province, Indonesia. *Proceeding of The 8th AIC: Health and Life Sciences 2018*, Syiah Kuala University, Indonesia.
- Yuniar, L; Rachman, S.D; Soedjanaatmadja, R. U. M. S. (2018). Pengaruh Fermentasi Biji Kakao dengan Menggunakan *Kluyveromyces* sp., *Lactobacillus plantarum*, *Acetobacter xylinum*, Enzim Papain dan Bromelain serta Sistein Terhadap Prekursor Cita Rasa serta Kandungan Nutrisi dan Polifenolnya. *Chimica et Natura Acta*, 6(3), 127–135.

AUTHOR GUIDELINES

Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

Title, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

Abstract, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

Keywords, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

Introduction, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

Result and discussion, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

Conclusions, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

Acknowledgment, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

References, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probowati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.