TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian
Website: https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/Teknologi-Pangan
Licensed: Creative Commons Attribution 4.0 International License. (CC-BY)
Terakreditasi No. 36/E/KPT/2019
Volume 15, No. 1, (2024), Halaman 155-161
p-ISSN: 2087-9679, e-ISSN: 2597-436X

Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik Ekstrak *pulp* biji kakao (*Theobroma cacao.* L)

The effect of fermentation period to characteristics extracts of cocoa seed pulp (Theobroma Cacao. L)

Hapsari Titi Palupi [1)*], Laily Susanti [1)]
Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan, Universitas Yudharta Pasuruan
*Email korespondensi: hapsari@yudharta.ac.id

Informasi artikel:
Dikirim: 08/08/2023; disetujui: 15/03/2024; diterbitkan: 30/03/2024

ABSTRACT

Cocoa pulp is a layer of mucus covering the beans which mostly consists of water and a layer of nutritional components that are quite high, including sucrose, glucose, organic acids and fiber. The fermentation process is carried out to release the cocoa pulp to produce cocoa pulp extract. This research aims to determine the effect of fermentation period on the characteristics of cocoa pulp extract and syrup. The research design used was a Randomized Complete Block Design (RCBD), with period fermentation treatment were 24-hour, 48-hour, 72-hour, 96-hour, and each treatment was repeated 4 times. The parameters observed in the cocoa pulp extract were antioxidant activity, pH, total acid, yield and organoleptic (color, aroma and taste), while the organoleptic properties of the syrup were only observed. The results showed that treatment of fermentation period had a significant effect on pH, total acid and yield, however, it did not have a significant effect on antioxidants. The fermentation period also has a significant effect on the color, flavor and taste of cocoa pulp extract and the of cocoa syrup.
***Keywords**: cocoa, pulp, extract, fermentation period*

ABSTRAK

Pulp kakao merupakan lapisan lendir menyelimuti biji yang sebagian besar terdiri atas air dan lapisan komponen gizi cukup tinggi diantaranya adalah sukrosa, glukosa, asam organik, dan serat. Proses fermentasi dilakukan untuk melepaskan *pulp* kakao sehingga menghasilkan ekstrak *pulp* kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik ekstrak dan sirup *pulp* kakao. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan perlakuan lama fermentasi biji kakao yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam, masing-masing perlakuan diulang 4 kali. Parameter yang diamati di ekstrak *pulp* kakao yaitu aktivitas antioksidan, pH, total asam, rendemen dan organoleptik (warna, aroma dan rasa), sedangkan sirup hanya diamati sifat organoleptik saja. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap pH, total asam, dan rendemen, namun, tidak berpengaruh nyata terhadap antioksidan. Lama fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap warna, aroma dan rasa dari ekstrak *pulp* kakao dan sirup kakao.
Kata Kunci *:* kakao, *pulp kakao,* lama fermentasi

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan Indonesia dapat diolah menjadi produk kakao dan coklat yang mengandung antioksidan alami. Tanaman kakao merupakan tanaman tahunan yang hidup di daerah tropis dan memiliki peranan penting sebagai sumber pendapatan petani perkebunan di Indonesia. Berdasarkan Data BPS (2018) di Indonesia pengusahaan kakao didominasi Perkebunan Rakyat (PR) dengan pangsa 97,8% dari total luas area kakao. Pada tahun 2019, Indonesia menjadi negara urutan kelima sebagai produsen kakao di dunia, sehingga menempatkan kakao sebagai komoditas penting dalam perekonomian (Ariningsih *et al*., 2019).

Selama ini kakao diambil bijinya saja dan dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan bubuk coklat. Dalam pengolahan biji kakao menghasilkan produk samping, salah satunya adalah *pulp* yaitu merupakan lapisan putih menyelimuti biji kakao. Produk samping ini apabila tidak dimanfaatkan memiliki dampak masalah lingkungan, sehingga beberapa penelitian berfokus pada pemanfatannya untuk formulasi bahan-bahan baru di industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Bickel Haase *et al.*, 2021). Namun disisi lain terdapat keterbatasan pengetahuan petani dalam pengolahan limbah pertanian. *Pulp* kakao merupakan lapisan lendir menyelimuti biji, komponen penyusunnya adalah sebagian besar air (83–86%) dan lapisan komponen gizi yaitu gula 11–13% (D-glukosa, D-fruktosa, dan sukrosa), pektin (0,5–1,2%), asam sitrat (0,3–1,3%) dan selebihnya adalah serat (Nur'aini, 2013; Bickel Haase *et al*., 2021). Karbohidrat *pulp* kakao mengandung katekin dan polifenol yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Katekin termasuk dalam golongan flavonoid dan memiliki aktivitas antioksidan berkat gugus fenol yang dimilikinya.

Pelepasan *pulp* kakao dilakukan dengan metode fermentasi bertujuan agar *pulp* lepas dan terbuka dari bijinya. Pada umumnya petani kakao melakukan proses fermentasi selama kurang lebih 2–5 hari atau bahkan 10 hari dengan menggunakan kotak besar yang terbuat dari kayu dengan sedikit lubang di bawahnya sebagai aliran hasil samping fermentasi. Fermentasi biji kakao merupakan fermentasi tradisional yang melibatkan mikroorganisme *indigenous* dan aktivitas enzim endogen, sehingga tidak memerlukan penambahan kultur starter (biang), karena *pulp*/ daging kakao yang mengandung banyak glukosa, fruktosa, sukrosa dan asam sitrat sudah dapat mengundang terbentuknya pertumbuhan mikroorganisme (Dinda dan Prayoga, 2020). Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian terhadap proses fermentasi *pulp* kakao yang menghasilkan rendemen yang tinggi dan ekstrak *pulp* kakao yang berkualitas baik. Ekstrak *pulp* kakao dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan inovasi produk permen tradisional *pulp* kakao dan *nata de cacao.*

METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah buah kakao segar yang diperoleh dari kebun petani kakao di Desa Potok Barat Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan. Bahan untuk analisis yaitu HCl-Methanol, aquades, DPPH, NaOH, PP, alkohol 70%. Peralatan yang digunakan adalah kotak fermentor serta peralatan analisis pH-meter, timbangan analitik, kertas saring, pipet ukur, glassware, alumunium foil, freezer, buret dan spektrofotometer Uv-Vis.

Metode dan pelaksanaan penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan lama fermentasi (24, 48, 72, 96 jam) dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Tahapan penelitian diawali dari buah kakao disortir dan dipecah menggunakan alat pemecah yang bersih, sehingga kulit terbelah dan diambil biji bagian dalam. Biji disortasi untuk mendapatkan biji kakao terbaik. Biji kakao dimasukkan dalam kotak fermentor yang

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963

bagian bawahnya telah diberi lubang dan ditutup menggunakan daun pisang. Proses fermentasi dilakukan selama 24, 48, 72, 96 jam (setiap 1x24 dilakukan pengadukan), sehingga diperoleh cairan *pulp* kakao yang ditampung di bagian bawah kotak fermentor. Cairan yang diperoleh disaring menggunakan kain saring 80 mesh sehingga didapatkan ekstrak *pulp* kakao dan dianalisis mutunya. Ekstrak yang diperoleh ditambahkan sukrosa 40%, dilakukan pemasakan sehingga menghasilkan sirup *pulp* kakao selanjutnya pengamatan organoleptik.

Analisis data

Ekstrak *pulp* kakao dilakukan pengamatan aktivitas antioksidan (DPPH-*dyphenyl-2-picryhydrazyl*), pH (pH meter), total asam (titrasi), rendemen, serta uji organoleptik yaitu warna, aroma dan rasa. Sedangkan sirup *pulp* kakao dilakukan pengamatan organoleptik saja. Uji organoleptik menggunakan 25 panelis tidak terlatih. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan oneway ANOVA pada taraf 5%, apabila terdapat beda nyata antar perlakuan dilanjutkan uji Tukey, menggunakan software Minitab. Sedangkan uji organoleptik menggunakan uji Friedman taraf kepercayaan signifikansi 5% .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan

Tabel 1. menunjukkan bahwa rerata aktivitas antioksidan masing-masing perlakuan berkisar antara 38,39-47,83 mg/ml. Berdasarkan hasil analisis ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan terhadap aktivitas antioksidan ekstrak *pulp* kakao yang dihasilkan.

Tabel 1. Nilai inhibisi ekstrak *pulp* kakao akibat lama fermentasi berbeda

Lama fermentasi	Inhibisi (mg/ml)
24 jam	47,83 ± 3,28[a]
48 jam	38,39 ± 13,95[a]
72 jam	45,58 ± 12,39[a]
96 jam	40,77 ± 3,43[a]

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan

Aktivitas antioksidan ekstrak *pulp* kakao diukur untuk mengamati kemampuan peredaman DPPH oleh ekstrak, yang disebut sebagai persen inhibisi. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah *inhibition concentration*. Nilai inhibisi yang lebih kecil menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi (Noviyanty *et al*., 2018). Banyak penelitian yang melaporkan bahwa senyawa antioksidan banyak terdapat di biji kakao dan kulit buah kakao. Antioksidan pada biji kakao berupa polifenol yang berupa monomer epicatechin yang merupakan flavanol utama di biji (Utami, 2018). Dan dilaporkan juga bahwa proses fermentasi akan mempengaruhi kandungan antioksidan pada biji kakao. Namun pada penelitian ini lama fermentasi tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan dari ekstrak *pulp*, walaupun nilai aktivitas inhibisi menurun dengan semakin lama waktu fermentasi. Dimana semakin lama fermentasi semakin turun nilai inhibisi yang yang berarti bahwa aktivitas antioksidan semakin besar.

pH

Rerata nilai pH pada ekstrak *pulp* kakao adalah 3,0–3,50. Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan lama fermentasi 24 jam dan pH terendah pada perlakuan lama fermentasi 96 jam (pH 3) (Tabel 2). Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA perlakuan lama fermentasi menunjukkan pengaruh nyata (P<5%) terhadap pH ekstrak *pulp* kakao.

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963

Tabel 2. pH ekstrak *pulp* kakao akibat lama fermentasi berbeda

Lama fermentasi	pH
24 jam	3,5 ± 0,06[a]
48 jam	3,3 ± 0,03[b]
72 jam	3,2 ± 0,04[b]
96 jam	3,0 ± 0,01[c]

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan

Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh pada perubahan pH pada ekstrak *pulp* kakao. Semakin lama fermentasi pH ekstraksi semakin rendah, karena kemungkinan terjadi perubahan gula menjadi alkohol yang dilakukan oleh khamir dan selanjutnya alkohol dan asam sitrat diubah menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Asam-asam tersebut akan berpengaruh terhadap keasaman (pH) ekstrak setelah fermentasi. Hal ini sama seperti yang dilaporkan Utami (2018), *pulp* segar memiliki kandungan gula tinggi dan berada pada pH 3,5 karena kandungan asam sitrat. Kondisi ini ideal untuk tumbuhnya mikroorganisme saat biji dikeluarkan dari buah. Kondisi biji pada awal fermentasi adalah anaerobik yang tepat untuk pertumbuhan khamir antara lain *Saccharomyces cerevisiae, Candida rugosa* dan *Kluyveromyces marxianus*. Khamir ini mengubah sebagian besar gula dalam *pulp* menjadi alkohol dan reaksi ini menghasilkan sejumlah besar CO_2. Kadar gula yang mulanya sebesar 11% mengalami metabolisme dan berkurang menjadi 1-2% selama 24-48 jam pertama. Saat *pulp* mulai mencair, oksigen yang semula terhalang *pulp* mengalir ke dalam kotak fermentasi. Kondisi aerob dan pH *pulp* yang meningkat menyebabkan bakteri asam asetat mendominasi fermentasi. Bakteri asam asetat mengkonversi alkohol menjadi asam asetat dan memetabolisme asam karboksilat seperti asam sitrat, asam malat dan asam laktat menjadi asam asetat. Asam asetat berada pada jumlah maksimum setelah 4-5 hari dan menurun setelahnya.

Total asam

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA) perlakuan lama fermentasi menunjukkan adanya pengaruh nyata (P<5%) terhadap total asam ekstrak *pulp* kakao. Rata-rata total asam ekstrak *pulp* kakao disajikan pada Tabel 3 yaitu berkisar antara 1,33-4,19%. Semakin lama fermentasi total asam semakin meningkat. Total asam tertinggi ekstrak *pulp* kakao lama fermentasi 96 jam (4,19%) dan total asam terendah di lama fermentasi 24 jam (1,33%).

Tabel 3. Total asam ekstrak *pulp* kakao akibat lama fermentasi berbeda

Lama fermentasi	Total asam (%)
24 jam	1,33 ± 0,05[d]
48 jam	1,83 ± 0,03[c]
72 jam	3,17 ± 0,08[b]
96 jam	4,19 ± 0,08[a]

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan

Semakin lama fermentasi kadar total asam semakin tinggi. Peningkatan total asam disebabkan karena terbentuknya asam-asam organik sebagai hasil akhir fermentasi alkohol yaitu asam asetat dan asam laktat. Fermentasi alkohol berasal dari sukrosa dan fruktosa alami yang diperoleh dari *pulp* kakao. Kenaikan jumlah asam karena mikroorganisme yang bekerja aktif selama proses fermentasi memetabolisme karbohidrat melalui fermentasi alkohol dilanjut menghasilkan asam organik. Asam organik ini, termasuk asam asetat, asam sitrat dan asam laktat, terbentuk sebagai produk akhir dari proses fermentasi. Menurut Sigalingging (2020), jumlah total asam biji kakao yang difermentasi mengalami peningkatan pada saat biji kakao difermentasi selama 4 hari. Sedangkan penelitian Apriyanto (2017) mengatakan bahwa tingkat keasaman paling tinggi pada saat fermentasi 48 jam karena gula pada *pulp* kemungkinan besar terdegradasi menjadi alkohol lalu dioksidasi menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat selama 48 jam,

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963

sedangkan penelitian lain melaporkan konsentrasi tinggi 10 mg/g asam asetat pada *pulp* biji kakao berada pada saat 72 jam fermentasi.

Rendemen

Rendemen diukur dengan cara membandingkan berat ekstrak cair yang dihasilkan (mL) dengan berat bahan awal (gram) sebelum menjalani proses fermentasi. Perhitungan ini dilakukan untuk mengestimasi persentase sisa bahan setelah fermentasi dan untuk menilai sejauh mana tingkat efektivitas dari proses yang telah dilakukan. Rendemen ekstrak *pulp* kakao berkisar antara 6,65-7,55% (Tabel 4). Lama fermentasi berbeda menunjukkan pengaruh nyata (P<5%) terhadap rendemen ekstrak yang diperoleh. Rendemen terendah terdapat pada perlakuan lama fermentasi 96 jam yaitu 6,65%. Dan perlakuan lama fermentasi 24 jam menunjukkan rendemen tertinggi yaitu 7,55%. Lama fermentasi 96 jam menghasilkan rendemen terendah, diduga karena semakin banyak komponen karbohidrat dalam hal ini gula yang telah difermentasi menjadi alkohol dan CO_2 dan selanjutnya alkohol ini akan dioksidasi menjadi asam-asam organik, air dan CO_2. Kondisi fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung diantaranya udara/oksigen, pH, bakteri dan sebagainya. Hal ini sama seperti yang dilaporkan pada penelitian Yumas dan Rosniati (2014) produk yang dihasilkan selama proses fermentasi *pulp* kakao adalah etanol, asam asetat dan CO_2. Sedangkan St. Sabahannur dan Ralle (2018) melaporkan bahwa pada awal fermentasi, mikro-organisme yang aktif adalah khamir (*yeast*) yang memecah sukrosa, glukosa dan fruktosa menjadi etanol dan karbondioksida dalam keadaan anaerob. Bakteri asam asetat akan meningkat setelah tersedianya oksigen karena jumlah *pulp* telah berkurang, selanjutnya alkohol dioksidasi menjadi asam asetat dan asam asetat dioksidasi menjadi CO_2 dan air (air ini akan keluar dari kotak fermentasi

Tabel 4. Rendemen ekstrak *pulp* kakao akibat lama fermentasi berbeda

Lama fermentasi	Rendemen (%)
24 jam	$7,55 \pm 0,05^{a}$
48 jam	$6,99 \pm 0,05^{b}$
72 jam	$6,82 \pm 0,05^{c}$
96 jam	$6,65 \pm 0,05^{d}$

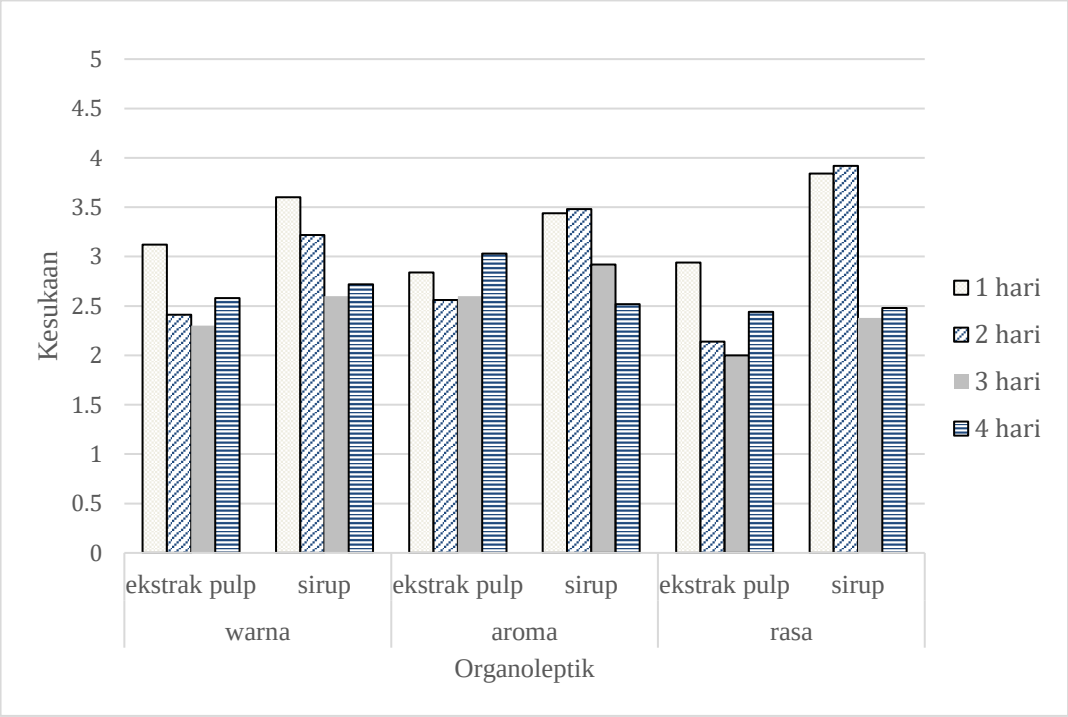
Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan

Organoleptik

Organoleptik yang dilakukan pada 2 produk yaitu ekstrak *pulp* kakao yang merupakan cairan yang ditampung dari hasil fermentasi biji kakao, sedangkan sirup *pulp* kakao merupakan ekstrak *pulp* yang telah mengalami proses pengolahan dengan penambahan glukosa. Sirup dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan permen, selai dan *nata de cocoa*.

Dari uji organoleptik secara umum terlihat bahwa proses pengolahan ekstrak *pulp* kakao menjadi sirup kakao akan meningkatkan kesukaan organoleptik, warna, aroma dan rasa. Warna merupakan sensori pertama yang bisa dilihat oleh panelis menggunakan panca indera mata. Penentuan mutu bahan makanan umumnya dilihat dari warna yang dimiliki oleh produk (Negara *et al.*, 2016). Semakin lama fermentasi menurunkan kesukaan warna ekstrak *pulp*. Kesukaan warna tertinggi adalah 3 (netral) fermentasi 24 jam dan menjadi tidak suka pada fermentasi 72 jam dari ekstrak *pulp* kakao. Perlakuan fermentasi 24 jam memiliki kesukaan lebih tinggi karena warna ekstrak pulp yang diperoleh tidak pucat, tidak keruh dan warna bening agak kuning. Terjadinya penurunan kesukaan kemungkinan disebabkan perubahan warna yang terjadi karena proses fermentasi komponen kimia di *pulp* dan kulit biji coklat baik secara anaerob dan aerob. Dalam laporan yang ditulis oleh Yunianta (2010) senyawa tanin pada kulit biji dapat berubah warna menjadi coklat dikarenakan teroksidasi oleh enzim polifenolase sehingga berakibat pada perubahan warna *pulp* dan kulit biji dan yang berangsur-angsur menjadi coklat gelap.

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963



Gambar 1. Organoleptik kesukaan warna, aroma dan rasa dari ekstrak dan sirup *pulp* kakao

Kesukaan aroma ekstrak dan sirup *pulp* kakao antara netral sampai suka. Aroma ekstrak *pulp* kakao dihasilkan oleh kerja khamir yang merombak gula menjadi alkohol, selanjutnya alkohol dioksidasi menjadi asam asetat, air dan CO_2. Bakteri asam laktat dan asam asetat yang berperan dalam proses fermentasi dapat menimbulkan aroma dan rasa asam. Sedangkan sirup kakao dihasilkan dari campuran cairan *pulp* kakao yang dicampur dengan sukrosa (40%) menghasilkan kesukaan lebih tinggi daripada ekstrak *pulp* pada lama fermentasi 24 dan 48 jam. Kondisi ini diduga karena aroma cairan ekstrak *pulp* tidak terlalu menyengat, namun semakin lama fermentasi semakin banyak asam organik yang dihasilkan sehingga menurunkan kesukaan panelis. Untuk rasa dari *pulp* dan sirup kakao berkisar antara tidak suka sampai suka. Secara umum perlakuan 24 dan 48 jam memiliki rasa yang lebih disukai, karena ekstrak *pulp* memiliki kandungan gula (glukosa dan fruktosa) yang lebih tinggi. Semakin lama fermentasi sebagian gula sudah dirombak menjadi alkohol dan diteruskan dengan fermentasi asam. Proses fermentasi ini mempengaruhi kesukaan rasa dari ekstrak *pulp* kakao.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ekstrak *pulp* kakao yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap pH, total asam, dan rendemen, namun, tidak berpengaruh nyata terhadap antioksidan. Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap warna, aroma dan rasa ekstrak *pulp* kakao dan sirup ekstrak *pulp* kakao. Proses pengolahan menjadi sirup dapat meningkatkan nilai kesukaan panelis.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanto, M. (2017). Perubahan pH, keasaman dan indeks fermentasi biji kakao selama fermentasi hasil biji kakao (*Theobroma Cacao* L.). Riau: Universitas Islam Indragiri Press.

Ariningsih, E., Purba, H. J., Sinuraya, J. F., Suharyono, S., & Septanti, K. S. (2019). Kinerja industri kakao di

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963

Indonesia. In *Forum Penelitian Agro Ekonomi* (Vol. 37, No. 1, pp. 1-23).

Ariyanti, M. (2017). Karakteristik mutu biji kakao (theobroma cacao l) dengan perlakuan waktu fermentasi berdasar sni 2323-2008. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan, 12*(1), 34–42.

Bickel Haase, T., Schweiggert-Weisz, U., Ortner, E., Zorn, H., & Naumann, S. (2021). Aroma properties of cocoa fruit *pulp* from different origins. *Molecules, 26*(24), 7618.

Dinda, N. A., & Prayoga, S. (2020). Pemanfaatan Biji Kakao dalam Pembuatan Olahan Selai Coklat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat, 2*(3), 445-450.

Hatmi, R. U., & Rustijarno, S. (2012). Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju Sni Biji Kakao 01-2323-2008.

Negara, J. K., Sio, A. K., Rifkhan, R., Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Wihansah, R. R. S., & Yusuf, M. (2016). Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, *4*(2), 286–290.

Noviyanty, A., Hasanuddin, A., Rahim, A., & Hutomo, G. S. (2018). Optimalisasi ekstraksi kulit ari biji kakao pada berbagai konsentrasi pelarut sebagai sumber antioksidan. In *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, Universitas Widyagama Malang (pp. 382-390).

Nur'aini, H. (2013). Karakteristik permen tradisional *pulp* kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Agroindustri*, 3(2), 71–76.

Senduk, T. W., Montolalu, L. a. D. Y., & Dotulong, V. (2020). The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9.

Sigalingging, H. A., Putri, S. H., & Iflah, T. (2020). Perubahan fisik dan kimia biji kakao selama fermentasi (pH tumpukan biji, kadar air, indeks fermentasi, kadar abu dan uji grade biji). *Jurnal Industri Pertanian*, 2(2).

St. Sabahannur & Ralle, A. (2018). Peningkatan kadar alkohol, asam dan polifenol limbah cairan *pulp* biji kakao dengan penambahan sukrosa dan ragi. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 13(1), 53-62.

Utami, R R. (2018). Antioksidan biji kakao: Pengaruh fermentasi dan penyangraian terhadap perubahannya (ulasan)" *Jurnal Industri Hasil Perkebunan,* 13(2), 75-85.

Yumas, M., & Rosniati, R. (2014). The effect of starter concentration and fermentation period of cocoa *pulp* on ethanol production. *Biopropal Industri*, *5*(1), 53742.

Yunianta, Y. (2010). Limbah cair industri kakao sebagai bahan pembuat nata. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 31-34.

DOI: https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4963