

Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Alkalisasi pada Warna Nib Kakao (*Theobroma cacao L.*)

The Effect of Concentration and Temperature during Nib Cocoa Alkalization (*Theobroma cacao L.*)

Putri Rousan Nabila*, Annie Mufyda Rahmatika, Iman Sabarisman, Ekawani Galuh Wasistha, Fahrizal Yusuf Affandi

Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 20 Maret 2024
Diterima dalam revisi 5 Juli 2024
Diterima 24 Juli 2024
Online 3 Agustus 2024

ABSTRAK: Kondisi tanah para petani kakao yang bervariasi berakibat pada ketidakseragaman biji kakao (*Theobroma cacao L.*). Alkalisasi dapat menjadi solusi untuk memodifikasi nib kakao sehingga dihasilkan warna yang lebih gelap dan seragam. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi alkali dan suhu alkalisasi terhadap warna pada nib kakao setelah alkalisasi nib. Larutan alkali yang digunakan yaitu Na_2CO_3 dengan konsentrasi 2% dan 6% pada suhu 75 °C dan 100 °C selama 60 menit menggunakan oven. Alat kolorimeter digunakan untuk mengukur warna dengan indikatornya yaitu L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), dan b^* (kebiruan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi larutan alkali maka nilai L^* akan menurun atau semakin gelap ($p < 0,05$). Nilai L^* kontrol (37,72) mengalami penurunan hingga ke angka 22 setelah dialkalisasi pada suhu 75 °C dengan konsentrasi 6%. Suhu alkalisasi menghasilkan perbedaan signifikan pada semua indikator warna dan pH ($p < 0,05$). Interaksi antara suhu dan konsentrasi berpengaruh pada nilai L^* , a^* , dan ΔE . Derajat alkalisasi pada penelitian ini masuk pada kategori berat/kuat karena pH nib kakao teralkalisasi yaitu $> 7,6$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa warna nib kakao yang gelap dapat dihasilkan dari perlakuan alkalisasi dengan suhu dan konsentrasi yang tinggi.

Kata Kunci: kakao; nib; alkalisasi; warna

ABSTRACT: The varying soil conditions of cocoa farmers caused the inconsistency of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*). Alkalization can be a solution to darken cocoa nibs' and get more uniform color. This study aims to determine the influence of alkali concentration and alkali temperature on the color of cocoa nibs after alkalization. The alkali solution used is Na_2CO_3 with concentrations of 2% and 6% at temperatures of 75°C and 100°C for 60 minutes using an oven. Color measurements were conducted using a colorimeter with parameters including L^* (brightness), a^* (redness), and b^* (blueness). As the concentration of alkali solution increases, the L^* value decreases, which darkens the nib's color ($p < 0.05$). The control L^* value (37.72) decreased to 22 after alkalization at 75 °C with a 6% concentration. Alkalization temperature resulted in significant differences in all color indicators and pH ($p < 0.05$). The interaction between temperature and concentration affects the L^* , a^* , and ΔE values. The degree of alkalization in this study falls into the heavy/strong category because the pH of the alkalinized cocoa nibs produced is > 7.6 . The results of this study indicate that dark-colored cocoa nibs can be produced through alkali treatment at high temperatures and concentrations.

Keywords: cocoa; nib; alkalization; color

1. Pendahuluan

Indonesia pernah menjadi produsen kakao (*Theobroma cacao L.*) terbesar ke 3 dunia dengan produksi 739.483 ton per tahun (Gu et al., 2013). Kakao tersebut dapat diolah menjadi beragam produk cokelat di pasaran, seperti bubuk cokelat, cokelat couverture, cokelat compound, minuman cokelat instan dan masih banyak lagi. Produk-produk itu memiliki berbagai kualitas berbeda, termasuk warna dan

kandungan cokelat. Warna menjadi komponen biji kakao yang dapat berubah seiring proses pembuatan cokelat dan merupakan salah satu parameter kualitas cokelat (biji, nib, bubuk) (Eviatari & Budiarti, 2022; Palabiyik et al., 2023; Sioriki et al., 2021).

Perlakuan pasca panen memiliki pengaruh pada kualitas biji kakao salah satunya terhadap warna (Bagnulo et al., 2023). Di Indonesia, para petani mulai melakukan fermentasi penuh sebagai proses pasca panen karena

* Corresponding author

Email address: rousannabila@ugm.ac.id

beberapa manfaat yang dapat dihasilkan salah satunya adalah mengubah warna biji dari abu kebiru-biruan menjadi coklat muda dan menurunkan pH menjadi ± 4 (Fang et al., 2020). Akan tetapi, petani-petani di Indonesia sebagian besar hanya memiliki lahan yang sempit yaitu kurang dari 2 hektar (Eman et al., 2017). Kondisi ini dapat berpengaruh pada perlakuan yang diberikan oleh masing-masing petani berdampak pada warna biji kakao yang berbeda-beda. Selain itu, karakter tanah tempat tanaman kakao tersebut tumbuh juga dapat mempengaruhi organoleptik biji kakao (Marseglia et al., 2020). Garcia et al. (2020) mengatakan bahwa proses alkalisasi adalah salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk merubah warna coklat dan menjadi salah satu solusi untuk melakukan penyeragaman warna biji-biji kakao dari para petani sekitar.

Alkalisasi yang juga dikenal sebagai “Dutch Process” dapat diterapkan ke biji kakao, nib kakao, bubuk kakao ataupun coklat cair yang disesuaikan pada target produknya (Miller et al., 2008; Moser, 2015). Perlakuan yang dirancang oleh Van Houten pada 1828 ini bertujuan untuk mendapatkan warna coklat tua yang lebih gelap dan menarik, menetralkan rasa asam (pH ± 4 menjadi 6-7), untuk mengurangi kepahitan dan untuk meningkatkan suspensi partikel kakao di media berair (Andres-Lacueva et al., 2008; Miller et al., 2008). Warna gelap dan aroma pada kakao dihasilkan oleh proses alkalisasi yang terjadi pada tahap penyangraian karena peningkatan reaksi antara gugus amino bebas dan gula pereduksi. Sehingga, suhu penyangraian atau suhu alkalisasi dapat mempengaruhi hasil warna nib kakao (García et al., 2020). Rentang suhu yang biasa digunakan untuk alkalisasi bubuk kakao yaitu 60-130 °C (Ellis, 1992). Sebuah penelitian merekomendasikan suhu proses 88-135 °C untuk mendapatkan warna coklat gelap hingga coklat hitam, sedangkan warna coklat kemerah-merahan adalah pada suhu 70-82 °C (Wiant et al., 1989).

Sudah terdapat banyak penelitian mengenai alkalisasi pada bubuk kakao seperti yang dilakukan oleh Alasti et al. (2020); Andres-Lacueva et al. (2008); Li et al. (2014); Miller et al. (2008); Sioriki et al. (2021), akan tetapi penulis hanya menemukan sedikit referensi terkait penelitian alkalisasi pada nib kakao. Nib kakao adalah komponen biji kakao yang paling penting karena masih berupa bahan mentah yang berpotensi untuk diproduksi menjadi coklat, coklat bubuk, dan lainnya (Dai, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini potensial dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh alkalisasi dengan suhu dan konsentrasi larutan alkali terhadap perubahan warna pada nib kakao. Suhu yang dipilih yaitu pada 75 °C dan 100 °C, dengan harapan warna nib penelitian ini akan berbeda. Konsentrasi 2% dan 6% dipilih berdasarkan referensi penelitian terdahulu dengan rentang konsentrasi yang umumnya digunakan yaitu 1% sampai 6% (Greño et al., 2022).

2. Metode Penelitian

2.1 Sortasi Biji Kakao

Bahan yang digunakan adalah biji kakao terfermentasi dari kelompok tani Kulon Progo, Provinsi Yogyakarta. Biji tersebut dipanen pada bulan Maret 2023. Jenis kakao yang

digunakan yaitu campuran antara forastero dan trinitario. Tiga kilogram biji kakao yang berasal dari Kulon Progo dipilih berdasarkan besar dan kualitas kenampakan bijinya (Gambar 1). Hal ini dilakukan agar biji yang digunakan seragam dan memiliki kondisi mula-mula yang sama. Biji kakao tersebut lalu dipisahkan antara nib dan kulit arinya (*shell*) dengan bantuan mesin *winning* (*self-manufacture*). Nib kakao tersebut yang digunakan untuk alkalisasi pada tahap selanjutnya.

2.2 Alkalisasi

Na_2CO_3 (diproduksi oleh PT Merck Tbk, Indonesia) adalah basa yang digunakan untuk proses alkalisasi nib kakao. Proses alkalisasi diawali dengan pembuatan larutan alkali pada variasi konsentrasi 2% dan 6% pada 100 mL aquades dalam beaker glass 500 mL. Sebanyak 100 gr nib direndam dalam larutan alkali tersebut selama 60 menit. Nib yang sudah direndam lalu ditiriskan dan diangin-anginkan selama ± 15 menit untuk selanjutnya dipanaskan dalam oven (Memmert WNB 14, Jerman) pada suhu 75 °C dan 100 °C selama 100 menit. Nib yang tidak mengalami alkalisasi dalam penelitian ini akan disebut sebagai kontrol.



Gambar 1. Dimensi Biji Kakao (a. Panjang Biji, b. Lebar Biji)

2.3 Pengukuran Warna

Analisis warna dilakukan pada nib sebelum dan sesudah alkalisasi dengan Instrumen yang digunakan yaitu colorimeter seri A1212080558 dari Cina. Indikator pengukuran warna pada alat ini yaitu L^* , a^* , dan b^* . L^* (lightness atau tingkat kecerahan) memiliki nilai 0 untuk warna hitam dan nilai 100 untuk warna putih, nilai a^* (redness atau greenness) positif menunjukkan warna merah, nilai a^* negatif menunjukkan warna hijau, dan nilai b^* (yellowness atau blueness) positif menunjukkan warna kuning dan nilai b^* negatif menunjukkan warna biru. Perhitungan perubahan warna keseluruhan (ΔE) pada nib yaitu dengan menggunakan persamaan (1)

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_t)^2 + (a_0 - a_t)^2 + (b_0 - b_t)^2} \quad (1)$$

2.4 Uji pH

Derajat pH alkalisasi terbagi menjadi tiga yaitu alkalisasi ringan (pH 6-7), sedang (7,2-7,6) dan berat/kuat (pH \geq 7,61) (Miller et al., 2008). Pengujian pH digunakan untuk mengetahui alkalisasi yang dilakukan akan masuk pada kategori derajat alkalisasi ringan, sedang, atau berat. Alat yang digunakan untuk pengujian pH adalah pH meter Phasion 2-8034-21 (Jepang) yang sudah terkalibrasi dengan larutan buffer 4,01; 6,86; dan 9,18.

2.5 Analisis Data Statistik

Data eksperimen dinyatakan sebagai rata-rata \pm standar deviasi. Signifikansi perbedaan antar varietas dianalisis dengan menggunakan ANOVA dua arah ($p < 0,05$) lalu diuji Post Hoc menggunakan SPSS Versi 17,0.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh konsentrasi alkalisasi terhadap warna

Salah satu parameter penentuan kualitas produk cokelat adalah dari kenampakan warnanya (Afoakwa et al., 2014). Warna kakao alami yaitu cokelat terang hingga cokelat sedang yang khas. Kakao yang dialkalisasi dapat berubah menjadi cokelat gelap/hitam dan merah. Bubuk kakao berwarna cokelat gelap/hitam dan merah ini banyak digunakan di industri pangan untuk meningkatkan rasa dan penampilan berbagai produk pangan (Miller et al., 2008). Gambar 2 adalah kenampakan nib kakao kontrol dan alkalisasi. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan kenampakan warna antara nib alkalisasi dengan kontrol. Selain itu, sistem warna L^* , a^* , dan b^* dapat lebih objektif dalam memberikan keseragaman dalam pengukuran warna dan persepsi manusia (Pedreschi et al., 2006), serta berguna untuk mengekspresikan visual perubahan warna selama pencokelatan (Li et al., 2014).

berbeda terdapat pada alkalisasi suhu 75 °C, nilai L^* terkecil pada konsentrasi larutan alkali 6% yaitu 22. Penurunan nilai L^* ini menunjukkan bahwa kenampakan nib kakao setelah alkalisasi menjadi semakin gelap saat konsentrasi larutan alkali semakin tinggi.

Penentuan perubahan warna tidak hanya dilihat pada nilai L^* , perlu juga dilakukan perhitungan perubahan keseluruhan indikator warna yaitu dengan persamaan 1. Pengaruh konsentrasi larutan alkali Na_2CO_3 terhadap warna (ΔE) nib kakao ditunjukkan pada Gambar 4. Saat konsentrasi alkali ditingkatkan, pada suhu 75 °C terjadi kenaikan ΔE , namun saat suhu 100 °C nilai ΔE mengalami penurunan. Alkalisasi dengan 2% dan 6% Na_2CO_3 mengubah warna nib dengan nilai ΔE jauh di atas 1 jika dibandingkan dengan nib non-alkalisasi. Menurut Stanley et al. (2015), perbedaan tersebut secara visual dapat terlihat nyata oleh konsumen (Stanley et al., 2015). Fenomena ini dapat terjadi dikarenakan pigmen kakao yaitu antosianin mengandung gugus hidroksil fenol, dan atom oksigen heterosiklik D yang bersifat kuadrivalen. Antosianin sangat dipengaruhi oleh keasaman atau nilai pH, maka Li et al. (2014) menyatakan bahwa antosianin memiliki konfigurasi yang berbeda dan dapat menghasilkan warna beragam pula pada nib kakao di bawah variasi konsentrasi alkali selama alkalisasi.

Alasti et al. (2020) menguatkan pernyataan tersebut, banyak antosianin yang diubah menjadi polimer warna cokelat (*brown polymer*) ketika konsentrasi alkali meningkat perlakuan alkalisasi. Selain itu, peningkatan pH dapat menyebabkan deaminasi parsial protein sehingga terbentuk senyawa pencokelatan dalam bubuk kakao dan dapat menurunkan kadar antosianin (Rodríguez et al., 2009). Sesuai prediksi, nib kakao mengalami peningkatan nilai pH ketika konsentrasi alkali meningkat. Tabel 1 menunjukkan nilai pH nib teralkalisasi pada rentang 8,7-9,7 (suhu 75°C)

Tabel 1. Warna dan pH pada nib non-alkalisasi dan setelah 60 menit alkalisasi pada larutan alkali Na_2CO_3

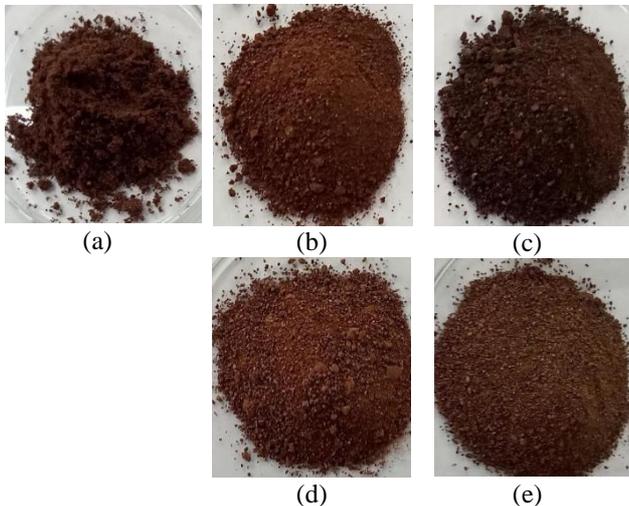
| Suhu alkalisasi | Konsentrasi | L^* | a^* | b^* | a^*/b^* | ΔE | pH |
|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| - | 0% | 37,722 ^{Cc} | 10,296 ^{Aa} | 14,562 ^{Bb} | 0,707 | - | 6,17 ^{Aa} |
| 75 | 2% | 29,768 ^{Bb} | 14,224 ^{ABb} | 16,442 ^{Bab} | 0,865 | 8,972 ^{Aa} | 8,66 ^{Cb} |
| | 6% | 22 ^{Ba} | 11,218 ^{ABa} | 15,138 ^{Ba} | 0,741 | 15,585 ^{Aa} | 9,72 ^{Cc} |
| 100 | 2% | 16,97 ^{Ab} | 28,196 ^{Bb} | 10,336 ^{Aab} | 2,727 | 28,628 ^{Ba} | 8,46 ^{Bb} |
| | 6% | 17,242 ^{Aa} | 8,712 ^{Ba} | 8,304 ^{Aa} | 1,049 | 21,201 ^{Ba} | 9,58 ^{Bc} |

Angka yang diikuti subscript huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) dengan menggunakan uji Post Hoc. Huruf kapital (A, B, C) menunjukkan perbedaan atas perlakuan suhu alkalisasi. Sedangkan huruf a, b, c merupakan perbedaan atas perlakuan konsentrasi alkalisasi.

Pada penelitian ini, didapatkan nilai dari kecerahan nib kontrol yaitu 37,72 (Gambar 3). Semua variasi proses alkalisasi menunjukkan penurunan nilai kecerahan pada nib kakao. Nilai kecerahan yang paling rendah, yaitu 16,97, dihasilkan oleh nib yang dialkalisasi dengan larutan Na_2CO_3 2% pada suhu 100 °C dimana mengalami penurunan $>50\%$ dari kontrol. Namun, pada suhu tersebut tidak terjadi perbedaan nyata nilai L^* pada konsentrasi berbeda. Hasil

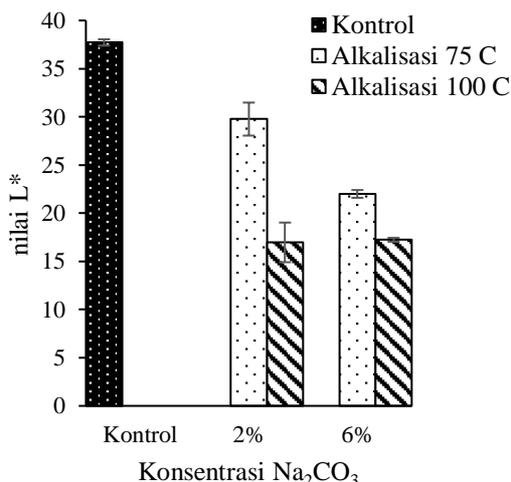
yang berarti alkalisasi derajat kuat (pH >8) (Miller et al., 2008)). Penelitian (Demirci et al., 2024) menghasilkan bubuk cokelat dengan nilai pH 8,49-9,50 setelah dialkalisasi dengan NaOH (3-6 g/100 ml) suhu 60-90 °C selama 20-40 menit. Kenaikan pH yang terjadi dapat mengubah warna nib kakao yang merah-cokelat menjadi cokelat hitam karena pH >8 menyebabkan produksi melanoid (pigmen warna cokelat) dari senyawa polifenol yang teroksidasi selama

alkalisasi (García et al., 2020). Walaupun konsentrasi yang digunakan cenderung kecil, tapi pengaruh waktu dan suhu alkalisasi sangat mungkin berperan pada capaian nilai pH produk alkalisasi. Menurut Sabahannur et al. (2016), standar pH biji kakao terfermentasi adalah antara 5,0 – 5,8 dan netral tanpa ada perlakuan fermentasi yaitu memiliki rentang pH 6,47 sampai 6,78.



Gambar 2. Kenampakan dan nilai ΔE pada Biji Kakao; (a) kontrol dengan $\Delta E=0$; (b) alkalisasi 2% pada $75^\circ C$ dengan $\Delta E=13,2$; (c) alkalisasi 6% pada $75^\circ C$ dengan $\Delta E=32,15$; (d) alkalisasi 2% pada $100^\circ C$ dengan $\Delta E=25,75$; (e) alkalisasi 6% pada $100^\circ C$ dengan $\Delta E=29,43$;

Berdasarkan uji ANOVA, didapati bahwa konsentrasi larutan alkali memiliki pengaruh yang signifikan pada nilai L^* , a^* , b^* dan pH yaitu $p < 0,05$. Perbedaan konsentrasi tidak berpengaruh terhadap nilai ΔE tidak signifikan. Interaksi antara suhu dan konsentrasi berpengaruh pada nilai L^* , a^* , dan ΔE .



Gambar 3. Nilai L (kecerahan) pada nib kakao

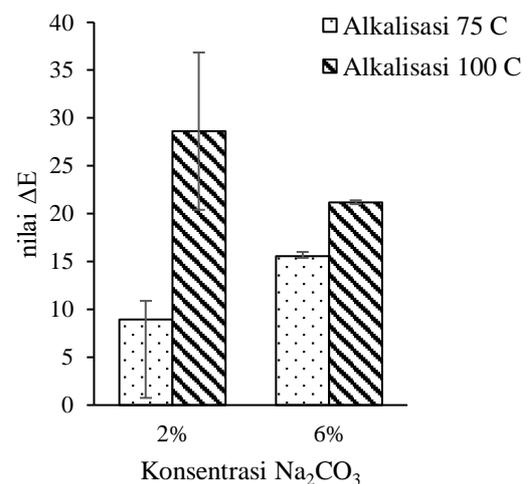
3.2 Pengaruh suhu alkalisasi terhadap warna

Kondisi alkali dan suhu yang tinggi dapat berpengaruh pada penggelapan warna nib kakao selama alkalisasi. Pengaruh dari perlakuan suhu alkalisasi yang berbeda pada nib kakao

dapat dilihat pada Tabel 1. Nib yang dialkalisasi dengan konsentrasi larutan alkali yang samapada suhu berbeda mengalami perubahan warna menjadi semakin gelap. Nilai L , a^* , b^* , dan ΔE nya berubah dibandingkan dengan nib tanpa alkalisasi (kontrol).

Alkalisasi pada konsentrasi 2% Na_2CO_3 dengan suhu $100^\circ C$ memiliki nilai ΔE (Gambar 4) yaitu 28,63 dan $75^\circ C$ didapatkan sebesar 8,3. Berdasarkan persamaan 1, diketahui bahwa ΔE merupakan akumulasi perbedaan nilai L^* , a^* , dan b^* pada kontrol dengan sampel yang mengalami alkalisasi. Menurut Sioriki et al. (2021), reaksi Maillard non-enzimatik terjadi pada kondisi panas $100^\circ C$ maupun lebih dari itu (Sioriki et al., 2021). Reaksi Maillard ini merubah warna nib yang dialkalisasi menjadi cokelat gelap diakibatkan interaksi antara gugus karbonil (-CHO) dengan gugus amin (NH_2) yang terkandung dalam nib di suhu panas (Kaewtathip et al., 2022; Li et al., 2014). Reaksi ini dapat membentuk beberapa variasi senyawa α -dekarbonil yang selanjutnya juga menyebabkan degradasi Stecker yaitu perubahan asam α -amino menjadi rantai aldehid bercabang. Warna cokelat terbentuk dikarenakan polimerisasi selama reaksi maillard (Sioriki et al., 2021).

Selain ΔE , pada penelitian ini juga diketahui bahwa nilai a^* yang paling rendah (8,7) adalah sampel yang dialkalisasi dengan 6% Na_2CO_3 , di suhu $100^\circ C$ dibandingkan dengan nilai a^* pada kontrol (10,3). Nilai a^* kontrol pada penelitian ini sama dengan nilai a^* kontrol (natural) pada penelitian Miller et al (2008) yaitu 10,8 (Miller et al., 2008). Dilakukan juga perhitungan rasio a^*/b^* yang menghasilkan nilai dengan rentang 0,7-2,7 (Tabel 1). Rasio $a^*/b^* > 1,6$ mengindikasikan bahwa dominasi kemerahan terjadi pada nib kakao teralkalisasi dengan nilai tertinggi yaitu 2,72 pada suhu $100^\circ C$.



Gambar 4. Nilai ΔE (total perbedaan warna) pada nib kakao

Alkalisasi merupakan salah satu perlakuan yang terbukti dapat meningkatkan pH dan menggelapkan warna nib. Nilai pH nib yang dihasilkan setelah proses alkalisasi pada konsentrasi dengan suhu yang sama yaitu dapat dilihat

pada Tabel 1. Diketahui dalam Tabel 1 bahwa pH pada suhu 75 °C lebih tinggi dibandingkan suhu 100 °C di semua konsentrasi. Demirci et al. (2024) melakukan alkalisasi bubuk kakao pada suhu dan konsentrasi alkali yang berbeda. Diketahui bahwa dalam data yang dihasilkan Damirci et al. nilai pH tidak selalu naik saat suhu alkalisasi semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Setelah dilakukan serangkaian alkalisasi nib kakao dengan suhu berbeda dan uji ANOVA, diketahui bahwa suhu alkalisasi signifikan terhadap nilai L*, a*, b*, ΔE, dan pH.

4. Kesimpulan

Derajat alkalisasi pada penelitian ini seragam yaitu masuk pada kategori kuat (pH > 7,6). Nib dengan alkalisasi kategori kuat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku es krim dan kue. Pengaruh konsentrasi pada warna nib kakao yaitu nilai L* dan a* menurun atau warna semakin coklat gelap saat konsentrasi meningkat. Kenaikan pH yang terjadi dapat mengubah warna nib kakao yang merah-cokelat menjadi coklat hitam karena pH > 8 menyebabkan produksi melanoid (pigmen warna coklat) dari senyawa polifenol yang teroksidasi selama alkalisasi. Nilai perubahan warna total terbesar adalah alkalisasi pada suhu tertinggi karena adanya reaksi Maillard non enzimatis. Jika diinginkan hasil dengan warna coklat gelap, disarankan alkalisasi dilakukan pada suhu tinggi dengan konsentrasi larutan alkali yang tinggi pula. Namun, diperlukan penelitian lanjutan terkait alkalisasi nib ini untuk mengetahui kondisi fisik khususnya warna nib pada derajat alkalisasi dengan tiga level berbeda yaitu ringan, sedang, dan berat. Penelitian lanjutan tersebut dapat mempertimbangkan rentang dan variasi suhu, serta variasi konsentrasi larutan alkali.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini merupakan luaran dari program Pendanaan Penelitian Sekolah Vokasi UGM tahun 2023. Maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan yang diberikan.

Daftar Pustaka

Afoakwa, E. O., Simpson Budu, A., Mensah-Brown, H., Takrama, J. F., & Ofosu-Ansah, E. (2014). Effect of Roasting Conditions on the Browning Index and Appearance Properties of Pulp Pre-Conditioned and Fermented Cocoa (*Theobroma Cacao*) Beans. *J Nutrition Health Food Sci* 1(1):1-5.

Alasti, F. M., Asefi, N., Maleki, R., & SeiielouHeris, S. S. (2020). The influence of three different types and dosage of alkaline on the inherent properties in cocoa powder. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 2561–2571. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04293-w>

Andres-Lacueva, C., Monagas, M., Khan, N., Izquterdo-Pulido, M., Urpi-Sarda, M., Permanyer, J., & Lamuela-Raventós, R. M. (2008). Flavanol and flavonol contents

of cocoa powder products: Influence of the manufacturing process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3111–3117. <https://doi.org/10.1021/jf0728754>

Bagnulo, E., Scavarda, C., Bortolini, C., Cordero, C., Bicchi, C., & Liberto, E. (2023). Cocoa quality: Chemical relationship of cocoa beans and liquors in origin identification. *Food Research International*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113199>

Dai, Q. (2017). Effects Of Alkalization and Roasting On Free And Bound Phenolic Compounds In Cocoa Nibs And Shells. A Thesis in Food Science.

Demirci, S., Elmaci, C., Atalar, İ., Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2024). Influence of process conditions of alkalization on quality of cocoa powder. *Food Research International* (Vol. 182),. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114147>

Ellis. (1992). Process for making dark cocoa. US5114730A.

Eman, J. J., Baroleh, J., & Loho, A. E. (2017). Peran Pendamping Terhadap Pemberdayaan Kelompok Tani Kakao Di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara (Vol. 13), 1-10.

Evitasari, T. R., & Budiarti, G. I. (2022). Meningkatkan Stabilitas Antosianin dari Ubi Jalar Ungu dengan Metode Kopigmentasi Improving Stability of Anthocyanin Extracted from Ipomoea batatas by Copigmentation. *Eksergi*, 19(3), 117-122.

Fang, Y., Li, R., Chu, Z., Zhu, K., Gu, F., & 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>

García, D. V., Esteve, E. P., & Baviera, J. M. B. (2020). Changes in cocoa properties induced by the alkalization process: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 2200–2221. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12581>

Greño, M., Herrero, M., Cifuentes, A., Marina, M. L., & Castro-Puyana, M. (2022). Assessment of cocoa powder changes during the alkalization process using untargeted metabolomics. *LWT*, 172 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114207>

Gu, F., Tan, L., Wu, H., Fang, Y., Xu, F., Chu, Z., & Wang, Q. (2013). Comparison of cocoa beans from china, indonesia and papua new guinea. *Foods*, 2(2), 183–197. <https://doi.org/10.3390/foods2020183>

Kaewtathip, T., Wattana-Amorn, P., Boonsupthip, W., Lorjaroenphon, Y., & Klinkesorn, U. (2022). Maillard reaction products-based encapsulant system formed between chitosan and corn syrup solids: Influence of solution pH on formation kinetic and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 393, 133329.

Li, Y., Zhu, S., Feng, Y., Xu, F., Ma, J., & Zhong, F. (2014). Influence of alkalization treatment on the color quality and the total phenolic and anthocyanin contents in cocoa powder. *Food Science and Biotechnology*,

- 23(1), 59–63. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0008-5>
- Marseglia, A., Musci, M., Rinaldi, M., Palla, G., & Caligiani, A. (2020). Volatile fingerprint of unroasted and roasted cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) from different geographical origins. *Food Research International*, 132, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109101>
- Miller, K. B., Hurst, W. J., Payne, M. J., Stuart, D. A., Apgar, J., Sweigart, D. S., & Ou, B. (2008). Impact of alkalization on the antioxidant and flavanol content of commercial cocoa powders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8527–8533. <https://doi.org/10.1021/jf801670p>
- Moser, A. (2015). Alkalizing Cocoa and Chocolate. *Manuf. Confect*, 95(6), 31-38.
- Palabiyik, I., Kopuk, B., Konar, N., & Toker, O. S. (2023). Investigation of cold plasma technique as an alternative to conventional alkalization of cocoa powders. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 88, 103440.
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., & Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.009>
- Rodríguez, P., Pérez, E., & Guzmán, R. (2009). Effect of the types and concentrations of alkali on the color of cocoa liquor. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(7), 1186–1194. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3573>
- Sabahannur, S. (2016). *Kajian Mutu Biji Kakao Petani Di Kabupaten Luwu Timur, Soppeng Dan Bulukumba*. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 11(2), 56-66.
- Sioriki, E., Lemarcq, V., Alhakim, F., Triharyogi, H., Tuenter, E., Cazin, C. S. J., Nolan, S. P., Pieters, L., Van de Walle, D., & Dewettinck, K. (2021). Impact of alkalization conditions on the phytochemical content of cocoa powder and the aroma of cocoa drinks. *LWT*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111181>.
- Stanley, T. H., Smithson, A. T., Neilson, A. P., Anantheswaran, R. C., & Lambert, J. D. (2015). Analysis of Cocoa Proanthocyanidins Using Reversed Phase High-Performance Liquid Chromatography and Electrochemical Detection: Application to Studies on the Effect of Alkaline Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(25), 5970–5975. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02661>
- Wiant, M. J., Lynch, W. R., & LeFreniere, R. C. (1989). Method for Producing Deep Red and Black Cocoa. US5009917A.