

Analisis komponen bioaktif dan atribut sensori seduhan kopi Arabika Kalosi Enrekang dengan pengolahan pascapanen berbeda

[Analysis of bioactive compounds and sensory attributes of Kalosi-Enrekang Arabica coffee prepared different postharvest processing]

Yulianti^{1,2,3}, Dede Robiatul Adawiyah^{2,3}, Dian Herawati^{2,3}, Dias Indrasti^{2,3}, dan Nuri Andarwulan^{2,3*},

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Gorontalo, Limboto, Gorontalo, 96211, Indonesia

² Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB University, Bogor, Jawa Barat, 16680, Indonesia

³ South-East Asia Food and Agriculture Science and Technology (SEAFST) Center, IPB University, Bogor, Jawa Barat, 16680, Indonesia

* Email korespondensi : andarwulan@apps.ipb.ac.id

Diterima :13 January 2023, Disetujui : 15 Agustus 2023, DOI: 10.23960/jthp.v28i2.163-173

ABSTRACT

Postharvest processing affects the chemical components and sensory attributes of coffee beans. This study aimed to evaluate the effect of postharvest processing on caffeoylquinic acids and alkaloids (bioactive compounds) and sensory attributes (aroma and taste) of brewed coffee. Coffee beans of Kalosi-Enrekang were processed using three postharvest processing methods (honey, natural, and full-washed), roasted at a medium degree, and brewed with tubruk brewing techniques. Bioactive compounds were analyzed using UPLC-PDA and sensory attributes were analyzed using the Quantitative Descriptive Analysis method. The data were analyzed using single-factor ANOVA and Principal Component Analysis. The research showed that postharvest processing did not affect the bioactive compound of brewed coffee. Postharvest processing affected the aroma and taste attributes of brewed coffee. Natural processing had dominant attributes of fruity, spicy, sweet, and caramelized. Honey processing had dominant attributes of nutty and roasted, while full-washed processing did not have dominant attributes. The result also showed that caffeoylquinic acids and alkaloids did not affect coffee brewed's aroma and taste attributes.

Keywords: arabica, bioactive compounds, postharvest, sensory, tubruk

ABSTRAK

Pengolahan pascapanen memengaruhi komponen kimia dan atribut sensori kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pengolahan pascapanen terhadap komponen bioaktif (*caffeoylquinic acid* dan alkaloid) dan atribut sensori (aroma dan rasa) seduhan kopi. Biji kopi Kalosi Enrekang diolah dengan tiga metode pengolahan pascapanen (*honey*, *natural*, dan *full-washed*), disangrai pada tingkat medium dan diseduh dengan teknik penyeduhan tubruk. Komponen bioaktif dianalisis menggunakan UPLC-PDA dan atribut sensori dianalisis menggunakan metode *Quantitative Descriptive Analysis*. Analisis data dilakukan menggunakan ANOVA *single-factor* dan *Principal Component Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan pascapanen tidak memengaruhi komponen biokatif seduhan kopi. Namun pengolahan pascapanen memengaruhi atribut aroma dan rasa seduhan kopi. Pengolahan *natural* memiliki atribut dominan *sweet*, *fruity*, *spicy*, dan *caramelized*. Pengolahan *honey* memiliki atribut dominan *nutty* dan *roasted*, sedangkan pada pengolahan *full-washed* tidak memiliki atribut dominan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa *caffeoylquinic acid* dan alkaloid tidak memengaruhi atribut aroma dan rasa pada seduhan kopi.

Kata kunci: arabika, komponen bioaktif, pascapanen, sensori, tubruk

Pendahuluan

Kopi adalah minuman populer dan memiliki harga tinggi di perdagangan internasional. Selain itu, kopi bermanfaat terhadap kesehatan (Jaiswal et al., 2014). Manfaat ini dikaitkan dengan adanya kandungan bioaktif pada kopi yaitu alkaloid, fenolik, terpenoid, dan melanoidin (hasil reaksi Maillard) (Herawati et al., 2022). Fenolik dan alkaloid adalah 2 kelompok komponen penting yang banyak dieksplorasi sifat fungsionalnya. Komponen fenolik utama pada kopi yaitu asam klorogenat yang memiliki banyak isomer tergantung posisi ikatan dan jumlah *caffeic* pada *quinic acid*. Kandungan asam klorogenat pada kopi sekitar 6-12%. Isomer asam klorogenat yang konsentrasinya paling tinggi dibandingkan dengan isomer lainnya adalah *caffeoylquinic acid* (CQAs) (de Melo Pereira et al., 2019). Kafein dan trigonelin adalah

alkaloid dominan yang ada pada kopi yang memengaruhi kualitas dan karakteristik kopi. Selain itu, kopi juga mengandung alkaloid jenis lain yang memiliki kuantitas yang kecil yaitu teobromin (Yisak et al., 2018).

Beberapa faktor yang memengaruhi komponen bioaktif pada biji kopi yaitu tempat tumbuh, budidaya, pengolahan pascapanen, penyangraian dan penyeduhan (Bastian et al., 2021). Penerapan pengolahan pascapanen berbeda memengaruhi komposisi kimia biji kopi terutama senyawa yang larut air seperti gula, trigonelin, kafein dan asam klorogenat (Duarte et al., 2010). Proses pascapanen yang umum dilakukan petani kopi di Indonesia adalah pengolahan *full-washed* dan natural. Namun di beberapa wilayah, petani melakukan pengolahan *honey*. Pengolahan natural dilakukan dengan mengeringkan buah kopi tanpa dilakukan pengupasan kulit luar (eksocarp), sedangkan pengolahan *full-washed* kulit luar buah kopi dikupas terlebih dahulu, difermentasi dengan cara direndam dalam air, kemudian dicuci untuk menghilangkan *mucilage* dan terakhir dikeringkan (Duguma & Chewaka, 2019). Proses pengolahan secara *honey* terbagi atas tiga tipe yaitu *red*, *yellow* dan *black honey*. *Yellow honey* diproduksi dengan menghilangkan sebagian besar *mucilage* dan dikeringkan 8-10 hari. *Red honey* diproduksi dengan memertahankan 50-70% *mucilage* dan dikeringkan 12-15 hari. *Black honey* mengeringkan biji kopi dengan 100% *mucilage* dengan lama pengeringan berkisar 30 hari (Sanz-Urbe et al., 2017). Menurut Yulianti et al. (2022) pengolahan pascapanen memengaruhi *caffeoylquinic acid* (CQAs) dan alkaloid kopi beras dan kopi sangrai Arabika Kalosi Enrekang. Menurut Bastian et al. (2021) pada proses pengolahan *pulped natural* konsentrasi asam klorogenat dan trigonelin lebih rendah dibandingkan pada metode *full-washed* maupun natural. Pada pengolahan natural, kandungan asam caffeic, kafein, trigonelin dan isomer CGA lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan *full-washed* (Bruyn et al., 2017).

Selain komposisi kimia, kompleksitas sensori kopi juga dipengaruhi oleh proses pengolahan. Kualitas aroma dan *flavor* kopi setelah sangrai dipengaruhi oleh proses pascapanen (Sunarharum & Farhan, 2020). Perbedaan proses pengolahan pascapanen pada kopi dan adanya stress kekeringan dapat memengaruhi sensori kopi. Perbedaan ini terjadi akibat proses metabolisme yang berbeda pada biji kopi (de Melo Pereira et al., 2019). Aktivitas metabolisme dan asam amino bebas yang berbeda pada setiap proses pascapanen memengaruhi pembentukan aroma, dimana senyawa-senyawa ini merupakan prekursor pembentukan banyaknya senyawa volatil selama proses sangrai. Perbedaan bobot asam amino dan gula akan membedakan profil aroma biji kopi yang di proses secara *full-washed* dan natural (Tsukui et al., 2019). Dengan adanya perbedaan komposisi kimia ini perlu dilakukan uji sensori untuk membedakan profil sensori seduhan dari biji kopi yang diolah dengan pengolahan pascapanen berbeda.

Proses akhir sebelum kopi dikonsumsi adalah penyeduhan. Penyeduhan adalah proses ekstraksi padat-cair yang prosesnya berdampak terhadap kinetika ekstraksi berbagai senyawa pada bubuk kopi sangrai. Proses penyeduhan hanya membutuhkan beberapa menit namun proses ini secara langsung memengaruhi kualitas akhir seduhan. Banyak faktor yang memengaruhi keberhasilan penyeduhan salah satunya teknik penyeduhan (Bastian et al., 2021). Teknik penyeduhan berbeda akan memberikan karakteristik sensori yang berbeda. Teknik penyeduhan yang populer dikalangan masyarakat Indonesia yaitu metode Tubruk (Sunarharum & Farhan, 2020). Metode ini menggunakan air dengan suhu dibawah titik didih. Suhu air yang terlalu rendah menyebabkan beberapa senyawa penting untuk *flavor* tidak terekstrak sedangkan suhu yang sangat tinggi akan memengaruhi keseimbangan rasa dan profil khas (Bastian et al., 2021). Metode ini juga digunakan dalam pengujian *specialty coffee* (SCAA, 2015). Penyeduhan memengaruhi komponen aktif dan rasa kopi. Komponen yang mudah larut air akan terlarut sedangkan komponen volatil akan menguap selama proses penyeduhan (Bastian et al., 2021). Sejauh ini banyak penelitian yang membahas terkait komponen bioaktif pada kopi, namun belum ada informasi yang jelas terkait pengaruh pengolahan pascapanen terhadap kandungan bioaktif seduhan kopi tubruk. Selain itu, penelitian pengaruh teknik penyeduhan terhadap perbedaan atribut/note sensori seduhan kopi telah banyak dilakukan (Asiah et al., 2017; Zakaria, 2019; Kinasih et al., 2021), namun penelitian mengenai perbedaan atribut terhadap seduhan kopi terutama seduhan kopi tubruk dengan pengolahan pascapanen

berbeda belum banyak dilakukan (Santoso & Egra, 2018). Oleh karena itu, penelitian terkait hal tersebut diperlukan untuk mengetahui karakteristik senyawa bioaktif (*caffeoylquinic acids* dan alkaloid) pada biji kopi dan karakteristik sensoris (rasa dan aroma) seduhan kopi tubruk dari biji kopi yang diproses dengan pengolahan pascapanen berbeda. Studi ini diharapkan dapat memberikan informasi sebagai acuan untuk menghasilkan seduhan kopi berkualitas.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Penelitian menggunakan biji kopi Arabika Kalosi Enrekang yang diproses dalam 3 pengolahan pascapanen yaitu *natural*, *honey*, dan *full-washed*. Bahan kimia yang digunakan yaitu 3-CQA (3-*caffeoylquinic acid*), 4-CQA (4-*caffeoylquinic acid*) dan 5-CQA (5-*caffeoylquinic acid*), trigonelin, teobromin, dibeli dari Sigma-Aldrich (St Louis, USA). Kafein, asam format, *methanol* LC dan *water* LC dibeli dari Merck (Darmstadt, Germany). Sedangkan alat yang digunakan yaitu pH meter (PHT-0,27, Cina), refractometer (HM digital SCM-1000, Korea), dan UPLC-PDA (Shimadzu Corp, Jepang).

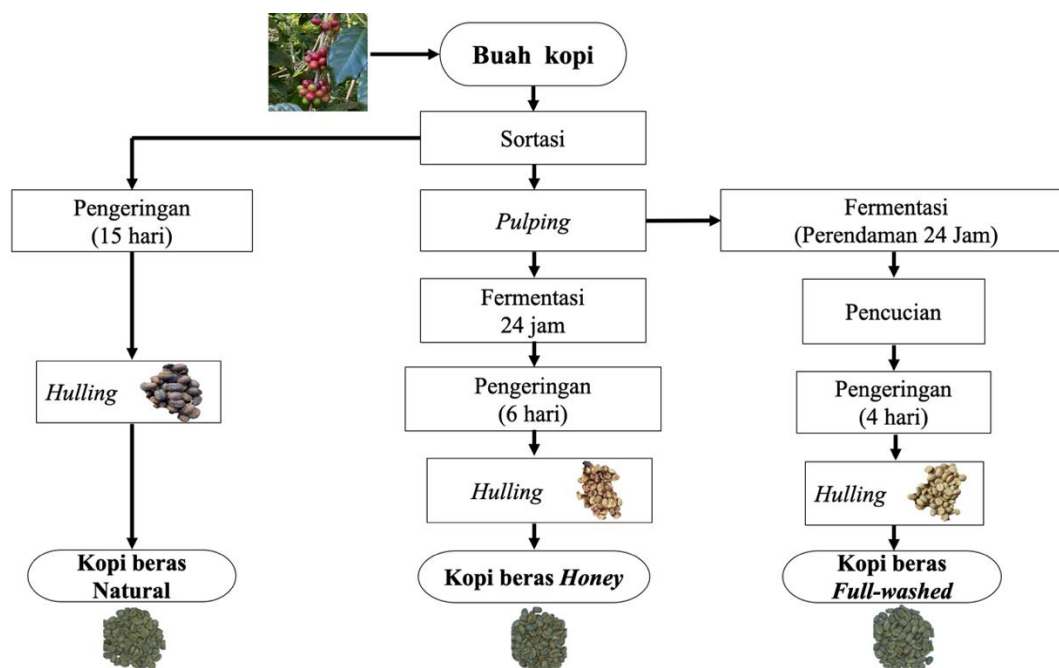
Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan memproses biji kopi dengan tiga pengolahan pascapanen yaitu *natural*, *honey*, dan *full-washed*, dan dilakukan masing-masing dalam tiga ulangan. Selanjutnya kopi biji disangrai pada tingkat medium dan diseduh dengan teknik tubruk. Analisis data menggunakan ANOVA-*single factor* dan uji Duncan ($p < 0,05$) dengan menggunakan Microsoft Excel 2019 (One Microsoft Way, Redmond, USA). Sedangkan *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk menganalisis atribut sensori aroma dan rasa seduhan kopi dengan menggunakan XLSTAT 2022 (Addinsoft, New York).

Pelaksanaan penelitian

(1) Pengolahan pascapanen

Buah kopi dipanen pada bulan Mei 2021 di Desa Buntu Sarong, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan dan diproses dengan tiga pengolahan pascapanen yaitu *natural*, *honey*, dan *full-washed* (Gambar 1).



Gambar 1. Pengolahan pascapanen kopi arabika kalosi enrekang. *Fermentasi pada pengolahan honey dilakukan diruangan yang tidak terkena sinar matahari langsung. Pengeringan menggunakan sinar matahari.

(2) Proses penyangraian

Kopi beras yang dihasilkan dari tiga pengolahan pascapanen sangrai dengan menggunakan mesin sangrai (IKRI, Jember, Indonesia) dari PT Kemenady Industri Mandiri selama 12 menit dengan suhu awal penyangrai 155°C dan suhu akhir 196°C.

(3) Proses penyeduhan tubruk

Seduhan kopi dibuat dengan cara biji kopi sangrai dari masing-masing pengolahan pascapanen dihaluskan dengan menggunakan *grinder* kopi (Gemilai crm905, China) dan diseduh menggunakan air suhu 95°C dengan rasio kopi dengan air 8,25 g/150 mL (SCAA, 2015). Seduhan kopi didiamkan 10 menit dan disaring menggunakan *paper filter* kopi (Hario, China). Hasil seduhan disimpan di *freezer* suhu -22°C sebelum dianalisis.

Parameter penelitian

(1) pH dan total padatan terlarut (TPT)

Nilai pH dianalisis dengan pH meter (PHT-027, China). Total padatan terlarut (TPT) dinyatakan dengan g/100 mL dan dianalisis dengan refractometer (HM digital SCM-1000, Korea) (Herawati et al., 2022).

(2) Kuantifikasi *caffeoylquinic acid* (CQAs)

Analisis kandungan CQA dilakukan dengan memodifikasi metode Herawati et al. (2022) menggunakan UPLC (Shimadzu Corp, Jepang). Hasil seduhan disaring dengan membran filter PTFE 0,22 µm dan sebanyak 5 µL sampel di elusi kedalam Colomn ACQUITY C18 (2,1x50 mm, 1,7 µm, Ireland) dengan suhu oven 30°C dan tekanan 430-570 kgf/cm² selama proses analisis berlangsung. Fase gerak menggunakan *methanol*/LC (A) dan asam format 0,05% dalam *water* LC (B) dengan laju alir 0,3 mL/menit. Elusi gradien diatur 5%A (0 menit), 90%A (8,30-9,30 menit), 5%A (10,30-12,30 menit) dan 5% A (12,30-14,00 menit). Pendeteksian dilakukan menggunakan PDA SPD-M40 (Shimadzu Corp, Jepang) pada panjang gelombang 320 nm. Kurva standar 5 titik untuk 3-CQA, 4-CQA, dan 5-CQA dengan konsentrasi 5-83 mg/L (Tiga kali ulangan: 3-CQA = LoD 4,78 mg/L, R² 0,998; 4-CQA = LoD 2,39 mg/L, R² 0,995; dan 5-CQA = LoD 0,65 mg/L, R² 0,996). Konsentrasi CQAs diperoleh dengan menggunakan persamaan $y = bx + a$ dari kurva standar dan dinyatakan dalam g/100g *soluble solid* (SS).

(3) Kuantifikasi Alkaloid

Analisis kandungan alkaloid dilakukan dengan memodifikasi metode Caprioli et al. (2014) menggunakan UPLC (Shimadzu Corp, Jepang). Hasil seduhan disaring dengan membran filter PTFE 0,22 µm dan sebanyak 1 µL sampel dielusi kedalam Colomn ACQUITY C18 (2,1x50 mm, 1,7 µm, Ireland) dengan suhu oven 30°C dan tekanan 430-570 kgf/cm² selama proses analisis berlangsung. Fase gerak menggunakan *methanol*/LC (A) dan asam format 0,3% dalam *water* LC (B) dengan laju alir 0,3 mL/menit. Elusi gradien diatur 25%A (0 menit), 60%A (1,00-1,50 menit), 25%A (2,00-2,50 menit), dan 25% A (2,50-4,00 menit). Pendeteksian dilakukan menggunakan PDA SPD-M40 (Shimadzu Corp, Jepang) pada panjang gelombang 265 nm. Kurva standar 5 titik untuk trigonelin, teobromin, dan kafein dengan konsentrasi 15-250 mg/L (Tiga kali ulangan: trigonelin = LoD 6,81 mg/L, R² 1; teobromin = LoD 4,63 mg/L, R² 0,999; dan kafein = LoD 4,99 mg/L, R² 0,999). Konsentrasi alkaloid diperoleh dengan menggunakan persamaan $y = bx + a$ dari kurva standar dan dinyatakan dalam g/100g *soluble solid* (SS).

(4) Profil sensori metode *quantitative descriptive analysis* (QDA)

Analisis QDA dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (Jember, Indonesia) dengan menggunakan 9 panelis yang terdiri dari 2 *Q grader* dan 7 penelis terlatih dengan pengalaman *cupping* 2-33 tahun. Metode ini dilakukan dengan menilai intensitas menggunakan skala 0-15 (tidak teridentifikasi hingga

teridentifikasi sangat kuat) terhadap atribut rasa dan aroma seduhan kopi tubruk. Atribut yang digunakan mengacu pada *sensory lexicon* kopi. Sebelum dilakukan penilaian, panelis terlebih dahulu diperkenalkan dan dijelaskan terkait QDA (Kreuml et al., 2013). Penelitian ini telah lolos kaji etik menggunakan subjek manusia dengan nomor surat 490/IT3.KEPMSM-IPB/SK/2021 yang dikeluarkan oleh Komisi Etik Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Institut Pertanian Bogor.

Hasil dan pembahasan

Komponen bioaktif seduhan kopi arabika

Seduhan kopi Arabika Kalosi Enrekang yang diseduh dengan metode tubruk memiliki total padatan terlarut (TPT) berkisar antara 1,78-1,92 g/100 mL dan dipengaruhi oleh proses pengolahan pascapanen (Tabel 1). TPT tertinggi pada seduhan natural dan yang terendah pada seduhan *honey*. Hal ini kemungkinan disebabkan pada seduhan dari pengolahan *honey*, konsentrasi senyawa yang terekstrak lebih rendah dibandingkan pada seduhan dari pengolahan natural dan *full-washed*, untuk mengonfirmasi hal ini dibutuhkan penelitian lebih lanjut. Menurut Cordoba et al. (2020) perbedaan TPT pada seduhan kopi disebabkan adanya perbedaan konsentrasi dan jenis senyawa kimia yang terekstrak dari bubuk kopi ke dalam air. TPT kopi Arabika yang diseduh dengan teknik *hot brew* sebesar 1,83-1,87%. TPT seduhan kopi dikaitkan dengan atribut sensori "body". Semakin tinggi TPT semakin kuat "body" kopi. TPT kopi dipengaruhi oleh varietas, tekanan, rasio air dan bubuk kopi, waktu ekstraksi, suhu air, teknik penyeduhan dan ukuran partikel (Sunarharum & Farhan, 2020).

Nilai pH seduhan dikaitkan dengan keasaman pada seduhan kopi yang dapat dirasakan oleh konsumen/penikmat kopi. Pengukuran pH adalah tingkat molekul asam yang terdeprotonasi dalam seduhan kopi dengan cara mengukur konsentrasi ion hidrogen (Cordoba et al., 2020). Hasil pengukuran pH seduhan (Tabel 1) yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh proses pengolahan pascapanen. Keasaman kopi berperan penting terhadap kualitas citarasa seduhan kopi. Keasaman pada seduhan kopi terutama berasal pada senyawa asam asetat, asam sitrat dan senyawa organik lainnya seperti oksalat, malat, kinat, suksinat, dan laktat (Sunarharum & Farhan, 2020).

Tabel 1. Nilai padatan terlarut, pH, *caffeoylquinic acid* (CQAs) dan alkaloid kopi seduhan tubruk dari biji kopi Arabika Kalosi Enrekang dengan pengolahan pascapanen berbeda

Parameter	Natural	Honey	Full-washed
TPT (g/100 mL)	1,92±0,08 ^{bc}	1,78±0,03 ^a	1,88±0,03 ^b
pH	4,65±0,06 ^a	4,57±0,02 ^a	4,63±0,09 ^a
CQAs			
3-CQA (g/100 g SS)	1,64±0,06 ^a	1,83±0,28 ^a	1,67±0,35 ^a
4-CQA (g/100 g SS)	1,75±0,07 ^a	1,75±0,17 ^a	1,67±0,25 ^a
5-CQA (g/100 g SS)	4,57±0,10 ^a	4,76±0,54 ^a	4,51±0,66 ^a
Total (g/100 g SS)	7,97±0,23 ^a	8,34±0,99 ^a	7,85±1,26 ^a
Alkaloid			
Trigonelin (g/100 g SS)	2,25±0,05 ^a	2,19±0,13 ^a	2,24±0,10 ^a
Teobromin (g/100 g SS)	1,36±0,02 ^a	1,42±0,05 ^a	1,35±0,22 ^a
Kafein (g/100 g SS)	5,82±0,14 ^a	5,68±0,06 ^a	5,90±0,27 ^a
Total (g/100 g SS)	9,43±0,21 ^a	9,30±0,24 ^a	9,49±0,59 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama berbeda nyata ($p < 0,05$). Nilai adalah rata-rata dan standar deviasi dari 3 ulangan.

Tabel 1 menunjukkan kandungan 5-CQA paling tinggi dibandingkan dengan kandungan 3-CQA dan 4-CQA. Namun perbedaan proses pengolahan pascapanen pada biji kopi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan CQA seduhan kopi tubruk. Hal ini disebabkan karena kandungan CQA pada seduhan kopi dipengaruhi oleh teknik penyeduhan (Rao & Fuller, 2018). Seduhan dengan pengolahan *honey* memiliki kandungan 3-CQA, 5-CQA dan total CQA lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan

full-washed dan *natural*. Pada proses pengolahan *honey* tidak ada proses pencucian sehingga senyawa yang larut air dapat dipertahankan. Selain itu lama pengeringan pada pengolahan *honey* lebih singkat dibandingkan *natural*. Kandungan CQA terendah adalah seduhan pada proses pengolahan *full-washed*. Pengolahan *full-washed* melibatkan pencucian biji kopi sebelum dikeringkan sehingga menyebabkan CQA hilang sebagian terbawa air. Pengolahan *natural* melibatkan proses pengeringan yang lama sehingga menyebabkan *stress* kekeringan dan degradasi komponen kimia. Bruyn et al. (2017) menyatakan pengeringan yang lama akan menyebabkan degradasi asam klorogenat. Hal yang sama dikatakan oleh Herawati et al. (2022) degradasi 5-CQA terjadi akibat proses pengeringan yang lama. 5-CQA dapat terdegradasi dan terisomerisasi pada suhu 37°C (Kulapichitr et al., 2022). Kandungan CQA pada seduhan kopi berpengaruh terhadap citarasa terutama *acidity*, *astringency* dan *bitterness* (Angeloni et al., 2019).

Proses pengolahan pascapanen pada biji kopi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan kafein kopi seduh metode Tubruk (Tabel 1). Hal ini disebabkan kandungan kafein pada seduhan kopi dipengaruhi oleh varietas, *geographical origin*, teknik penyeduhan (suhu air dan metode ekstraksi) (Angeloni et al., 2019) dan tidak dipengaruhi oleh pengolahan pascapanen (Duarte et al., 2010). Kandungan kafein lebih tinggi pada seduhan kopi pengolahan *full-washed* dan *natural* dibandingkan pada pengolahan *honey*. Penggunaan suhu air seduhan, rasio bubuk kopi dengan air, hasil penggilingan yang sama yang menyebabkan kandungan kafein relatif tidak jauh berbeda. Selain kafein, *methylxantine* yang lain pada kopi adalah teobromin. Pada seduhan kopi metode Tubruk (Tabel 1) menunjukkan kandungan teobromin tidak dipengaruhi oleh pengolahan pascapanen namun yang tertinggi pada seduhan pengolahan *honey* dan yang terendah pada seduhan pengolahan *full-washed*. Menurut Jeszka-Skowron et al. (2020) kandungan teobromin seduhan kopi Arabika sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ada pada daun teh mate dan tidak ada perbedaan signifikan antara seduhan kopi Robusta.

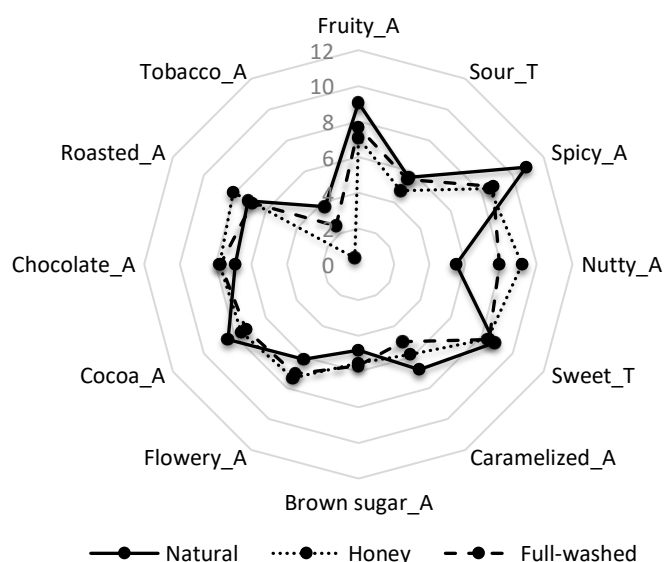
Trigonelin adalah salah satu komponen penting yang dikandung kopi yang memengaruhi citarasa kopi. Tabel 1 menunjukkan konsentrasi trigonelin seduhan kopi Tubruk berkisar antara 2,19-2,25 g/100 g SS dan tidak dipengaruhi oleh pengolahan pascapanen. Kandungan trigonelin lebih tinggi pada pengolahan *natural* dibandingkan dengan seduhan hasil pengolahan *full-washed* dan *honey*. Hilangnya komponen larut air yang memiliki kelarutan yang tinggi pada pengolahan pascapanen akibat pencucian, menyebabkan konsentrasi trigonelin pada pengolahan *full-washed* lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan *semi dry* (Mehari et al., 2016). Konsentrasi trigonelin kopi Arabika lebih tinggi dibandingkan kopi varietas lainnya (Jeszka-Skowron et al., 2020). Konsentrasi trigonelin pada kopi memengaruhi kualitas seduhan. Rendahnya kadar trigonelin pada seduhan mengakibatkan kualitas seduhan kopi menurun (Farah et al., 2006).

Atribut sensori aroma dan rasa seduhan kopi

QDA adalah metode analisis untuk mengukur intensitas atribut sensori pada bahan pangan. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa atribut sensori (aroma dan rasa) seduhan kopi memiliki intensitas atribut yang berbeda. Intensitas rasa *sweet* seduhan kopi dari pengolahan *natural* lebih tinggi dibandingkan pengolahan *honey* dan *full-washed*. Pada pengolahan *natural*, kulit buah tidak dikupas namun dikeringkan secara langsung sehingga karbohidrat yang ada kulit dan *mucilage* translokasi ke biji. Rasa *sweet* ini berasal dari karbohidrat (konsentrasinya mencapai 50% dari berat biji) yang menjadi substrat reaksi Maillard dan karamelisasi selama penyangraian (Sunarharum & Farhan, 2020). Menurut Toci dan Boldrin (2018) aroma *caramel/sweet* berasal dari senyawa furanon. Selain rasa manis, intensitas rasa *sour* juga diukur, seduhan proses *natural* dan *full-washed* memiliki intensitas yang sama. Atribut *sour* adalah rasa dasar yang dikaitkan dengan asam sitrat. Kopi Arabika yang disimpan selama 18 bulan memiliki intensitas *sour* 60% lebih tinggi dibandingkan dengan seduhan kopi yang baru disangrai (Kreuml et al., 2013).

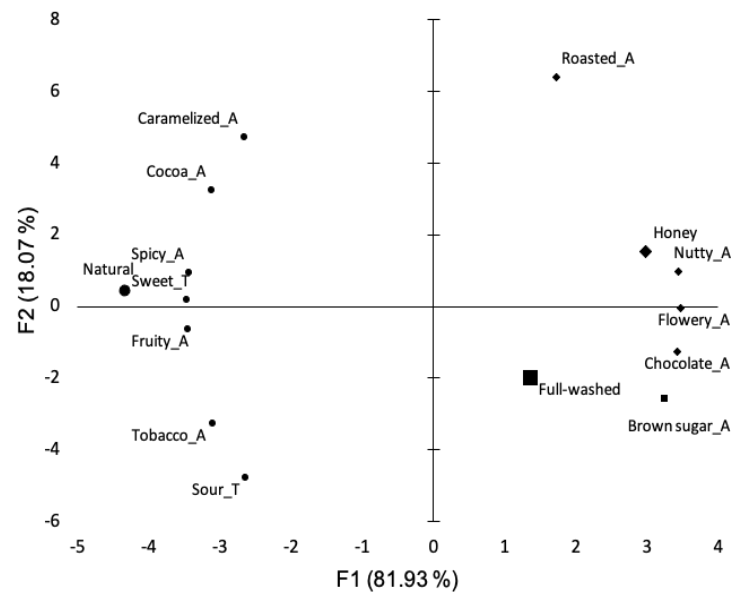
Fruity salah satu atribut aroma yang diukur pada seduhan kopi. Seduhan dari pengolahan *natural* memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengolahan *honey* dan *full-washed*.

Menurut Subedi (2011) kopi yang memiliki aroma *fruity* yang kuat menunjukkan bahwa kopi tersebut memiliki kualitas yang baik. Pada pengolahan natural, *mucilage* yang mengandung gula tinggi bersentuhan langsung dengan biji dan gula akan mengalami translokasi ke biji selama pengeringan karena tekanan osmotik. Aroma *fruity* yang dikaitkan dengan rasa *fruity* didefinisikan sebagai aroma asam yang ringan dan manis (Kreuml et al., 2013). Menurut Cordoba et al. (2020) aroma dan rasa *fruity* pada kopi seduh dipengaruhi oleh proses pascapanen. Senyawa yang bertanggung jawab pada aroma dan rasa *fruity* adalah *metil* dan *etil ester*. Selain *fruity*, atribut aroma *spicy* dan *caramelized* juga memiliki intensitas yang lebih tinggi pada seduhan pengolahan natural dibandingkan seduhan pengolahan *honey* dan *full-washed*. Menurut Subedi (2011) aroma *floral*, *fruity*, dan *caramelized* dihasilkan dari fermentasi natural melalui tekanan osmosis. Senyawa yang dikaitkan dengan flavor *spicy* adalah *maple lakton*. Aroma *nutty*, dan *roasted* memiliki intensitas yang lebih tinggi pada seduhan pengolahan *honey* dibandingkan dengan pengolahan natural dan *full-washed*. Menurut Wang et al. (2020) atribut *nutty* dan *roasted* dihasilkan dari senyawa volatil *N-heterocyclic* yang terbentuk melalui degradasi *Strecker* selama proses penyangraian. Seduhan dari pengolahan *honey* dan *full-washed* memiliki aroma *brown sugar*, *flowery* dan *chocolate* dengan intensitas yang sama (Gambar 2). Aroma *cocoa* memiliki intensitas yang sama pada seduhan pengolahan natural dan *honey*.



Gambar 2. Atribut aroma (A) dan rasa (T) seduhan tubruk kopi Arabika Kalosi Enrekang pengolahan pascapanen berbeda. Nilai berasal dari rata-rata dari 9 panelis dengan 3 ulangan.

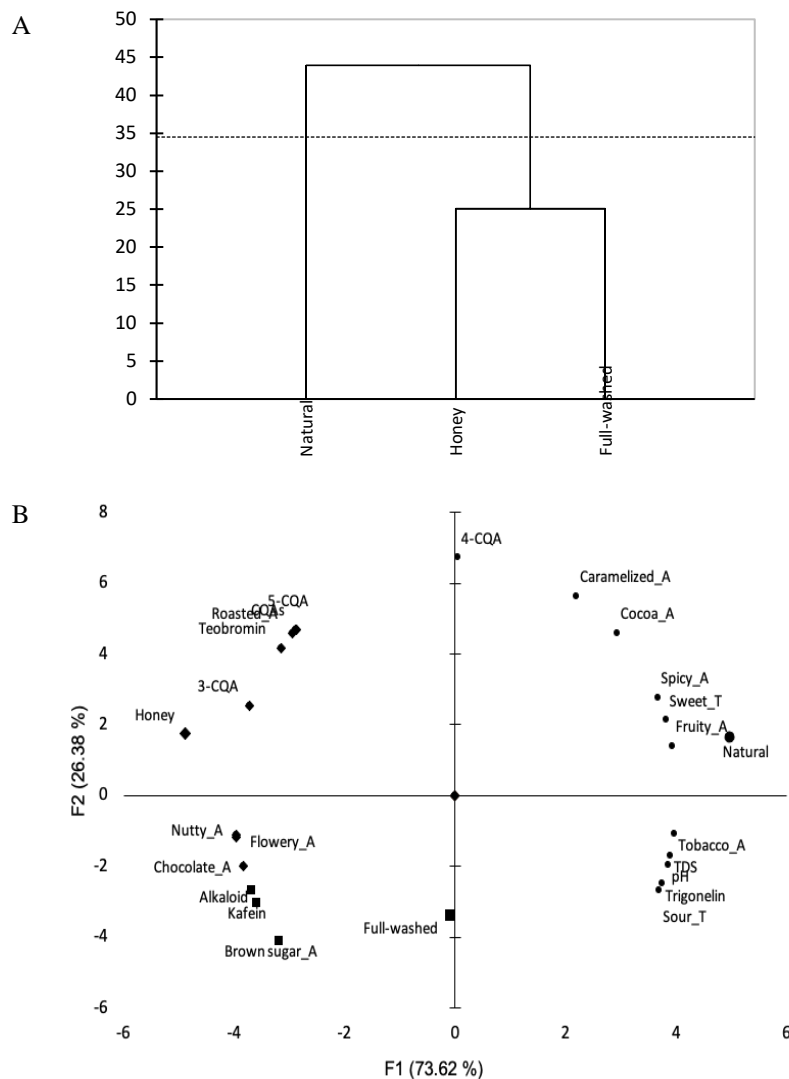
Atribut seduhan dari tiga pengolahan pascapanen yang berbeda memisah dengan baik dengan nilai PC1 (F1) 81.93% dan PC2 (F2) 18.07% dengan varian kumulatif score PCA 100% (Gambar 3). Pengolahan natural memiliki atribut rasa dan aroma yang lebih kompleks dibandingkan dengan pengolahan *honey* dan *full-washed*. Perbedaan profil aroma olahan *full-washed* dan natural dikaitkan dengan adanya akumulasi asam amino bebas dan gula yang berbobot rendah. Seduhan kopi dari kopi beras yang diproses secara natural memiliki tingkat keasaman dan aroma yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang diproses secara *full-washed*. Hal ini dikaitkan dengan proses pengolahan yang berbeda mengakibatkan aktivitas metabolisme gula dan asam amino bebas juga berbeda dan senyawa ini merupakan prekursor pembentukan banyak senyawa volatil selama penyangraian. Pengeringan yang lama pada pengolahan natural menyebabkan *stress* kekeringan yang mengakibatkan asam amino butirat terakumulasi (de Melo Pereira et al., 2019). Kopi beras olahan natural menghasilkan seduhan kopi yang lebih manis, enak, halus dan rasa yang kompleks dibandingkan dengan olahan *full-washed*. Pada varietas kopi tertentu untuk proses *honey* dapat memperkuat intensitas dan atribut sensorik (Sanz-Urbe et al., 2017).



Gambar 3. PCA atribut aroma (A) dan rasa (T) seduhan tubruk kopi Arabika Kalosi Enrekang.

Profil seduhan kopi tubruk Arabika Kalosi Enrekang

Gambar 4 menunjukkan profil seduhan memisah dengan baik berdasarkan pengolahan pascapanen dengan nilai PC1 (F1) 73,62% dan PC2 (F2) 26,38%. Namun berdasarkan dendrogram, seduhan kopi dari pengolahan *honey* dan *full-washed* memiliki kemiripan. Ini mungkin dikarenakan adanya proses fermentasi dan lama pengeringan pada pengolahan *honey* dan *full-washed* lebih singkat dibandingkan dengan pengolahan natural. Komponen kimia dan sensori seduhan kopi sangat dipengaruhi oleh proses fermentasi dan lama pengeringan. Hal ini disebabkan karena terjadi reaksi biokimia yang terjadi pada senyawa berbeda selama proses fermentasi dan pengeringan (Sanz-Urbe et al., 2017). Pada pengolahan natural, biji kopi mengalami fermentasi yang paling lama dibandingkan dengan pengolahan *full-washed* dan *honey*. Selama pengeringan, kopi masih aktif secara metabolik sebagai respon dari tekanan abiotik, kondisi anoksi dan stress. Pengeringan lambat menyebabkan komponen kimia dari *pulp* mengalami translokasi ke biji kopi (Zhang et al., 2019). Menurut Sunarharum & Farhan (2020) aroma dan citarasa kopi dari pengolahan *full-washed* dipengaruhi oleh penggunaan air selama proses fermentasi. Proses fermentasi menurunkan konsentrasi asam amino yang menjadi prekursor pembentukan senyawa aroma selama penyangraian dan pengeringan yang cepat mengakibatkan laju reaksi enzim proteolitik lebih rendah (Kulapichitr et al., 2022). Menurut Bruyn et al. (2017) konsentrasi senyawa volatil pada kopi dengan pengolahan natural lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengolahan *full-washed* akibat aerasi dan penurunan kelembaban yang lambat serta pengeringan yang lama. Komponen kimia seduhan kopi dipengaruhi secara langsung oleh komposisi kimia kopi beras karena semua prekursor pembentukan senyawa pada seduhan ada pada kopi beras (Wang et al., 2020). Selain itu, Gambar 4 juga menunjukkan bahwa komponen utama pada kopi yaitu CQA dan alkaloid pada seduhan tidak memengaruhi atribut rasa dan aroma seduhan yang diamati.



Gambar 4. Dendrogram (A) dan PCA (B) seduhan tubruk kopi Arabika Kalosi Enrekang

Kesimpulan

Pengolahan pascapanen tidak memengaruhi komponen bioaktif pada seduhan kopi namun memengaruhi atribut aroma dan rasa. Pengolahan natural memiliki atribut aroma dan rasa yang dominan dibandingkan dengan pengolahan *honey* dan *full-washed*. Senyawa *caffeoylquinic acid* dan alkaloid pada seduhan tidak berpengaruh terhadap aroma dan rasa seduhan namun adanya senyawa lain yang terlarut. Diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terlarut pada seduhan kopi.

Daftar pustaka

- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A., & Innocenti, M. (2019). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116(October 2018), 1327–1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>
- Asiah, N., Septiana, F., Saptono, U., Cempaka, L., & Sari, D.A. (2017). Identifikasi cita rasa sajian tubruk kopi robusta cibulao pada berbagai suhu dan tingkat kehalusann penyeduhan. *Barometer*, 2(2), 52-56.
- Bastian, F., Hutabarat, O. S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T. Bin, & Simal-gandara, J. (2021). From plantation to cup : Changes in bioactive compounds during coffee processing. *Foods*, 10, 1–27.
- Bruyn, F. De, Zhang, S. J., Pothakos, V., Torres, J., Lambot, C., Moroni, A. V., Callanan, M., Sybesma, W., Weckx, S., & De Vuysta, L. (2017). Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(1), 1–16.

- Caprioli, G., Cortese, M., Maggi, F., Minnetti, C., Odello, L., Sagratini, G., & Vittori, S. (2014). Quantification of caffeine, trigonelline and nicotinic acid in espresso coffee: The influence of espresso machines and coffee cultivars. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(4), 465–469. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.873890>
- Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L., & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science and Technology*, 96(November 2019), 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>
- de Melo Pereira, G. V., Neto, D. P. de C., Júnior, A. I. M., Vásquez, Z. S., Medeiros, A. B. P., Vandenberghe, L. P. S., & Soccol, C. R. (2019). Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans – A review. *Food Chemistry*, 272(August 2018), 441–452. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.061>
- Duarte, G. S., Pereira, A. A., & Farah, A. (2010). Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118(3), 851–855. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.042>
- Duguma, H., & Chewaka, M. (2019). Review on coffee (*Coffea arabica* L.) wet processing more focus in Ethiopia. *Acta Scientific Agriculture*, 3(11), 11–15. <https://doi.org/10.31080/asag.2019.03.0676>
- Farah, A., Monteiro, M. C., Calado, V., Franca, A. S., & Trugo, L. C. (2006). Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, 98(2), 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.032>
- Herawati, D., Loisanjaya, M. O., Kamal, R. H., Adawiyah, D. R., & Andarwulan, N. (2022). Profile of bioactive compounds, aromas, and cup quality of Excelsa coffee (*Coffea liberica* var. dewevrei) prepared from diverse postharvest processes. *International Journal of Food Science*, 2022.
- Jaiswal, R., Matei, M. F., Subedi, P., & Kuhnert, N. (2014). Does roasted coffee contain chlorogenic acid lactones or/and cinnamoylshikimate esters? *Food Research International*, 61, 214–227. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.040>
- Jeszka-Skowron, M., Frankowski, R., & Zgoła-Grześkowiak, A. (2020). Comparison of methylxanthines, trigonelline, nicotinic acid and nicotinamide contents in brews of green and processed Arabica and Robusta coffee beans – Influence of steaming, decaffeination and roasting processes on coffee beans. *Lwt*, 125(January). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109344>
- Kinasih, A., Winarsih, S., & Saati, E. A. (2021). Karakteristik sensori kopi arabika dan robusta menggunakan teknik brewing berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 16(2), 12–22.
- Kleinwächter, M., Bytof, G., & Selmar, D. (2015). Coffee Beans and Processing. In *Coffee in Health and Disease Prevention*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00009-7>
- Kreuml, M. T. L., Majchrzak, D., Ploederl, B., & Koenig, J. (2013). Changes in sensory quality characteristics of coffee during storage. *Food Science and Nutrition*, 1(4), 267–272. <https://doi.org/10.1002/fsn3.35>
- Kulapichitr, F., Borompichaichartkul, C., Fang, M., Suppavorasatit, I., & Cadwallader, K. R. (2022). Effect of post-harvest drying process on chlorogenic acids, antioxidant activities and CIE-Lab color of Thai Arabica green coffee beans. *Food Chemistry*, 366(July 2021), 130504. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130504>
- Mehari, B., Redi-Abshiro, M., Chandravanshi, B. S., Atlabachew, M., Combrinck, S., & McCrindle, R. (2016). Simultaneous determination of alkaloids in green coffee beans from Ethiopia: Chemometric evaluation of geographical origin. *Food Analytical Methods*, 9(6), 1627–1637. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0340-2>
- Rao, N. Z., & Fuller, M. (2018). Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34392-w>
- Santoso, D., & Egra, S. (2018). Pengaruh metode pengeringan terhadap karakteristik dan sifat organoleptik biji kopi arabika (*Coffea arabica*) dan biji kopi robusta (*Coffea canephora*). *Rona Teknik Pertanian*, 11(2), 50–56.
- Sanz-Urbe, J. R., Yusianto, Menon, S. N., Peñuela, A., Oliveros, C., Husson, J., Brando, C., & Rodriguez, A. (2017). Postharvest processing-revealing the green bean. In *The craft and science of coffee* (pp. 51–79). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00003-7>
- SCAA. (2015). *SCAA protocols cupping specialty coffee*. Specialty Coffee Association of America. <https://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>

- Subedi, R. N. (2011). Comparative analysis of dry and wet processing of coffee with respect to quality and cost in Kavre district , Nepal : a case of Panchkhal village. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2(5), 181–193.
- Sunarharum, W. B., & Farhan, M. (2020). Effect of manual brewing techniques on the sensory profiles of Arabica coffees (Aceh Gayo wine process and Bali Kintamani honey process). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 454(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012099>
- Toci, A. T., & Boldrin, M. V. Z. (2018). Coffee beverages and their aroma compounds. In *Natural and artificial flavoring agents and food dyes: Handbook of food bioengineering* (Vol. 7, pp. 1–566). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-00380-7>
- Tsukui, A., Vendramini, P. H., Garrett, R., Scholz, M. B. S., Eberlin, M. N., Bizzo, H. R., & Rezende, C. M. (2019). Direct-infusion electrospray ionization-mass spectrometry analysis reveals atractyligenin derivatives as potential markers for green coffee postharvest discrimination. *Lwt*, 103(April 2018), 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.078>
- Wang, C., Sun, J., Lassabliere, B., Yu, B., & Liu, S. Q. (2020). Coffee flavour modification through controlled fermentations of green coffee beans by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia kluyveri*: Part I. Effects from individual yeasts. *Food Research International*, 136(July). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109588>
- Yisak, H., Redi-Abshiro, M., & Chandravanshi, B. S. (2018). New fluorescence spectroscopic method for the simultaneous determination of alkaloids in aqueous extract of green coffee beans. *Chemistry Central Journal*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0431-4>
- Yulianti, Y., Andarwulan, N., Adawiyah, D. R., Herawati, D., & Indrasti, D. (2022). Physicochemical characteristics and bioactive compound profiles of Arabica KaloEnrekang with different postharvest processing. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–10. <https://doi.org/10.1590/FST.67622>
- Zakaria, F. (2019). Pengaruh Teknik Penyeduhan dan Suhu Air Penyeduhan Terhadap Kualitas Sensori Ekstrak Kopi Arabika Sund Gulali (Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya)
- Zhang, S. J., De Bruyn, F., Pothakos, V., Torres, J., Falconi, C., Moccand, C., Weckx, S., & De Vuyst, L. (2019). Following coffee production from cherries to cup: Microbiological and metabolomic analysis of wet processing of *Coffea arabica*. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(6). <https://doi.org/10.1128/AEM.02635-18>