



PROFILING DAN IDENTIFIKASI KOMPONEN SENYAWA BIOAKTIF KOPI MANGGARAI ARABIKA DENGAN PERLAKUAN SEMI WASH DAN FULL WASH

[Profiling and Identification of Bioactive Compound Components in Manggarai Arabica Coffee with Semi-Wash and Full-Wash Treatments]

Pulung Nugroho^{1*}, Monang Sihombing¹, Dhanang Puspita¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga

*Email: pulung.nugroho@uksw.edu (Telp: +6281390002371)

Diterima tanggal 9 Desember 2024

Disetujui tanggal 12 Desember 2024

ABSTRACT

Manggarai coffee is known as one of the high-quality coffees in Indonesia, not only for its flavor but also for its bioactive compounds. The bioactive compounds in coffee offer additional benefits, particularly functional compounds that are beneficial to health. The soaking technique for coffee beans influences the emergence of these bioactive compounds. Soaking the beans leads to fermentation, which triggers a synthesis reaction of microbial metabolites that can produce bioactive compounds with functional value. This study aimed to identify the bioactive compounds in Manggarai Arabica coffee with varying soaking durations, using both full-wash and semi-wash processes. The identification results show that variations in bioactive compounds across different treatments lead to different impacts. Longer soaking times result in higher quantities of bioactive compounds, while shorter soaking times lead to higher variation in bioactive compounds. However, the roasting process affects the quality of the bioactive compounds in Manggarai Arabica coffee.

Keywords: coffee, immersion, full wash, semi wash, roasting

ABSTRAK

Kopi manggarai menjadi salah satu kopi dengan kualitas unggul di Indonesia, tidak hanya dari cita rasa namun dari keunggulan dari senyawa bioaktif. Senyawa bioktif kopi memberikan manfaat lain terutama dapat menjadi senyawa fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan. Teknik perendaman biji kopi akan mempengaruhi munculnya senyawa bioaktif. Perendaman biji kopi akan menyebabkan terjadinya proses fermentasi, yang akan menyebabkan terjadinya reaksi sintesis metabolit mikroorganisme yang dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang memiliki nilai fungsional. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi senyawa bioaktif kopi manggarai arabika dengan perbandingan proses lama perendaman yaitu secara full wash dan semi wash. Hasil identifikasi yang diperoleh variasi senyawa bioaktif pada setiap perlakuan memberikan dampak yang berbeda, semakin lama proses perendaman akan memberikan kuantitas senyawa bioaktif yang semakin banyak. Sedangkan semakin pendek waktu perendaman akan memberikan variasi senyawa bioaktif yang semakin tinggi. Namun adanya proses roasting akan mempengaruhi kualitas senyawa bioaktif pada kopi manggarai arabika

Kata kunci: kopi, perendaman, full wash, semi wash, roasting



PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas yang sangat digemari pada saat ini. Di Indonesia konsumsi kopi sedang menjadi trending, baik sebagai lifestyle, kebutuhan dengan dasar *habit* atau kebiasaan, atau sekedar mengikuti arah jaman saja. Sejak dahulu Indonesia merupakan salah satu dari sedikit negara di dunia yang memiliki kualitas kopi unggul. Selain dari variant serta cita rasanya yang khas. Indonesia menjadi penghasil kopi terbesar di dunia berada di urutan no 4 dunia. Sebagian besar atau mayoritas konsumen kopi di Indonesia dan bahkan di dunia membeli / mengkonsumsi karena ingin menikmati cita rasa varian khas yang dihasilkan. Namun jika dapat dilihat melalui sisi lain, mengkonsumsi kopi ternyata dapat memberikan dampak positif. Menurut Farah (2009), mengkonsumsi akan memberikan dampak positif pada kesehatan, terutama kandungan senyawa fungsional yang dihasilkan. Beberapa dari beberapa dekade mengfokuskan terutama melihat dari sisi kesehatan seperti diabetes tipe 2, kanker, parkinson dan alzaimer ditinjau dari komponen fenolik yang merupakan antioksidan. Selain itu adanya sifat fungsional antimutagenik dan anticancer dari kelompok asam klorogenat, kemudian sebagai aktivitas antivirus untuk menanggulangi adenovirus dan herpes, sebagai komponen aktivitas stimulasi immune, dan adanya komponen asam *dicafeoylquinic* yang dapat digunakan untuk menghambat replikasi sel HIV.

Proses pasca panen pada kopi merupakan dasar utama atau menjadi proses pengolahan pada kopi. Proses meliputi tahap pemanenan petik merah kopi, kemudian dilanjutkan proses pasca panen yang sering dilakukan dengan proses pencucian, perendaman, dan pengeringan, dan tahap terakhir ada proses karakterisasi flavor dan aroma yaitu melalui proses pemanggangan atau *roasting*. Tahap pasca panen melalui proses perendaman kopi akan menentukan kualitas dari sifat fungsional kopi. Antioksidan merupakan salah satu komponen fungsional yang menjadi komponen utama dalam kopi. Secara alami kopi mengandung asam klorogenat yang berperan sebagai antioksidan. Aktivitas fungsional akan meningkat seiring dengan proses pengolahan kopi terutama proses perendaman kopi dengan lama durasi yang bervariasi atau proses perendaman dapat dikatakan sebagai suatu proses fermentasi secara alami (Kwak & Jeong, 2018). Adapun penelitian serupa yang dilakukan oleh Jelena & Sanna (2021), yang melakukan riset mengenai pengaruh fermentasi terhadap perbedaan mikroorganisme dengan ditinjau dari komponen antioksidannya, di mana metode atau tipe fermentasi, jumlah substrat, tipe dan jumlah starter, faktor eksternal seperti suhu, pH, durasi fermentasi akan mempengaruhi proses dan hasil yang diperoleh dalam hal ini aktivitas antioksidan. Proses perendaman kopi dengan durasi waktu tertentu akan secara alami membentuk proses fermentasi secara alami.

Proses perendaman kopi akan menyebabkan terjadinya proses fermentasi secara alami. Proses fermentasi merupakan proses yang sering disebut dengan "*naturally fortified functional nutrient*" atau dapat dikatakan sebagai proses yang secara alami akan meningkatkan komponen fungsional nutrient bahan pangan (Tasdemir & Sanlier, 2020). Proses fermentasi secara alami akan menyebabkan proses sintesis vitamin dan mineral, menghasilkan proteinase, enzim peptidase, peptida bioaktif, dan serta mampu untuk menghilangkan beberapa unsur non nutrisi, asam yang memiliki sifat karsinogenik secara optimal melalui mekanisme metabolit mikroorganisme (Tasdemir & Sanlier, 2020). Proses pasca panen kopi dengan perendaman, akan membentuk komponen alami akibat mekanisme metabolit mikroorganisme selama proses fermentasi. Mikroorganisme memiliki peran penting selama proses yaitu akan menyebabkan pembentukan senyawa



bakteriocins, etanol, asam asetat, komponen aroma, *exopolysaccharides*, peptida bioaktif, vitamin, dan enzim. Stanton *et al.* (2005), melakukan analisis bahwa sintesis komponen peptida yang dihasilkan selama proses fermentasi akan memberikan dampak positif sebagai komponen anticancer, antioksidan, selain itu senyawa bioaktif peptida juga memberikan efek antihipertensi, antimikrobia, dan immunostimulator. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh lama perendaman kopi selama 24 jam dan 36 jam atau sering disebut dengan metode *semi wash* dan *full wash* untuk meninjau pengaruh dari pembentukan kompone aktif kopi. Metode perendaman kopi dengan *semi wash* dan *full wash* merupakan metode pasca panen kopi yang sering dilakukan. Secara umum metode ini dilakukan untuk tujuan memperkaya dan menyederhanakan komponen kopi melalui proses metabolit dari mikroorganismenya untuk menghasilkan aroma dan flavor kopi yang khas. Namun dalam penelitian yang dilakukan meninjau dari segi untuk mengidentifikasi komponen fungsional kopi manggarai arabika. Identifikasi komponen fungsional bukan hanya dari segi antioksidan dan antikanker, namun dari segi fungsionalitas yang lain.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kopi jenis Arabika dari kab. Manggarai Nusa Tenggara Timur. Kopi diberikan perlakuan perendaman selama 24 jam (*semi wash*) dan 36 jam (*full wash*) kemudian dilanjutkan proses *roasting* kopi sampai pada level medium. Untuk analisis kimia bahan yang digunakan pelarut heksana (Merck) dan aquades. Alat instrumen yang digunakan dalam penelitian ini seperangkat alat GCMS merk Shimadzu.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi dua tahap utama yaitu pembuatan sampel kopi dan ekstraksi kopi dengan pelarut dilanjutkan analisis kopi menggunakan metode GC-MS.

Persiapan Sampel Kopi

Pengolahan kopi Arabika pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode pengolahan yaitu metode basah (*full wash*) dan semi basah (*semi wash*). Buah kopi yang digunakan adalah buah kopi yang siap panen yaitu buah yang sudah berwarna merah. Kemudian dilakukan pembersihan dari ranting dan daun. Pengolahan basah (*full wash*) dilakukan dengan cara buah kopi dilakukan fermentasi dengan cara dilakukan perendaman selama 36 jam, pengupasan kulit, pencucian, dan proses pengeringan sampai diperoleh kadar air kurang dari 12%, dan kemudian dilakukan pengupasan kulit tanduk sampai diperoleh green bean. Pengolahan semi basah (*semi wash*) dilakukan dengan cara buah kopi dilakukan fermentasi dengan cara perendaman selama 12 jam, pengupasan kulit, pencucian, dan proses pengeringan sampai diperoleh kadar air kurang dari 12%, dan kemudian dilakukan pengupasan kulit tanduk sampai diperoleh green bean. Green bean kemudian disangrai sampai pada level *medium roasting* pada suhu (212°C).



Ekstraksi Kopi dan Analisa Komponen Fungsional Kopi Dengan Metode GC-MS

Biji kopi yang sudah mengalami proses pengolahan kemudian dihaluskan dan ditimbang sebanyak 5 gram dengan menggunakan timbangan analitik. Kemudian bubuk kopi dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan pelarut heksana sebanyak 40 ml. Sampel kemudian dihomogenkan dengan cara digoyangkan dengan menggunakan *shaker*. Selanjutnya dilanjutkan dengan proses sentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan filtrat dan ampas. Filtrat yang sudah terbentuk disiapkan untuk dilakukan analisa GC-MS untuk mengidentifikasi komponen fungsional kopi yang terbentuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa GC-MS untuk metoda *semi wash* menunjukkan terdapat 43 *Peak* komponen senyawa yang terdeteksi, dengan *Relative area* terbesar terdapat pada kisaran *Retention time* antara 9 menit sampai dengan 14 menit pertama. Dari total komponen senyawa yang terdeteksi, diambil 10 senyawa utama dengan *Relative Area* terbesar yang disajikan pada Tabel 1. Komponen senyawa-senyawa yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan variasi senyawa yang beragam, terdiri dari $\pm 48\%$ golongan steroid dan turunannya (*Anabolic Androgenic Steroids*), $\pm 18\%$ senyawa lemak, $\pm 8-9\%$ senyawa terpenoid, $\pm 6\%$ senyawa kafein, $\pm 2\%$ senyawa sterols.

Tabel 1. Hasil Analisa Senyawa GC-MS *Semi Wash* .

No	RT	Relative Are (%)	Komponen Senyawa	Golongan Senyawa
1	13,55	45,48	5-Pregnen-3 β -ol-20-one, formate	Testosterone Propionate
2	11,28	10,56	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (fruity)	Linoleic Acid
3	10,44	8,15	Hexadecanoic acid	Palmitic Acid
4	9,22	7,02	2-Dodecen-1-yl(-)succinic anhydride	Juvabione
5	10,03	6,72	Caffeine	Caffeine
6	13,30	2,73	5-Pregnen-3 β -ol-20-one, trifluoroacetate	Pregnenolone
7	22,96	2,47	β -Sitosterol	Sterols
8	14,31	1,80	Olean-12-ene-3,15,16,21,22,28-hexol, (3 β ,15a,16a,21 β ,22a)-	Protoaescigenin / Theasapogenol A
9	18,27	1,76	Ethyl iso-allocholate	Ethyl iso-allocholate
10	21,02	1,21	Pregnane-3,11,20,21-tetrol, cyclic 20,21-[(1,1-dimethylethyl)boronate], (3a,5a,11 β ,20S)-	

Golongan steroid dengan *Relative Area* terbesar 45.48% terdapat pada *Retention Time* 13.55 menit, yakni senyawa 5-Pregnen-3 β -ol-20-one, formate (C₂₂H₃₂O₃) atau lebih dikenal dengan *Testosterone Propionate* (NIST, 2023). *Testosterone propionate* dipasar dikenal dengan nama Testoviron (wikipedia, 2023) yang umumnya digunakan untuk penanganan kondisi gangguan kadar hormon testosteron pada pria (Behre & Nieschlag, 2012). Tidak hanya terkait dengan kesehatan pria, *Testosterone propionate* dilaporkan juga digunakan untuk kesehatan wanita terutama dalam penanganan kanker payudara (Bolour & Braunstein, 2005).



Kandungan terbesar kedua adalah golongan lemak yang terdiri dari *Linoleic Acid* dan *Palmetic acid*. *Linoleic acid* merupakan jenis asam lemak esensial yang penting bagi tubuh dan secara alami ditemukan pada produk susu, daging sangat dibutuhkan (Griinari *et al.*, 2000) kacang-kacangan, biji-bijian serta beberapa jenis bunga tertentu (Kaur *et al.*, 2014). *Linoleic acid* dilaporkan berperan penting dalam penanganan penyakit kardiovaskuler dan diabetes (Marangoni *et al.*, 2020). Sedangkan untuk *Palmetic acid* merupakan golongan lemak jenuh yang secara alami banyak ditemukan pada hewan, tanaman dan mikroorganisme (Gunstone *et al.*, 2007).

Kandungan terbesar ketiga adalah golongan Terpenoid, yang terdiri dari 2-Dodecen-1-yl(-)succinic anhydride atau dikenal dengan *Juvabione* (NIST, 2023) dengan *Relative area* mencapai $\pm 7\%$ dan senyawa Olean-12-ene-3,15,16,21,22,28-hexol, (3 β ,15a,16a,21 β ,22a) atau dikenal secara umum adalah Protoaescigenin / Theasapogenol A dengan *Relative area* $\pm 1,8\%$. Sejumlah laporan penelitian menyatakan senyawa *Juvabione* dilaporkan memiliki aktivitas yang serupa dengan hormon, yang dapat menghambat fase imago pada Larva (Yasin, 2006). Hal yang sama juga disampaikan Habibi (2011) bahwa senyawa *Juvione* memiliki efek pada insecta dari famili *Pyrrhocoridae*. Sedangkan untuk senyawa Olean-12-ene-3,15,16,21,22,28-hexol, (3 β ,15a,16a,21 β ,22a), seperti golongan terpenoid umumnya, dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri (Soliha *et al.*, 2017).

Senyawa terbesar berikutnya adalah senyawa kafein dengan *Retention area* $\pm 6,7\%$, merupakan senyawa yang khas ditemukan pada jenis tanaman kopi atau teh. Kafein merupakan senyawa dalam golongan alkaloid yang memiliki efek farmakologis (Maramis *et al.*, 2013). Lebih lanjut untuk Golongan senyawa terbesar berikutnya adalah golongan sterols, yakni β -Sitosterol dengan *Retention area* $\pm 2,8\%$. Merupakan salah satu dari fitosterols yang secara alami banyak ditemukan pada keluarga tanaman, minyak sayur, kacang-kacangan, buah alpukat (USDA, 2014). β -Sitosterol dilaporkan juga memiliki peranan dalam kesehatan yakni dengan menurunkan kadar kolesterol dalam darah (Rudkowska *et al.*, 2008)

Kondisi yang berbeda ditunjukkan pada hasil analisa GC-MS sampel dengan metoda *Full wash*, dimana terlihat pada kromatogram hasil analisa menunjukkan jumlah komponen senyawa yang terdeteksi jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan analisa pada ekstrak kopi *semi wash*. Tercatat terdapat lebih dari 50 peak komponen senyawa yang terdeteksi, dengan *Relative area* terbesar terjadi pada rentang *Retention time* 14 menit sampai dengan 21 menit.

Perbedaan hasil analisa juga terlihat pada golongan sepuluh komponen senyawa terbesar yang terdeteksi Tabel 2. Tercatat lebih dari $\pm 55\%$ merupakan senyawa -senyawa dari golongan asam lemak, yakni lemak tak jenuh (9,12-Octadecadienoic acid), lemak jenuh (n-Hexadecanoic acid, Glycidyl palmitate, Decane, 5,6-bis(2,2-dimethylpropylidene)-, Octadecanoic acid) (NIST, 2023). Secara umum kelompok lemak ini memiliki peran yang hampir sama pada umumnya, namun terkhusus *Octadecanoic acid* atau lebih dikenal dengan *Stearic acid*, dilaporkan lebih sering digunakan bukan dalam metabolisme tubuh, namun lebih sering digunakan sebagai *emulsifying, solubilizing agent* dalam industri tablet dan kapsul obat (Dave, 2008). *Stearic acid* dilaporkan juga telah banyak digunakan dalam industri *consumer goods* yakni produksi sabun, sampo, serta kosmetik. Hal ini karena salah satu sifat dari *Stearic acid* yang memiliki gugus polar pada bagian kepala, sehingga mampu berikatan dengan kation pada logam dan rantai non-polar, yang dapat meningkatkan kelarutan dalam pelarut organik (Narayanan *et al.*, 2015)

Tabel 2. Hasil Analisa GC-MS Ekstrak Kopi *Full Wash*

No	RT	Relative Area (%)	Komponen Senyawa	Golongan Senyawa
1	17,87	25,82	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	Linoleic Acid
2	20,74	17,08	9,12-Octadecadienoic acid, 2-phenyl-1,3-dioxan-5-yl ester, cis-	progesteron
3	16,13	14,82	n-Hexadecanoic acid	Palmetic Acid
4	19,28	11,15	Glycidyl palmitate	Palmetic Acid
5	21,55	8,62	6 β -Hydroxymethandienone	anabolic steroid
6	18,11	2,84	Octadecanoic acid	stearic acid
7	13,71	2,18	Decane, 5,6-bis(2,2-dimethylpropylidene)-, (E,Z)-	fatty acid
8	23,04	2,07	Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	Palmetic Acid
9	22,52	1,46	Glycidol stearate	glycidol
10	16,54	1,21	L-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	Ascorbic acids

Golongan komponen senyawa terbesar yang terdeteksi adalah golongan steroid, yakni $\pm 25-26\%$ dari total komponen, dimana $\pm 17\%$ -nya merupakan senyawa 9,12-Octadecadienoic acid, 2-phenyl-1,3-dioxan-5-yl ester, cis atau lebih dikenal sebagai salah satu *Progestogen*, suatu senyawa yang berperan dalam penanganan medis terkait dengan hormon progesteron pada wanita (Swiss Pharmaceutical Society, 2000).

Golongan senyawa dengan *Relative area* dibawah 2% salah satunya adalah *Glycidol stearate*, senyawa *intermediate* dalam industri kesehatan dan telah dinyatakan sebagai salah satu *Hazard* bagi kesehatan saluran pernafasan manusia (Foroumadi & Emami, 2014) sehingga penggunaannya diatur secara khusus. Komponen lainnya adalah L-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate, yang merupakan golongan asam askorbat atau yang merupakan provitamin C, dengan aktivitas biologis sebagai antioksidan.

Asam klorogenat yang merupakan komponen alami yang berfungsi sebagai antioksidan mengalami reduksi. Asam klorogenat merupakan kelompok atau golongan *cinnamic acids*. Komponen ini mampu mendistribusi menjadi sistem konjugasi pada Total pada produk makanan dan minuman. Asam klorogenat tersebar sebagai asam bebas pada *green bean*, dan memiliki konsentrasi antara 76-84% dari berat total atau 10g / 100g biji kopi (Clifford, 2000). Proses roasting dengan level medium dengan suhu 200°C akan memberikan dampak signifikan pada reduksi asam klorogenat. Jika ditinjau dari sisi kesehatan asam klorogenat memiliki fungsi essential yang sangat baik terutama mampu menjaga tekanan darah akibat pengaruh kafein, diikuti dengan senyawa antioksidan lain pada kopi yaitu polifenol dan potassium yang dapat menstabilkan sistem kerja aliran darah (Nurvita & Rizkaprilisa, 2024). Asam klorogenat merupakan komponen sangat labil terhadap panas, selama proses roasting suhu akan berpengaruh pada komponen asam klorogenat. Dilaporkan oleh Perrone *et al.* (2010), melakukan analisa asam klorogenat bahwa pengaruh peningkatan suhu dan lama proses roasting akan memberikan pengaruh signifikan pada penurunan asam klorogenat.

Perbedaan yang paling menonjol adalah keberadaan senyawa kafein yang merupakan senyawa khusus pada kopi dan teh, pada ekstrak kopi *Full wash*, senyawa kafein tidak termasuk dalam 10 komponen senyawa terbesar. Senyawa tersebut ada namun dalam jumlah yang jauh sangat kecil dibandingkan dengan ekstrak kopi *semi wash*. Dilihat dari fungsi



senyawa senyawa yang terdeteksi, ekstrak kopi *semi wash* memiliki komponen senyawa yang lebih variatif dan fungsi dalam metabolisme tubuh atau kesehatan manusia. Disisi lain, ekstrak kopi *full wash* menghasilkan senyawa yang lebih dominan pada senyawa asam lemak serta munculnya senyawa yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Proses fermentasi akan memberikan dampak signifikan pada variasi komponen fungsional kopi. Dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 yang menunjukkan senyawa komponen fungsional kopi. Perbedaan lama perlakuan perendaman atau proses pasca panen, di mana perlakuan *full wash* memberikan kuantitatif komponen senyawa yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan *semi wash*. Namun terdapat suatu keunikan lain di mana perlakuan perendaman *semi wash* memiliki variasi komponen fungsional lebih banyak dibandingkan perlakuan perendaman *full wash*. Sesuai dengan penelitian review literasi oleh Tasdemir & Sanlier, (2020), bahwa proses fermentasi merupakan proses menyederhanakan komponen yang ada pada bahan pangan, dengan adanya proses fermentasi akan merubah komponen tersebut menjadi komponen yang bermanfaat, mereduksi sifat toksisitas dan mengkonversi menjadi senyawa fungsional. Hal ini diperkuat dengan Kwak & Jeong, (2018), bahwa lama proses fermentasi akan berpengaruh pada konversi perubahan senyawa fungsional pada kopi. Proses fermentasi selama 24 jam atau dapat dikatakan proses *full wash* akan menginduksi optimasi komponen antioksidan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal terkait penelitian ini perlakuan pasca panen, *semi wash dan full wash*, terbukti memberikan dampak pada kandungan senyawa Bubuk Kopi Manggarai Arabika dengan *roasting* sedang. Perlakuan pasca panen *full wash* menghasilkan jumlah komponen senyawa yang terdeteksi lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan *semi wash*, akan tetapi komponen senyawa yang terbentuk pada perlakuan *semi wash* lebih variatif dalam hal Golongan senyawa dan fungsionalitas senyawa yang terbentuk. Namun apabila merujuk pada hasil analisa, variasi golongan senyawa serta fungsionalitas dari senyawa yang terbentuk pasca proses perlakuan, dapat disampaikan bahwa perlakuan *semi wash* lebih baik dibandingkan dengan perlakuan *Full wash* pada sampel kopi Mangarai Arabika.

DAFTAR PUSTAKA

- Behre , H., & Nieschlag, E. 2012. Testosterone preparations for clinical use in males. In H. Behre, & E. Nieschlag, *Testosterone: Action, Deficiency, Substitution* (pp. 309-336). Cambrigde university press. New York. DOI : 10.1007/978-3-540-78355-8
- Gunstone, F., Harwood, J., & Albert J., D. 2007. *The Lipid Handbook*. CRC Press.
- Habibi, S. 2011. Juvenile Hormone (Jh) Sebagai Pendukung Dan Pengontrol. FMIPA-UT.
- Soliha, I., Widiyantoro, A., & Destiarti, L. 2017. Karakterisasi Terpenoid Dari Fraksi Diklorometana Bunga Nusa Indah (*Mussaenda erythrophylla*) Dan Aktivitas Sitotoksiknya. Jurnal Kedokteran klinik :10-14.



- Behre, H., & Nieschlag, E. 2010. Testosterone Therapy. In H. Behre, & E. Nieschlag, *Andrology: Male Reproductive Health and Dysfunction* (pp. 441-446). Springer Science & Business Media.
- Bolour, S., & Braunstein, G. 2005. Testosterone therapy in women: a review. *International Journal of Impotence Research* : 399–408. DOI: 10.1038/sj.ijir.3901334
- Clifford, M. N. 2000. Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1033-1043. doi:10.1002/(sici)1097-0010(20000515)80:7<1033::aid-jsfa595>3.0.co;2-t
- Dave, R. H. 2008. *Overview of pharmaceutical excipients used in tablets and capsules*. Retrieved from <https://www.drugtopics.com>:
<https://www.drugtopics.com/view/overview-pharmaceutical-excipients-used-tablets-and-capsules>
- Farah, A. 2009. *Coffee as a speciality and functional beverage*. In P. P. PhD, *Functional and speciality beverage technology* (p. 370). New York: CRC Press. DOI:10.1533/9781845695569.3.370
- Foroumadi, & Emami. 2014. *Glycidol*. In *Encyclopedia of Toxicology* (pp. 757-761). Elsevier Inc.
- Griinari, J., Nurmela, K., Corl, B., Lacy, S., Chouinard, P., & Bauman, D. 2000. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by $\Delta 9$ -Desaturase. *The Journal of Nutrition*, 2285-2291. <https://doi.org/10.1093/jn/130.9.2285>
- Jelena, J., & Sanna, Y. P. 2021. *Antioxidant activity of fermented green coffee beans*. Indonesian Young Scientist Group. Jakarta. DOI:10.51511/pr.25
- Kaur, N., Chugh, V., & Gupta, A. 2014. Essential fatty acids as functional components of foods- a review. *Journal of Food Science and Technology*, 2289–2303. doi: 10.1007/s13197-012-0677-0
- Kwak, H. S., & Jeong, Y. K. 2018. Effect of Yeast Fermentation of Green Coffee Beans on Antioxidant Activity and Consumer Acceptability. *Journal of Food Quality*, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2018/5967130>
- Maramis, R. K., Citraningtyas, G., & Wehantouw, F. 2013. Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.2.2013.3100>
- Marangoni, F., Agostoni, C., Borghi, C., Catapano, A., Cena, H., & Ghiselli, A. 2020. *Dietary Linoleic Acid And Human Health: Focus On Cardiovascular And Cardiometabolic Effects*. *Atherosclerosis*, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.11.018>
- Narayanan, T., Park, I.-S., & Lee, M.-H. 2015. *Surface Modification of Magnesium and its Alloys for Biomedical Applications*. Woodhead Publishing.
- NIST, T. N. 2023. *National Institute of Standards and Technology (.Gov)*. Retrieved from webbook.nist.gov:
<https://webbook.nist.gov/cgi/inchi?ID=U368370&Units=SI>
- Nurvita, S., & Rizkaprilisa, W. 2024. *Coffee and blood pressure*. *Coffee Science*.
- Perdana Putera, S. A. 2015. Development and Evaluation of Solar-Powered Instrument for Hydroponic System in Limapuluh Kota, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 284-288.



- Perrone, D., Donangelo, R., Donangelo, C. M., & Farah, A. 2010. Modeling Weight Loss and Chlorogenic Acids Content in Coffee during Roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12238-12243. DOI:10.1021/jf102110u
- Rudkowska, I., Suhad S. , A., Nicolle, C., & Jones, P. 2008. *Cholesterol-Lowering Efficacy of Plant Sterols in Low-Fat Yogurt Consumed as a Snack or with a Meal*. *Journal of the American College of Nutrition* , 588-595.
- Stanton, C., Ross, P. R., Fitzgerald, G. F., & Sinderen, D. V. 2005. *Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites*. America: sciencedirect .
- Swiss Pharmaceutical Society. 2000. *Index Nominum 2000: International Drug Directory*. Swiss: Swiss Pharmaceutical Society.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719742>
- Tasdemir, S. S., & Sanlier, N. 2020. An insight into the anticancer effects of fermented foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 1-11. DOI:10.1016/j.jff.2020.104281
- USDA. 2014. *Nutrition data: Foods highest in beta-sitosterol per 200 calorie serving*. USDA National Nutrient Database.
- Wikipedia. 2023. *Wikipedia* . Retrieved from wikipedia .
- Yasin, N. 2006. Perkembangan Hidup Dan Daya Memangsa. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 6: 79 – 86.
<https://doi.org/10.23960/j.hptt.2679-86>