

Dekafeinasi Kopi Robusta Dengan Metode Fermentasi

Decaffeination of Robusta Coffee by Fermentation Method

¹Pulung Nugroho, ²Dhanang Puspita, ³Dila Komala Nugraheni

^{1,2,3}Prodi Teknologi Pangan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga^{1,2,3}
email: pulung.nugroho@uksw.edu

ABSTRACT

Coffee is a massive commodity in Indonesia. Coffee is a popular food ingredient today, which is indicated by the increasing trend of drinking coffee in the community. Caffeine and coffee have a very close correlation; caffeine is a natural component in coffee, which has benefits that are very much needed by the body. However, caffeine also negatively impacts the heart and stomach systems, especially in increasing blood pressure. This is seen as something less acceptable to some people. Coffee decaffeination is one method to reduce caffeine levels in coffee; from this, it is hoped that it can produce coffee characters that are more friendly to health and reach many people. This study aims to reduce coffee caffeine using a natural process. Coffee decaffeination with the fermentation method is a method that can be done by involving target microorganisms that are naturally able to reduce coffee caffeine. In this study, the process of decaffeination of robusta coffee was carried out using a fermentation method based on the length of soaking. The results of the analysis show that the longer the soaking process will have a significant impact on the reduction of coffee caffeine. The results of the analysis showed that the caffeine content decreased with the fermentation process sequentially; the control showed 3.15 mg/g, while the caffeine content of coffee after the fermentation process showed 0.30 mg/g in 3-day fermentation, 0.30 mg/g in 7-day fermentation, and 0.26 mg/g in 14-day fermentation.

Keywords: coffee; fermentation; caffeine; microorganism

ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas yang sangat besar di Indonesia. Kopi menjadi bahan pangan yang sangat digemari saat ini, hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya trend minum kopi di kalangan masyarakat. Kafein dan kopi memiliki korelasi yang sangat erat, kafein adalah komponen alami pada kopi yang pada dasarnya memiliki manfaat yang sangat diperlukan tubuh. Namun dari sisi lain kafein juga memberikan dampak negatif terutama dapat meningkatkan tekanan darah, mempengaruhi sistem kerja jantung, dan lambung. Hal tersebut dilihat menjadi hal yang kurang dapat diterima oleh beberapa kalangan masyarakat. Dekafeinasi kopi adalah salah satu metode untuk menurunkan kadar kafein pada kopi, dari hal tersebut diharapkan dapat menghasilkan karakter kopi yang lebih bersahabat untuk kesehatan dan menjangkau banyak kalangan masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kafein kopi dengan proses natural. Dekafeinasi kopi dengan metode fermentasi adalah metode yang dapat dilakukan, metode ini dilakukan dengan melibatkan mikroorganisme target yang secara alami mampu mereduksi kafein kopi. Dalam penelitian ini dilakukan proses dekafeinasi kopi robusta dengan menggunakan metode fermentasi yang didasarkan pada lama

perendaman. Dari hasil analisa yang dihasilkan, menunjukkan bahwa semakin lama proses perendaman akan memberikan dampak signifikan pada reduksi kafein kopi. Hasil analisa menunjukkan kadar kafein mengalami penurunan dengan adanya proses fermentasi, secara berurutan kontrol menunjukkan 3.15 mg/g, sedangkan kadar kafein kopi setelah proses fermentasi menunjukkan 0.30 mg/g pada fermentasi 3 hari, 0.30 mg/g pada fermentasi 7 hari, dan 0,26 mg/g pada fermentasi 14 hari.

Kata kunci: Kopi, fermentasi, kafein, mikroorganisme

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil serta distributor kopi yang sangat diminati di dunia. Indonesia menempati peringkat kelima setelah Brazil, Vietnam, Colombia, Honduras (Susanti & Putra, 2022). Tercatat dari tahun 2013-2022 produksi kopi robusta di Indonesia sebesar 73% atau 508,33 ton per tahun dan sisanya sebesar 27% atau 87,98% adalah kopi arabika. Tercatat berdasarkan data yang ditulis oleh Susanti & Putra, (2022) dan masuk dalam Pusat Data Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal, konsumsi kopi robusta sangat tinggi dibandingkan dengan kopi arabika. Dan dari data tersebut disebutkan bahwa tiga negara importir terbesar adalah Amerika, Jerman, dan Italia.

Trend minum kopi di Indonesia sedang mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Minat minum kopi di Indonesia sangat tinggi di hampir semua kalangan. Menjamurnya *coffee shop* juga menjadi parameter yang sangat kuat bahwa minat masyarakat sangat tinggi dalam konsumsi kopi. Mengonsumsi tanpa memahami fungsi utama atau nilai fungsional mengonsumsi kopi tersebut dapat menjadi issue yang baik untuk diangkat serta untuk menghasilkan analisa publik mengenai kebutuhan minum kopi.

Konsumsi kopi secara umum diketahui memiliki dampak yang signifikan

pada sistem kerja jantung. Peningkatan tensi (*hipertensi*), asam lambung karena sifat asam kopi, dan gangguan tidur bagi mengonsumsi kopi. Kafein merupakan komponen alami yang terkandung dalam kopi, secara ilmiah kafein akan memberikan dampak baik signifikan pada konsentrasi kerja otak. Kafein bekerja dengan cara memperlambat sistem kerja *adenosin*. *Adenosin* merupakan reseptor sistem saraf yang mengatur pola tidur (Nurvita & Rizkaprilisa, 2024) Beberapa konsumen kopi mengkhawatirkan ketika minum kopi akan memberikan dampak negatif tersebut. Oleh karena itu terdapat solusi yang dapat dilakukan adalah kopi dekafeinasi kopi. Dekafeinasi kopi adalah metode untuk menurunkan kadar kafein pada kopi sampai batas optimal mencapai pada batas toleransi penerimaan konsumen (Hamad *et al.*, 2023).

Kopi Robusta merupakan jenis kopi yang paling banyak dikonsumsi di dunia mulai dari kalangan ekonomi menengah hingga ekonomi atas. Karakter kopi robusta yang kecenderungan memiliki *body* yang tebal, sedikit manis, sensasi asam yang tipis menjadikan identitas karakter rasa kopi. Hal tersebut menjadi salah satu keunggulan dari kopi robusta, yang mana mampu menyediakan kestabilan sensasi terutama dari segi kualitas terutama *flavor* dan aroma (Seninde *et al.*, 2020). Berbeda dengan kopi arabika yang memiliki kecenderungan

dominan rasa *juicy* dan *fruity*, banyak dijadikan sebagai varian yang juga banyak diminati. Kopi arabika memiliki kecenderungan lebih mahal dibandingkan kopi robusta. Eksplorasi varian *flavor* dan aroma yang unik dari kopi arabika menjadi keunggulannya. Kopi robusta pada umumnya memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi, yaitu sekitar 3-8% dibandingkan dengan kopi arabika yang hanya sekitar 1,2-1,8% (Seninde *et al.*, 2020)

Proses fermentasi menjadi salah satu metode pasca panen yang banyak digunakan untuk memberikan karakteristik *flavor* dan aroma pada kopi. Proses dekafeinasi kopi dapat dilakukan dengan metode fermentasi (Hamad *et al.*, 2023). Dekafeinasi kopi dapat dilakukan dengan fermentasi mikroba, proses dekafeinasi secara fermentasi mikroba dapat dikatakan sebagai proses dekafeinasi secara alami (Gokulakrishnan *et al.*, 2004). Proses ini dengan memanfaatkan peran mikroba dalam kemampuan untuk mengkonsumsi dan mengkonversi kafein menjadi biomassa. Metode dekafeinasi secara alami ini menjadi salah satu metode pilihan karena memiliki kecenderungan ramah lingkungan dan mampu meminimalisir toksisitas pada lingkungan (Gokulakrishnan *et al.*, 2006). Fermentasi secara alami akan membentuk reaksi enzimatik sehingga akan dihasilkan enzim *caffeine demethylases* dan enzim *caffeine oxidase* yang memiliki kemampuan untuk memecah komponen kafein menjadi komponen biomassa sebagai sumber energi.

Beberapa bakteri memiliki kemampuan untuk memainkan perannya dalam proses dekafeinasi kopi. Kafein

merupakan komponen toxic bagi mikroorganisme, oleh karena itu perlu mikroorganisme yang mampu memainkan peran atau memiliki kemampuan mengkonversi kafein menjadi sumber energi. Jenis bakteri yang mampu mengkonversi kafein diantaranya adalah *Pseudomonas*, *Methylobacterium*, *Raoultella*, *Stenotrophomonas*, dan *Klebsiella*. Jenis bakteri ini adalah jenis bakteri yang mampu bertahan pada kondisi kafein tinggi (Iswanto, *et al.*, 2019). Adapun jenis fungi yang mampu untuk mampu bertahan pada kondisi kafein tinggi adalah *Aspergillus* (Gokulakrishnan *et al.*, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fermentasi terhadap kadar kafein kopi robusta dan identifikasi jenis mikroorganisme yang dapat bertahan pada proses dekafeinasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Kopi Cerry robusta yang berasal dari Salatiga Kopeng, Jawa Tengah. Kopi robusta serbuk yang diperoleh dari Salatiga Kopeng Jawa Tengah. Senyawa kimia untuk analisa meliputi aquades, *iodine*, asam sulfat, natrium thiosulfate, etanol, minyak emersi, larutan pati, Natrium agar (NA) merk , *Potato dextrose* agar (PDA) merk, Glukosa, yeast ekstrak, sukrosa, dan asam asetat yang diperoleh dari Laboratorium Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.

Terdapat empat tahap utama yang dilakukan untuk memperoleh substansi perubahan kafein. Setiap tahapan memiliki tujuan untuk menghilirisasi untuk tujuan menurunkan kadar kafein kopi. Tahapan yang dilakukan meliputi proses seleksi mikroba untuk proses fermentasi,

fermentasi biji kopi, proses pemurnian mikroba fermentasi kopi, proses pengeringan, dan analisa kadar kafein biji kopi.

Proses seleksi mikroba untuk proses fermentasi dilakukan dengan media tanah yang diambil dari lingkungan kebun kopi. Proses pengambilan sampel dilakukan secara acak, kemudian sampel tanah yang sudah disiapkan segera dilakukan pengenceran. Proses inokulasi sampel dilakukan pada media NA dan PDA yang dicampurkan dengan ekstrak kopi. Sampel yang sudah disiapkan kemudian dituangkan pada media padat dengan metode *pour plate*. Proses inkubasi dilakukan selama 48 jam dengan suhu 37°C.

Selanjutnya Tahap Pemurnian dilakukan dengan mempersiapkan media tumbuh untuk mikroba yang telah terseleksi. Pembuatan media dilakukan dengan mencampurkan glukosa 1%, yeast ekstrak 0,5%, sukrosa 1%, aquades dan asam asetat pada erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan proses homogenisasi selama 48 dengan magnetic stirrer. Selanjutnya dilakukan proses prekulturan dengan menambahkan isolat agar miring pada media yang sudah disiapkan. Lakukan inkubasi selama 24 jam untuk proses penumbuhan mikroba.

Tahap pembuatan sampel menggunakan sampel kopi dilakukan dengan proses perendaman secara anaerob dengan media mikroba yang diseleksi dan dimurnikan. Mekanisme perlakuan sampel biji kopi adalah sebanyak 2,2 kg dan ditambah 1,3 L air dengan *adjustment* atau penambahan 180 ml kultur mikroba yang sudah diseleksi pada perlakuan awal. Sebagai sampel kontrol, perlakuan yang digunakan adalah perendaman secara alami

tanpa *adjustment* penambahan mikroba. Mekanisme perlakuan sampel kontrol adalah sampel biji kopi sebanyak 2,2 kg ditambah 1,3 L. Proses fermentasi dilakukan selama dua minggu, proses pengamatan dilakukan pada hari ke 3, 7, dan 14. Kemudian sampel tersebut dipisahkan berdasarkan lama proses fermentasi, untuk dilakukan proses lanjutan dengan pengeringan. Proses pengeringan dengan *sun drying* dilakukan sampai kadar air mencapai 10%.

Analisa yang dilakukan meliputi analisa kafein yang dilakukan dengan metode titrasi iodometri dan perhitungan *total plate count*. Analisa kafein dilakukan menggunakan metode titrasi iodometri. Sampel kopi sebanyak 1 gram dihaluskan, selanjutnya tambahkan 25 ml etanol selanjutnya lakukan proses homogenisasi selama 10 menit. Selanjutnya tambahkan 5 ml larutan H₂SO₄ 10% dan 10 ml larutan iodine 0,1 N. Kemudian lakukan proses homogenisasi selama 10 menit dan lakukan proses penyaringan. Filtrat yang diperoleh kemudian diambil sebanyak 20 ml, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya tambahkan larutan kanji sebanyak 4 tetes sebagai indikator. Kemudian dilanjutkan dengan proses titrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N, proses titrasi dilakukan sampai warna biru hilang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan kopi atau perlakuan pasca panen kopi merupakan bentuk perlakuan yang sering dilakukan untuk merekayasa hasil produk kopi. Flavor dan aroma merupakan hal yang sering menjadi parameter, rekayasa pengolahan akan

menentukan hasil produk akhir kopi yang diinginkan (Kleinwächter *et al.*, 2015). Proses fermentasi atau proses perendaman kopi menjadi salah satu tahap inti pengolahan atau rekayasa pengolahan kopi. Banyak aspek yang dapat disentuh melalui proses fermentasi, salah satunya adalah aspek kesehatan. Kopi merupakan produk pangan yang sering menjadi permasalahan yang umum terjadi, komponen kafein pada kopi sering menjadi permasalahan yang umum terjadi dan menjadi perbincangan. Kafein pada dasarnya memiliki fungsi yang cukup kompleks (Hamad *et al.*, 2023 ; Muzaifa *et al.*, 2024 ; Nurvita & Rizkaprilisa, 2024). Kafein secara alami merupakan *flavor enhancer*, yang memiliki fungsi yang sama seperti garam. Kafein akan mengikat beberapa unsur flavor dalam produk pangan, sehingga akan menimbulkan kompleksitas rasa yang dihasilkan. (Burdock, 2010) Di sisi lain kafein sering menjadi permasalahan karena dapat menimbulkan kenaikan tekanan darah. Rekayasa pengolahan kopi dapat menyentuh berbagai aspek yang dibutuhkan untuk memperoleh produk akhir kopi.

Tabel 1. Pengaruh Perbedaan Perlakuan Biji Kopi Terhadap Kadar Kafein

| Perlakuan | Kadar Kafein (mg/g) | Kadar air (%) |
|----------------------|---------------------|---------------|
| Green Bean (Kontrol) | 3,15 | 89 |
| Green Bean kering | 2,74 | 9,43 |
| Fermentasi 3 hari | 0,30 | 16,42 |
| Fermentasi 7 hari | 0,30 | 14,85 |
| Fermentasi 14 hari | 0,26 | 14,29 |

Fermentasi merupakan proses rekayasa yang banyak digunakan untuk merekayasa hasil akhir produk kopi.

Mekanisme proses fermentasi akan memberikan perubahan komponen pada bahan pangan. Dalam hal ini proses fermentasi akan memberikan dampak signifikan terutama pada perubahan komponen yang diinginkan. Proses fermentasi dapat diarahkan untuk menentukan hasil akhir produk kopi (Muzaifa *et al.*, 2024 ; Tasdemir & Sanlier, 2020). Pada penelitian yang dilakukan, proses fermentasi bertujuan untuk menurunkan kadar kafein pada kopi. Merujuk pada dampak negatif kafein kopi, proses fermentasi dapat dilakukan untuk menurunkan kadar kafein pada kopi. Berdasarkan tabel 1, kadar kafein kopi mengalami penurunan signifikan akibat proses fermentasi. Semakin lama waktu proses fermentasi akan menurunkan kadar kafein pada batas optimal. Dari hasil analisa yang sudah dilakukan kadar kafein tertinggi diperoleh dari sampel cerry yaitu rerata 3,16 mg/g sedangkan kadar kafein kopi terendah diperoleh pada sampel kopi dengan perlakuan fermentasi 14 hari yaitu rerata 0,27 mg/g. Menurut Standart Nasional Indonesia kadar kafein kopi yang didekafeinasi adalah 0,3 mg/g. Hal ini menjawab hipotesis yang dalam penelitian ini, bahwa proses fermentasi akan memberikan dampak signifikan pada penurunan kadar kafein kopi.

Dekafeinasi kopi merupakan suatu istilah yang umum digunakan pada produk kopi yang telah mengalami proses penurunan kadar kafein. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar kafein, yaitu dengan metode kimia dan alami. Metode dekafeinasi kopi secara alami ini sedang menjadi trend untuk diterapkan dalam

rekayasa pengolahan kopi. Dekafeinasi kopi dengan metode fermentasi dapat solusi yang dapat digunakan. Proses fermentasi pada dasarnya adalah proses yang menempatkan mikroorganisme untuk berperan dalam merekonstruksi perubahan yang diinginkan dalam hal ini kopi. Jenis mikroba akan menentukan mekanisme perubahan yang akan terjadi, terutama jenis komponen yang akan dimodifikasi. Kafein secara alami merupakan komponen yang memiliki sifat toxic bagi mikroorganisme fermentasi. Bagi beberapa mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi kafein akan berdampak toxic. Namun terdapat jenis mikroorganisme yang dapat bertahan dalam kondisi kadar kafein tinggi, yaitu jenis bakteri *Pseudomonas*, *Methylobacterium*, *Raoultella*, *Stenotrophomonas*, dan *Klebsiella*. Adapun jenis mikroorganisme lain dari kelompok fungi yaitu *Aspergillus* (Gokulakrishnan *et al.*, 2004 ; Gokulakrishnan *et al.*, 2006 ; Hamad *et al.*, 2023)

Dalam penelitian ini dilakukan proses isolasi mikroorganisme. Tujuan dari isolasi adalah untuk memperoleh mikroorganisme target, yang akan digunakan dalam proses fermentasi. Proses isolasi dilakukan pada kondisi lingkungan dengan kadar kafein yang tinggi, hal ini bertujuan untuk melihat serta memacu ketahanan dari mikroorganisme. Dapat diasumsikan bahwa mikroorganisme yang mampu bertahan hidup merupakan jenis mikroorganisme yang mampu mengkonversi kafein menjadi sumber biomassa untuk bertahan hidup, kafein memainkan peran yang sama seperti glukosa Menurut Iswanto, *et al.*, (2019), mikroorganisme yang menkonversi kafein

mampu membentuk reaksi enzimatik yang menghasilkan enzim *caffeine demethylases* dan enzim *caffeine oxidase* yang menyebabkan pemecahan komponen kafein menjadi komponen biomassa sebagai sumber energi. Berdasarkan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa mikroorganisme yang sudah mengalami proses isolasi kemudian menjadi media untuk menurunkan kafein, menunjukkan peningkatan yang signifikan terutama pada lama fermentasi. Peningkatan jumlah mikroorganisme diikuti dengan penurunan kadar kafein yang ditunjukkan pada Tabel 1. Bahwa semakin lama proses fermentasi atau perendaman akan memberikan dampak signifikan pada penurunan kafein kopi.

Tabel 2. *Total Plate Count* Berdasarkan Lama Fermentasi Kopi

| Lama Fermentasi | 3 | 7 | 14 |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | CFU/g | CFU/g | CFU/g |
| | 2,8 x 10 ¹⁰ | 3,2 x 10 ¹⁰ | 4,2 x 10 ¹⁰ |

Penelitian mengenai pengaruh fermentasi ini beberapa sudah dilakukan, diantaranya mengacu pada jenis mikroorganisme serta korelasi yang terjadi akibat pengaruh sumber biomassa. Glukosa, fruktosa, laktosa, galaktosa, nitrogen, serta sumber karbon lain memiliki pengaruh nyata dalam mendegradasi kafein kopi. Penelitian yang dilakukan oleh Babu *et al.*, (2005) ; Gokulakrishnan *et al.*, (2006); Dash & Gummadi, (2007) yang mengfokuskan pada pengaruh fermentasi terhadap degradasi kafein kopi. Selain itu bakteri *Pseudomonas* juga digunakan sebagai mikroorganisme target yang digunakan untuk memberikan pengaruh dampak pada degradasi kafein.

Dalam penelitian yang dilakukan ini juga dilakukan identifikasi mikroorganisme yang mampu bertahan dalam kondisi tinggi kafein. Beberapa mikroorganisme yang teridentifikasi dalam analisa adalah jenis *Pseudomonas sp.* dengan karakteristik berbentuk batang dengan kondisi fisik panjang 0,83 – 1,94 μm dan lebar 0,2 – 0,64 μm . *Pseudomonas sp.* merupakan jenis bakteri yang memiliki kelebihan mampu memanfaatkan atau tumbuh dalam kondisi ekstrim (Putra et al., 2020). *Pseudomonas sp.* merupakan jenis bakteri yang memiliki tingkat efisiensi yang sangat baik dalam mendegradasi kafein. *Pseudomonas sp.* mampu menurunkan kadar kafein kopi sampai 5g/l (WoolFolk, 1975). Proses perendaman dengan kondisi yang baik akan mengoptimalkan mekanisme degradasi kafein oleh bakteri *Pseudomonas sp.* Beberapa parameter dapat mengoptimalkan proses degradasi kafein kopi diantaranya adalah kondisi biomassa yang tersedia dan pH akan mempengaruhi. Biomassa menjadi faktor penting dalam mekanisme degradasi kafein, beberapa hasil analisis yang sudah dilakukan bahwa perubahan konversi kafein yang dilakukan oleh isolat selama proses perendaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan substrat yang ada. Substrat akan menginduksi proses percepatan konversi dengan membantu optimasi pembentukan enzim pengkonversi kafein sehingga tidak memerlukan waktu perendaman yang lama (Babu et al., 2005; Gokulakrishnan, et al., 2004 ; Dash & Gummadi, 2007)

KESIMPULAN

Pengaruh perendaman atau proses fermentasi akan mempengaruhi proses

degradasi kadar kafein pada kopi. Semakin lama proses fermentasi akan menurunkan kadar kafein kopi. Dalam penelitian ini fermentasi ditunjukkan dengan semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan pada kontrol 3.15 mg/g, sedangkan kadar kafein kopi setelah proses fermentasi menunjukkan 0.30 mg/g pada fermentasi 3 hari, 0.30 mg/g pada fermentasi 7 hari, dan 0,26 mg/g pada fermentasi 14 hari kafein.

Saran Perlu penelitian lebih lanjut terkait jenis mikroorganisme, kondisi lingkungan perendaman, serta substrat untuk mendukung optimasi proses mendegradasi kafein kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Babu, V. ., S. et al., 2005. Degradation of caffeine by *Pseudomonas alcaligenes* CFR 1708. *Journal Enzyme and Microbial Technology*, pp. 618-624.
- Burdock, G. A., 2010. Flavor Ingredients. United States America : CRC Press Taylor & Francis Group.
- Dash, S. S. & Gummadi, S. N., 2007. Enhanced Biodegradation Of Caffeine By *Pseudomonas*. *Biochemical Engineering Journal*, pp. 288-293.
- Gokulakrishnan, S., Chandraraj, K. & Gummadi, S., 2006. A Preliminary Study Of Caffeine Degradation By *Pseudomonas sp.* GSC 1182. *International Journal Of Food Microbiology*, pp. 346-350.
- Gokulakrishnan, S., Chandraraj, K. & Gumma, S. N., 2004. Microbial and Enzymatic Methods For The Removal Of Caffeine. *Journal*

- Enzyme and Microbial Technology*, pp. 225-232.
- Hamad, A., Nugraheni, D., Sari, B. W. & Naveed, M., 2023. Decaffeination of Coffee Bean Using Fermentation Process: Effect of Starter Concentration and Varieties on The Reduction of Caffeine and Antioxidant Activity. *Journal Research In Chemical Engineering*, pp. 57-62.
- Iswanto, T. et al., 2019. Isolation And Identification Of Caffeine-Degrading Bacteria From Soil, Coffee Pulp Waste And Excreted Coffee Bean In Luwak Feces. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, pp. 1580-1587.
- Kleinwächter, M., Bytof, G. & Selmar, D., 2015. Coffee Beans and Processing. In: *Coffee In Health and Disease Prevention*. London: Academic Press, pp. 73-81.
- Muzaifa, M., Abubakar, Y. & Nilda, C., 2024. Physicochemical and Sensory Profile of Commercial Wine Coffee In The Gayo Highlands, Indonesia. *Journal Coffee Science*.
- Nurvita, S. & Rizkaprilisa, W., 2024. Coffee and Blood Pressure. *Journal Coffee Science*.
- Putra, G. W. K., Ramona, Y. & Wahyuni, M., 2020. Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Yang Diisolasi dari Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria*). *Journal of Biological Sciences*, pp. 62-70.
- Seninde, D. R., Chambers, E. & Chambers, D., 2020. Determining The Impact of Roasting Degree, Coffee to Water Ratio and Brewing Method on The Sensory Characteristics Of Cold Brew Ugandan Coffee. *Journal Food Research International* , pp. 1-15.
- Susanti, A. A. & Putra, R. K., 2022. Outlook Komoditas Perkebunan Kopi , Jakarta : Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian .
- Tasdemir, S. S. & Sanlier, N., 2020. An insight into the anticancer effects of fermented foods: A review. *Journal of Functional Foods* , pp. 1-12.
- WoolFolk, C. A., 1975. Metabolism of N-Methylpurines by a *Pseudomonas Putida* Strain Isolated by Enrichment on Caffeine as the Sole Source of Carbon and Nitrogen. *Journal of Bacteriology*, pp. 1088-1106.