

# **PENURUNAN KADAR KAFEIN PADA BIJI KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN FERMENTASI DENGAN BAKTERI ASAM LAKTAT *LEUCONOSTOC MESENEROIDES* (B-155) DAN *LACTOBACILLUS PLANTARUM* (B-76)**

## ***DECREASE IN CAFFEINE LEVELS IN ROBUSTA COFFEE BEANS USING FERMENTATION WITH LACTIC ACID BACTERIA *LEUCONOSTOC MESENEROIDES* AND *LACTOBACILLUS PLANTARUM****

**Rizki Adrianto<sup>1</sup>, Damar Wiraputra<sup>2</sup>, Fidela Devina Agrippina<sup>2</sup>, Arifia Zulaika Andaningrum<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Balai Riset dan Standardisasi Bandar Lampung  
Jalan Soekarno Hatta KM.1, Rajabasa, Rajabasa Raya, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung

### **Abstrak**

Kopi sangat dikenal oleh masyarakat. Minuman kopi digemari dikarenakan memiliki cita rasa dan aroma yang khas. Selain karena aroma dan cita rasanya, kopi mempunyai manfaat untuk merangsang kemampuan kinerja otak dan sebagai antioksidan. Kopi tidak hanya mengandung zat yang memiliki manfaat namun juga mengandung kafein yang berdampak bagi kesehatan. Salah satu jenis kopi yang memiliki kandungan kafein tinggi adalah jenis kopi robusta. Dalam penelitian ini digunakan kopi robusta Lampung. Tujuan dari penelitian ini adalah menurunkan kadar kafein yang terkandung di dalam kopi robusta dengan proses fermentasi bakteri asam laktat (BAL). Tahapan penelitian ini terdiri dari: preparasi pembuatan starter Bakteri Asam Laktat (BAL), perhitungan BAL, proses fermentasi dan analisis kafein menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Hasil dari penelitian dengan melakukan variasi waktu fermentasi 0, 8, 16, 24 jam dengan kadar kafein sebesar 1,11%, 0,35%, 0,34%, dan 0,28%. Berdasarkan hasil fermentasi diperoleh waktu paling optimal untuk menurunkan kadar kafein adalah 24 jam dengan kandungan kafein sebesar 0,28%.

Kata kunci: Kopi Robusta Lampung, Fermentasi, Bakteri Asam Laktat (BAL), Kafein

### **Abstract**

*Coffee is very well known by the public. Coffee drinks are popular because they have a distinctive taste and aroma. In addition to its aroma and taste, coffee has benefits to stimulate the brain's performance ability and as an antioxidant. Coffee not only contains substances that have benefits but also contains caffeine which has an impact on health. One type of coffee that has a high caffeine content is Robusta coffee type. In this study, Robusta Lampung coffee was used. The purpose of this study was to reduce the level of caffeine contained in Robusta coffee by the process of lactic acid bacterial fermentation (LAB). This research followed by steps: Lactic Acid Bacteria (LAB) starter preparation, LAB calculation, fermentation process and caffeine analysis using the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method. The parameter of this study was caffeine levels which were analyzed using HPLC. The result of the study by varying the time of fermentation 0, 8, 16, 24 hours with caffeine content of 1,11%; 0,35%; 0,34%; and 0,28%. Based on the results of fermentation, the optimal time to reduce caffeine levels is 24 hours with a caffeine content of 0,28%.*

Keywords: Robusta Coffee Lampung, Fermentation, Lactic Acid Bacteria (BAL), Caffeine

## **PENDAHULUAN**

Kopi Robusta merupakan komoditas hasil utama perkebunan masyarakat di provinsi Lampung. Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi yang mempunyai keunggulan sebagai

komoditas ekspor dan konsumsi lokal terutama jenis kopi robusta (Setyani, *et.al.*, 2018)

Provinsi ini menjadi salah satu sentra produksi kopi Robusta terbesar pertama di Indonesia dengan persentase sebesar

27,93% dari total keseluruhan produksi. Hal ini menjadikan provinsi Lampung memiliki potensi yang cukup besar untuk meningkatkan pembangunan ekonomi melalui ekspor produk biji kopi Robusta unggulan. Produksi kopi Robusta di Lampung terpusat di Kabupaten Lampung Barat sebesar 41,38%, Kab Tanggamus sebesar 24,16%, dan Kabupaten Way Kanan sebesar 13,73% (PDSIP, 2015)

Konsumsi kopi dalam negeri cenderung meningkat tiap tahun sebesar 6 – 8 %. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan industri kedai kopi yang berkembang pesat.

Capaian konsumsi kopi di Indonesia berdasarkan survei LPEM UI mencapai 800g/kapita/tahun (Marlina, *et.al.*, 2017). Secara umum kopi dikonsumsi karena nilai citarasa dan bukan karena kandungan gizinya, serta pengaruh fisiologisnya yang dapat memberikan pengaruh tetap terjaga, kesegaran, mengurangi kelelahan dan membuat rasa lebih semangat (Atmawinata, 2002).

Senyawa kimia pada biji kopi dapat dibedakan atas senyawa volatil dan non volatil. Senyawa volatil adalah senyawa yang mudah menguap, terutama jika terjadi kenaikan suhu. Senyawa volatil yang berpengaruh terhadap aroma kopi antara lain golongan aldehid, keton dan alkohol, sedangkan senyawa non volatil yang berpengaruh terhadap mutu kopi antara lain kafein, chlorogenic acid dan senyawa-senyawa nutrisi. Senyawa nutrisi pada biji kopi terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, dan mineral (Oktadina, Argo, & Hermanto, 2013). Selain itu, kopi mengandung tanin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat ditemui pada setiap tanaman yang letak dan jumlahnya berbeda-beda. Senyawa tanin dapat menyebabkan rasa sepet pada buah dan menyebabkan pencoklatan pada bahan (Aditya, Nociantri, & Yusasrini, 2016)

Konsumsi kafein memberikan efek negatif yang banyak terjadi seperti insomnia. Dalam beberapa kasus, insomnia merupakan efek yang

diinginkan, namun dapat mengganggu siklus alami seseorang. Adanya pengaruh samping tersebut mendorong banyak orang memproduksi dan mengolah biji kopi menjadi minuman kopi yang rendah kafein. Proses dekafeinasi kopi dikenal sebagai proses pengolahan biji kopi tersebut sehingga salah satu cara atau strategi dalam menurunkan kandungan kafein adalah melalui proses fermentasi biji kopi (Brand, *et.al.*, 2000). Fermentasi adalah satu cara dalam menghasilkan kopi yang rendah kafein dan bercitarasa tinggi. Riset dari peneliti kopi menggunakan berbagai mikroba dalam fermentasi kopi dengan kultur yang berbeda seperti *Rhizopus*, *Phanerochaete* dan *Aspergillus sp*, yang dapat menurunkan kafein sampai 92% dan 65% tannin (Brand *et.al.*, 2000) *Pseudomonas* dan *Aspergillus* (Gokulakrishnan, *et.al.*, 2005) dan menggunakan *Pleurotus ostreatus* dimana dapat mengurangi kandungan tanin dan kafein. Proses fermentasi juga mampu meningkatkan senyawa penting untuk membentuk komponen citarasa pada kopi (De Bruyn *et al.*, 2017).

Kafein merupakan senyawa yang memberi pengaruh stimulasi pada seduhan kopi. Kafein juga bersifat diuretik, merangsang peningkatan pengeluaran urin, merangsang otak dan aktivitas jantung. Kandungan kafein pada kopi Arabika 0, 8-1,5% dan pada kopi Robusta 1, 6-2, 5% (kopi mentah) (Rahayu, 2007) Kemampuan penurunan kafein dan cita rasa kopi ditentukan dari metode fermentasi (Wamuyu, *et.al.*, 2017). Fermentasi cukup banyak memanfaatkan dari jenis jamur sedang sedikit yang menggunakan fermentasi dari kelas bakteri. Seperti memanfaatkan fermentasi dari kelompok bakteri asam laktat. Oleh karena itu, dalam tulisan ini dilaporkan hasil penelitian tentang kandungan kafein dari kopi fermentasi menggunakan bakteri (Fauzi, 2008)

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan terdiri dari HPLC (*high performance liquid chromatography*) merk Shimadzu tipe LC 200, Laminar air Flow merk Esco, Hot Plate, Vortex, Inkubator merk Thermo Scientific, timbangan analitik, waterbath, autoklaf merk Hirayama, dan peralatan gelas.

Bahan-bahan yang digunakan adalah kopi robusta Lampung dari petani di Liwa, Lampung Barat, Kultur bakteri asam laktat (BAL) *Leuconostoc mesenteroides* B-155, *Lactobacillus plantarum* B-76. Medium BHI broth, Medium MRS Broth untuk mengkultur mikroorganisme fermentasi, Medium PCA/NA untuk menghitung jumlah bakteri, bahan-bahan kimia lainnya untuk kafein.

### Metode Penelitian Preparasi pembuatan starter BAL (bakteri asam laktat)

Dari isolate bakteri (BAL) disengkelit 1 ose, diisolasikan ke dalam tabung 9 mL MRS broth yang berjumlah 10 tabung, kemudian diinkubasikan pada suhu  $35^{\circ}\text{C} \pm 1$  selama 24 jam, kemudian diisolasikan ke dalam medium MRS broth volume 1 L, diinkubasikan kembali selama 24 jam pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Starter yang sudah jadi siap dituang pada saat akan melakukan fermentasi.

### Penghitungan BAL

Metode Penghitungan BAL pada hari pertama dilakukan dengan metode *spike sampel* dimana biakan murni disengkelit pada media BHI broth 10 mL kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $35^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Pada hari kedua, hasil inkubasi dari starter BAL pada 10 mL BHI broth dipindahkan ke pengenceran bertingkat dari pengenceran  $10^{-1}$  sampai dengan pengenceran  $10^{-9}$ . Dengan perbandingan 1:9. Pada pengenceran pertama sebanyak 1 mL diencerkan dalam 9 mL larutan BPW (*buffer phosphate water*). Pengenceran kedua dilakukan dengan 1

mL yang sudah diencerkan pada pengenceran pertama dimasukkan ke dalam 9 mL larutan BPW, pengenceran ketiga dan seterusnya dilakukan dengan cara yang sama seperti pengenceran kedua hingga pengenceran  $10^{-9}$ .

Proses penuangan medium dalam petridish dilakukan menggunakan medium NA (natrium agar). Pembuatan medium NA 1000 mL dilakukan dengan cara medium NA ditimbang sebanyak 28 gram dan dilarutkan ke dalam 1000 mL akuades sampai homogen, kemudian medium NA disterilkan dengan *autoclave* pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit. Lalu didinginkan sampai suhu  $45-50^{\circ}\text{C}$ . Kemudian sampel hasil pengenceran dimasukkan 1 mL ke dalam cawan petri dan kemudian medium NA dituangkan  $\pm$  sebanyak 10-15 mL secara *pour plate*, proses tersebut dilakukan secara duplo dari pengenceran  $10^{-7}$  sampai dengan pengenceran  $10^{-9}$ . Kemudian, cawan petri digoyangkan membentuk angka 8 supaya medium dengan sampel tercampur homogen. Setelah medium memadat, cawan petridish tersebut diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam (Hidayat, *et.al.*, 2013)

### Proses Fermentasi

Buah kopi merah dari biji kopi robusta Lampung dipulping atau dikupas kulit luarnya ditimbang  $\pm 2,5$  kg, dimasukkan ke dalam masing-masing bak fermentasi, isolate bakteri (BAL) dimasukkan ke dalam bak fermentasi yang berisi biji kopi sebanyak masing-masing 500 mL. Proses fermentasi disesuaikan dengan perlakuan 0, 8, 16 dan 24 jam dan masing-masing perlakuan diukur pH nya, setelah proses fermentasi selesai lalu dilakukan proses pengeringan biji kopi dalam oven dengan suhu  $50^{\circ}\text{C} \pm 1$  selama 5 hari.

### Analisa Kafein

Analisa kafein dilakukan berdasarkan SNI 3542-2014 kopi bubuk, yang prinsip analisisnya adalah analisa kuantitatif

secara kromatografi cair kinerja tinggi setelah kafein diekstrak dari contoh. Analisa kadar kafein setelah dari proses fermentasi menggunakan HPLC berdasarkan panjang gelombang yang terbaca. Kafein diekstrak dari sampel biji kopi menggunakan aquadest dan dipanaskan, kemudian diekstraksi menggunakan etanol hasil ekstraksi dicuci kemudian diuapkan. Kristal hasil penguapan dilarutkan dengan campuran methanol dan aquadest lalu disuntikkan ke vial ukuran 10 mikron dan dimasukkan ke HPLC dengan pengaturan panjang gelombang 272 nm. Fase gerak menggunakan campuran air:methanol (70:30) dengan kecepatan alir 0,75 ml/menit.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian, hasil penurunan kadar kafein pada kopi rubusta yang difermentasi dengan beberapa variabel waktu antara lain 0-24 jam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Kafein Kopi Robusta Lampung

Waktu Fermentasi (Jam)	Kadar Kafein (%)
0	1,11
8	0,35
16	0,34
24	0,28

Dari data pengamatan di atas menunjukkan bahwa penggunaan BAL mampu menurunkan kadar kafein di dalam kopi. Kadar kafein kopi robusta sebesar 1,11% dapat diturunkan menjadi 0,28%. Penurunan kadar kafein ini disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat. Penurunan kadar kafein juga dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi. Adanya aktivitas bakteri proteolitik yang menghasilkan enzim protease cukup tinggi menyebabkan kadar kafein dalam biji kopi semakin menurun dengan semakin lamanya proses fermentasi (Farida, *et.al.*, 2013)

Kopi yang memiliki kandungan kafein yang rendah dihasilkan dari protein yang diurai sehingga meningkatkan asam amino bebas. Selulosa dan hemiselulosa yang ada di dalam kopi didegradasi oleh bakteri selulolitik dan xilanolitik sehingga terbentuk asam organik karena aktivitas bakteri tersebut dalam memecah gula (Marcone, 2004)

Menurut Hadipernata & Nugraha (2012), gula dipecah menghasilkan asam laktat dan asam-asam lain yaitu etanol, asam butirat dan propionate, sedangkan Menurut (Usman & Supriyadi, 2015), biji kopi pada bagian luar memiliki lapisan lender yang terdiri dari 80% pektin dan 20% gula. Lapisan ini menjadi substrat bagi inoculum. Maka substrat tersebut akan tereduksi oleh inoculum menyebabkan air mudah masuk ke dalam biji melalui kulit tanduk yang berupa pori-pori. Air yang meresap masuk ke biji kopi menyebabkan kafein terlarut. Hal tersebut disebabkan sifat kafein yang terlarut dalam air. Hal demikian dijelaskan oleh Ridwansyah (2003) bahwa kelarutan kafein dalam air dikarenakan mengikat satu molekul air. Selain itu penurunan kandungan kafein disebabkan oleh proses *esterifikasi* yang menghasilkan pemecahan senyawa kompleks kafein menjadi asam klorogenat. Senyawa kafein menjadi bebas dengan ukuran dan berat molekul yang menjadi kecil dan menjadi mudah bergerak untuk berdifusi melewati dinding sel dan larut dalam air.

Menurut Kristiyanto, *et.al* (2013), asam klorogenat yang terlepas dari kafein selanjutnya terdekomposisi menjadi senyawa organik lain kemudian menjadi larut dalam media fermentasi. Semakin lama proses pelarutan maka semakin banyak asam klorogenat yang menjadi larut dalam media fermentasi. Kadar kafein pada kopi menjadi berkurang berbanding lurus dengan waktu fermentasi, dimana semakin lama fermentasi pada biji kopi maka semakin besar tingkat penurunan kafein pada kopi. Makin lama proses pelarutan maka makin

banyak asam klorogenat yang larut dalam media fermentasi.

Menurut Farida, *et.al* (2013), kafein merupakan senyawa alkaloid yang menjadi bagian dari jenis metilxanthine (1,3,7-trimetilxanthine) atau  $C_8H_{10}N_4O_2$ . Dalam bentuk murninya kafein berupa serbuk putih berbentuk kristal prisma hexagonal dan merupakan senyawa yang tidak berbau namun memiliki rasa yang pahit. Kopi mengandung kafein yang lebih banyak dibanding dengan daun teh dan mate sekitar 1,6%- 2,5%, sehingga pengaruh senyawa alkaloidxantina ini lebih terasa jika mengonsumsi kopi dibanding bahan pangan lain.

Penelitian ini menggunakan bakteri asam laktat yaitu *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum*. Proses fermentasi menyebabkan perubahan akan warna medium menjadi keruh dibanding sebelum perlakuan, dan selanjutnya perubahan ph cairan hasil dari proses fermentasi (Usman & Supriyadi, 2015).

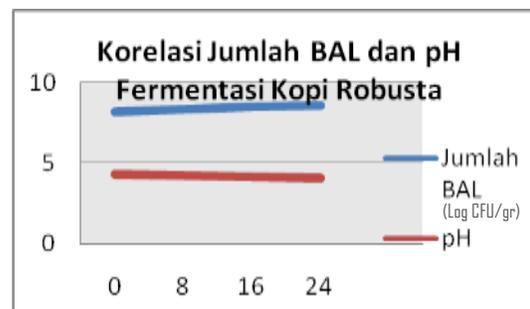


Gambar 1. Data Kandungan Kafein dan pH saat proses Fermentasi

Keterangan: A= kontrol (0 jam), B= 8 jam, C= 16 jam, D= 24 jam

Derajat keasaman (pH) awal dalam penelitian yaitu ph 4,32 merupakan ph alami dari substrat kulit kopi yang ditambahkan dengan aquades. Setelah 8 jam proses fermentasi, terjadi penurunan pH sebesar 2,08 % dan pH menjadi 4.23. Proses fermentasi selama 16 jam

mengakibatkan penurunan sebesar 2,36% dan pH menjadi 4.13. Hasil penurunan pH yang terbesar setelah 24 jam proses fermentasi yaitu terjadi penurunan kadar kafein sebesar 1.21% dan pH akhirnya menjadi 4,08. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 yaitu data antara kadar kafein dan kandungan asam (pH) pada proses selama fermentasi



Gambar 2. Korelasi Kadar kafein terhadap penurunan asam (pH)

Proses fermentasi yang berlangsung dipengaruhi oleh aktifitas mikroba dimana tidak hanya menurunkan kadar kafein, namun menurunkan pula kadar pH (asam) pada kopi. Kadar pH yang menurun dipengaruhi akumulasi asam-asam organik dan peningkatan jumlah proton  $H^+$  sebagai hasil dari metabolisme bakteri akibat penguraian asam-asam amino. Asam organik adalah senyawa metabolit hasil metabolisme bakteri yang membentuk asam dari bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat. Menurut (Tawali, Abdullah, & Wiranata, 2018), secara umum kandungan asam suatu bahan yang semakin meningkat, maka nilai dari ph akan semakin menurun.

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah semakin lama akan waktu fermentasi dari biji kopi Robusta maka mutu dari kopi semakin menjadi baik hal demikian terlihat dari kadar kafein yang semakin menurun dengan bertambahnya lama dari waktu fermentasi. Hasil analisa dari kadar kafein biji kopi fermentasi pada perlakuan kontrol

(fermentasi 0 jam) adalah 1,11 %, kadar kafein perlakuan fermentasi 8 jam 0,35%, kadar kafein perlakuan fermentasi 16 jam 0,34%, dan kadar kafein perlakuan fermentasi 24 jam 0,28%,

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan penghargaan dan terima kasih atas dukungan data dan kajian awal penelitian kepada tim peneliti fermentasi kopi robusta Lampung. Terima kasih juga untuk seluruh staf dan analis Laboratorium Penguji Baristand Industri Bandar Lampung, Kementerian Perindustrian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Atmawinata, O. 2002. Peranan Uji Citarasa dalam Pengendalian Mutu Kopi. Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 39 hlm
- Aditya, I. W., Nocianitri, K. A., & Yusasrini, N. L. A. (2016). Kajian Kandungan Kafein Kopi Bubuk, Nilai pH dan Karakteristik Aroma dan Rasa Seduhan Kopi Jantan (Pea berry coffee) dan Betina (Flat beans coffee) Jenis Arabika dan Robusta. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (Itepa)*, 5(1), 1–12.
- Brand, D., Pandey, A., Roussos, S., & Soccol, C. R. (2000). Biological detoxification of coffee husk by filamentous fungi using a solid state fermentation system. *Enzyme and Microbial Technology*, 27(1–2), 127–133. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(00\)00186-1](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(00)00186-1)
- De Bruyn, F., Zhang, S. J., Pothakos, V., Torres, J., Lambot, C., Moroni, A. V., ... De Vuyst, 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. <https://doi.org/10.1128/AEM.02398-16>
- Farida, A., Ristanti, E., Cahyo K, A. (2013). Penurunan kadar kafein dan asam total pada biji kopi robusta menggunakan teknologi fermentasi anaerob fakultatif dengan mikroba nopkor MZ dengan mikroba nopkor MZ-15. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 70–75.
- Fauzi, M. (2008). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Biji Kopi Luwak (Civet Coffe)*. 63. Retrieved from <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/59366/ISOLASI.pdf?sequence=1>
- Gokulakrishnan, S., Chandraraj, K., & Gummadi, S. N. (2005). Microbial and enzymatic methods for the removal of caffeine. *Enzyme and Microbial Technology*, 37(2), 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.03.004>
- Hadipernata, M., & Nugraha, S. (2012). Identifikasi fisik, kimia dan mikrobiologi biji kopi luwak sebagai dasar acuan teknologi proses kopi luwak artificial. *Prosiding InSINas*, (November 2012), 117–121. Bandung: Asdep Relevansi Program Riptek. Kementerian Riset dan TEknologi.
- Hidayat, I. R., Kusrahayu, & Mulyani, S. (2013). Total bakteri asam laktat, nilai pH dan sifat organoleptik drink yoghurt dari susu sapi yang diperkaya dengan ekstrak buah mangga. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 160–167.
- Kristiyanto, D; Pranoto, B. & A. (2013). Penurunan Kadar Kafein Kopi Arabika Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Nopkor MZ-15. *Teknik Kimia Dan Industri*, 2(4), 170–176.
- Marcone, M. F. (2004). Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak) and Ethiopian civet coffee. *Food Research International*, 37(9), 901–912. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.05.008>
- Marlina, L., Dharmawan, A., & Purnamadewi, Y. (2017). Peranan kopi rakyat terhadap perekonomian

- wilayah kabupaten lampung barat. *JIIA*, 5(3), 292–303.
- Oktadina, F. D., Argo, B. dwi, & Hermanto, M. B. (2013). Pemanfaatan nanas ( *Ananas Comosus L . Merr* ) untuk penurunan kadar kafein dan perbaikan citarasa kopi ( *Coffea Sp* ) dalam pembuatan kopi bubuk. *Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(3), 265–273.
- PDSIP. (2015). Outlook kopi komoditas pertanian subsektor perkebunan. In L. N. & Novianti (Ed.), *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rahayu, T. R. dan T. (2007). Optimasi fermentasi cairan kopi dengan inokulan kultur kombucha (Kombucha coffee). *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 8(1), 15–29.
- Ridwansyah. (2003). Pengolahan Kopi. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Setyani, S., Subeki, S., & Grace, H. A. (2018). Evaluasi Nilai Cacat dan Cita Rasa Kopi Robusta (*Coffea canephora L*) yang Diproduksi IKM Kopi Di Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23(2), 103–114. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v23i2.103-114>
- 3-114
- Tawali, A. B., Abdullah, N., & Wiranata, B. S. (2018). Pengaruh Fermentasi Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yoghurt Terhadap Citarasa Kopi Robusta (*Coffea robusta*) (The Influence of Fermentation Using Bacteria Lactic Acid Yoghurt to the Flavor of Coffe Robusta (*Coffea robusta*)). *Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 1(1), 90–97. <https://doi.org/doi.org/10.20956/canre.a.v1i1.26>
- Usman, D., & Supriyadi, A. (2015). Fermentasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Feces Luwak Dengan Perlakuan Lama Waktu Inkubasi. *Jurnal Biologi*, 4(3), 31–40.
- Wamuyu, K. A., Richard, K., Beatrice, M., & Cecilia, K. (2017). Effect of Different Fermentation Methods on Physicochemical Composition and Sensory Quality of Coffee (*Coffea arabica*). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 11(06), 31–36. <https://doi.org/10.9790/2402-1106023136>