

Aplikasi Starter Bakteri Asam Laktat Bentuk Sel Bebas Pada Fermentasi Kopi Arabika Argopuro

Sony Suwasono^{1,*}, Ardiyan Dwi Masahid¹, Rahmania Intan Putri Pertiwi¹ dan Djoko Soemarno²

¹ Universitas Jember; sony.ftp@unej.ac.id; ardiyan@unej.ac.id; rahmania.clouds@gmail.com

² Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, iccri@iccri.net

DOI: <https://doi.org/10.32528/nms.v2i3.286>

*Correspondensi: Sony Suwasono

Email: sony.ftp@unej.ac.id

Published: Mei, 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Peningkatan kualitas kopi arabika Argopuro dapat dilakukan dengan perbaikan fermentasi dengan penambahan starter. Salah satunya dengan aplikasi starter sel bebas bakteri asam laktat (BAL) pada fermentasi biji kopi guna meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan jumlah asam organik yang dihasilkan. Asam laktat akan meningkatkan keasaman sehingga biji kopi yang dihasilkan lebih tahan terhadap mikroorganisme patogen dan memiliki cita rasa yang lebih baik. Bakteri yang digunakan adalah *L. plantarum* (Lp), *L. rhamnosus* (Lr), *L. johnsonii* (Lj), dan *L. fermentum* (Lf) dengan variasi F0 (Lp 0% + Lr 0% + Lj 0% + Lf 0%), F1 (Lp 40% + Lr 40% + Lj 10% + Lf 10%), F2 (Lp 30% + Lr 30% + Lj 20% + Lf 20%), F3 (Lp 20% + Lr 20% + Lj 30% + Lf 30%), F4 (Lp 10% + Lr 10% + Lj 40% + Lf 40%). Pengamatan meliputi pertumbuhan populasi mikroorganisme selama fermentasi, berat biji, total asam laktat, kadar air, kadar kafein, dan citarasa biji kopi sangrai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot biji kopi kering antara 0,179 – 0,191 g. Nilai total asam biji kopi antara 0,25 – 0,35%. Nilai kadar air biji kopi antara 11,71 – 12,30%. Kandungan kafein biji kopi antara 0,47 – 0,96%. Uji cita rasa biji kopi Arabika Argopuro menunjukkan skor lebih dari 80 dan bisa masuk dalam kategori kopi spesialti.

Keywords: arabika, kopi Argopuro, bakteri asam laktat, fermentasi

PENDAHULUAN

Jenis kopi yang dikembangkan oleh petani kopi di lereng pegunungan Argopuro Kabupaten Jember adalah kopi arabika. Namun, pengolahan biji kopi arabika Argopuro dilakukan tidak dengan prosedur yang baku, sehingga kualitas dan nilai ekonomisnya masih rendah bila dibandingkan dengan kopi specialty lainnya. Petani masih melakukan pencucian biji kopi basah untuk menghilangkan lapisan lendirnya sehingga sen-yawa-senyawa organik pada lendir hilang dan fermentasi tidak bisa berjalan dengan baik. Fermentasi dilakukan secara spontan tanpa penggunaan starter (Novita et al., 2010). Proses fermentasi pada biji kopi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan lendir yang ada pada kulit tanduk, meningkatkan citarasa pada biji kopi, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen terutama kapang penghasil mikotoksin. Proses fermentasi pada biji kopi tidak lepas dari peran mikroorganisme, dimana mikroorganisme yang banyak berperan dalam proses fermentasi biji kopi adalah bakteri asam laktat (BAL). Peran BAL di dalam proses fermentasi adalah untuk menurunkan pH sehingga rasa biji kopi lebih asam dan lebih tahan terhadap serangan kapang *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. Bakteri asam laktat bekerjasama dengan khamir akan merombak lapisan lendir pada kopi sehingga menghasilkan metabolit seperti asam laktat, asam-asam organik dan diasetil yang memiliki sifat sebagai antikapang serta berperan dalam pembentukan citarasa asam pada seduhan kopi (Hatiningsih, 2018). Salah satu upaya yang coba dilakukan adalah dengan memperbaiki proses fermentasi dengan cara penambahan starter yang terukur.

Bakteri yang banyak ditemukan dalam fermentasi kopi adalah *Lactobacillus* sp. yang menghasilkan berbagai senyawa organik yang dapat membantu meningkatkan kualitas biji kopi yang dihasilkan. Menurut penelitian Broberg et al. (2007), BAL dari jenis *Lactobacillus plantarum* galur MiLAB14 menghasilkan senyawa antikapang berupa 3-phenyllactic acid yang dapat menghambat pertumbuhan *Pichia anomala* dan *Penicillium roqueforti*. Penelitian yang dilakukan oleh Storm et al. (2002), berhasil mengisolasi BAL jenis *L. plantarum* yang menghasilkan senyawa antikapang berupa 3-phenyllactic acid dan 2-cyclic dipeptides cyclo. Bakteri *L. fermentum* dan *L. rhamnosus* diketahui mampu menghasilkan bakteriosin yang bersifat sebagai antimikroorganisme (Adedire et al., 2016; Mahulette et al., 2016).

Penggunaan BAL sebagai starter pada proses fermentasi bisa menjadi alternatif untuk menghasilkan biji kopi yang berkualitas (Kresnowati et al. 2013). Penggunaan kultur mikroorganisme disarankan untuk memperbaiki mutu fisik dan citarasa kopi arabika (Suarez-Quiroz et al., 2008). Penambahan kultur mikroorganisme pada fermentasi kopi akan mengubah keseimbangan populasi mikroorganisme yang ber-peran dalam proses fermentasi, sehingga proses dan hasil fermentasi juga akan berubah (Yusianto dan Widyotomo, 2013). Selama ini, fermentasi biji kopi yang dilakukan oleh para petani masih bersifat spontan dan dalam kondisi lingkungan yang kurang terkontrol sehingga mengakibatkan proses fermentasi kurang optimal dan biji kopi yang dihasilkan kurang baik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan starter BAL sel bebas pada proses fermentasi biji kopi arabika

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam fermentasi kopi yaitu kotak plastik bertutup ukuran 25 x 10 x 10 cm, timbangan digital, pH meter dan termometer. Alat yang digunakan untuk analisis adalah neraca analitik (Pioneer Ohaus, USA), inkubator (Heraeus Inst B6200, Germany), mikropipet, tabung *ependorf, blue tip, yellow tip, hot plate* (IKA model C-MAG HS 7), *laminar air flow* (CRUMA model 9005 - FL), *colony counter* (Stuart Scientific model SC5), spektrofotometer (*Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, China*), dan *rotary evaporator* (*Buchi, Germany*), dan alat-alat gelas lainnya. Bahan utama yang digunakan adalah biji kopi masak arabika Argopuro yang didapatkan dari perkebunan kopi di lereng Argopuro, Kecamatan Sukorambi Jember, dan isolat BAL yang diisolasi dari hasil fermentasi kopi arabika Ijen-Raung. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah *Malt Extract Agar* (MEA), *deMann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA), *deMann Rogosa Sharpe Broth* (MRSB), alkohol 70%, NaCl, CaCO₃, indikator fenolftalein (PP) 1%, NaOH, dan kloroform.

Pembuatan Starter Sel Bebas

Proses pembuatan starter dilakukan dengan cara pengambilan sebanyak masing-masing 1 ml kultur BAL (*L. plantarum, L. rhamnosus, L. johnsonii, L. fermentum*) hasil isolasi pada fermentasi kopi arabika Ijen-Raung, lalu dimasukkan ke dalam 50 ml media MRSB dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya, masing-masing kultur dikembangkan ke dalam 300 ml nira tebu dan diinkubasi lagi selama 48 jam pada suhu 37°C sehingga diperoleh starter BAL sel bebas.

Fermentasi Biji Kopi

Biji kopi basah hasil pengupasan ditimbang masing-masing sebanyak 2 kg lalu dimasukkan ke dalam kotak plastik (25x10x10 cm), kemudian starter sel bebas ditambahkan masing-masing 100 ml dan ditutup rapat agar terjadi proses fermentasi. Selama fermentasi dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan

mikroorganisme pada jam ke 0, 12, 24 dan 36. Setelah fermentasi selesai, dilakukan pencucian pada biji kopi untuk menghilangkan lendir yang tersisa. Biji kopi yang telah bersih dikeringkan dengan sinar matahari $\pm 7 - 10$ hari. Biji kopi yang telah kering dikupas kulit tanduknya menggunakan mesin *huller* sehingga diperoleh *green bean* kopi arabika Argopuro. Penambahan starter dengan formulasi bervariasi diulang 3 kali :

F0 : *L. plantarum* 0% + *L. rhamnosus* 0% + *L. johnsonii* 0% + *L. fermentum* 0%

F1 : *L. plantarum* 40% + *L. rhamnosus* 40% + *L. johnsonii* 10% + *L. fermentum* 10%

F2 : *L. plantarum* 30% + *L. rhamnosus* 30% + *L. johnsonii* 20% + *L. fermentum* 20%

F3 : *L. plantarum* 20% + *L. rhamnosus* 20% + *L. johnsonii* 30% + *L. fermentum* 30%

F4 : *L. plantarum* 10% + *L. rhamnosus* 10% + *L. johnsonii* 40% + *L. fermentum* 40%

Perhitungan Total Mikroorganisme Fermentasi

Perhitungan mikroorganisme selama proses fermentasi biji kopi dilakukan dengan penimbangan 5 g biji kopi basah yang dimasukkan ke dalam 45 ml aquades steril dan digojok hingga homogen. Selanjutnya, pengenceran suspensi mikroorganisme dilakukan hingga 10^{-7} . Sebanyak 1 ml dari suspensi dituang ke dalam cawan petri, lalu ditambahkan media MRSA + CaCO_3 dan MEA. Inkubasi mikroorganisme dilakukan selama 48 jam pada suhu 37°C . Setelah proses inkubasi selesai dilakukan perhitungan terhadap mikroorganisme yang tumbuh.

Pengamatan

Uji Fisik Biji Kopi (BSN, 2008)

Uji dilakukan dengan cara pemisahan biji kopi cacat dan kotoran lalu dihitung nilai cacat serta kadar kotorannya disesuaikan dengan SNI 01-2907-2008.

$$\text{Berat biji} = \frac{100 \text{ g biji kopi}}{\text{jumlah total biji kopi dalam 100 g}}$$

Total Asam

Pengujian total asam dilakukan dengan cara penimbangan 10 g bubuk biji kopi dan diencerkan dengan akuades sebanyak 100 ml, digojok dan disaring. Filtrat diencerkan dengan akuades sampai 100 ml dalam labu ukur dan dihitung faktor pengenceran (FP). Larutan sampel 20 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditetaskan indikator PP sebelum dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi merah muda konstan.

$$\% \text{ Total asam} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{FP} \times \text{BM}}{\text{g sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Kadar Air (BSN, 2008)

Pengujian kadar air biji kopi menggunakan metode oven yang mengacu pada SNI-2907-2008. Prosedur dimulai dengan mengeringkan cawan dan tutup yang akan digunakan pada suhu 105°C selama 1 jam lalu didinginkan di dalam eksikator agar mencapai suhu kamar kemudian ditimbang (m_0). Sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam cawan kemudian ditutup dan dilakukan penimbangan (m_1). Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C dan dikeringkan selama 16 jam. Setelah proses pengeringan selesai, cawan beserta ditutup dan dimasukkan ke dalam eksikator hingga suhunya mencapai suhu ruang kemudian dilakukan penimbangan (m_2).

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\%$$

Kadar Kafein (Arwangga *et al.*, 2016)

Larutan standar kafein dibuat dengan menimbang sebanyak 50 mg kafein dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, lalu ditambahkan akuades hingga batas tera dan dihomogenkan sehingga diperoleh larutan baku kafein. Selanjutnya pengenceran dibuat dengan cara pengambilan sebanyak 2,5 ml larutan baku lalu dimasukkan ke labu ukur 25 ml dan ditambahkan akuades hingga batas tera lalu digojok hingga homogen. Larutan standar dibuat dengan mengambil 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 mL dari larutan standar kafein 100 mg/l dan diencerkan sampai konsentrasi larutan standar yang diperoleh berturut-turut 1; 3; 6; 9; 12; 15 mg/L. Larutan standar kafein diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 275 nm. Sebanyak 1 g bubuk kopi ditambah aquades panas 150 ml, lalu dihomogenkan dalam *beaker glass*. Larutan kopi panas disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam corong pisah, lalu 1,5 g CaCO₃ ditambahkan. Ekstraksi dilakukan sebanyak 3 kali dengan penambahan 25 ml kloroform. Lapisan bagian bawah diambil dan ekstrak (fase kloroform) diuapkan dengan *rotary evaporator*. Ekstrak kafein bebas pelarut diencerkan sampai 100 ml dalam labu ukur, selanjutnya absorbansinya diukur dengan spektrofotometer (λ 275 nm).

Uji Citarasa (SCAA, 2015)

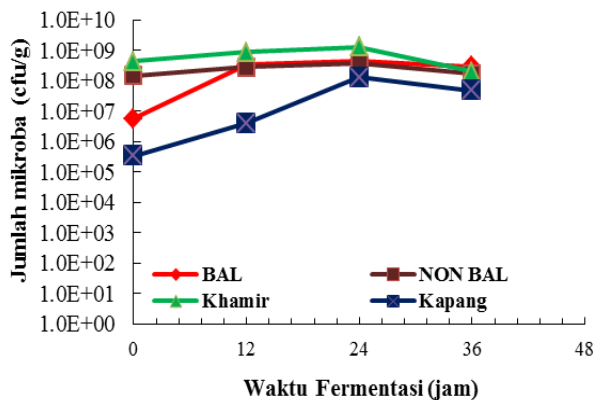
Uji citarasa terhadap seduhan kopi dilakukan oleh panelis ahli dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia menggunakan acuan dari *Specialty Coffee Association of America* (SCAA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

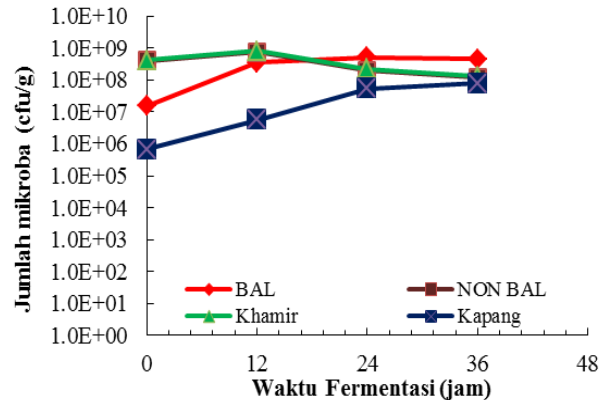
Perubahan Populasi Mikroorganisme

Fermentasi biji kopi arabika Argopuro dilakukan selama 36 jam, dimana populasi mikroorganisme dihitung pada saat jam ke-0, 12, 24 dan 36 (**Gambar 1** dan **Gambar 2**). Menurut Yusianto dan Widyotomo (2013), mikroorganisme yang berperan selama fermentasi kopi pada umumnya adalah kelompok khamir dan bakteri. Khamir adalah mikroorganisme dominan yang ditemukan di awal fermentasi dan mengalami kenaikan pada jam ke-12 lalu mengalami penurunan setelah jam ke-12 hingga jam ke-36. Khamir akan memetabolisme gula menjadi alkohol dan CO₂ dalam reaksi eksotermis yang menghasilkan panas. Sisa gula dan alkohol hasil metabolisme khamir kemudian akan dioksidasi oleh bakteri asam asetat dan bakteri asam laktat menjadi asam asetat dan asam laktat pada reaksi yang bersifat eksotermis. Jumlah khamir mengalami penurunan setelah jam ke-12 terjadi karena kondisi lingkungan yang aerob dan suhu yang meningkat menyebabkan kelompok BAL akan mengambil alih dominasi pertumbuhan (Fitriyana *et al.*, 2015).

Populasi BAL meningkat dari awal hingga fermentasi jam ke-24 dimana BAL dalam fermentasi biji kopi memiliki peran untuk menghidrolisis pektin dan glukosa yang ada pada lendir biji kopi menjadi asam laktat. Pulp biji kopi basah yang banyak mengandung pektin berperan penting dalam proses fermentasi kopi (Jackels dan Jackels, 2005). Semakin banyak gula yang dimetabolisme maka jumlah asam laktat yang dihasilkan akan semakin besar dan menyebabkan peningkatan keasaman (Fauzi *et al.*, 2017). Populasi kapang saat fermentasi mengalami peningkatan pada jam ke-12 dan berperan dalam fermentasi untuk pemecahan pektin kopi. Menurut (Nasanit dan Satayawut, 2015), kapang dari genus *Penicillium* sp., adalah yang paling banyak ditemukan, kemudian diikuti oleh genus *Acremonium* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp. Kapang dari genus *Penicillium* sp. memiliki aktivitas pektinolitik yang dapat mendegradasi pektin pada lapisan lendir biji kopi. Bagaimanapun jumlah kapang masih jauh di bawah jumlah khamir dan BAL, sehingga peluang tumbuhnya kapang penghasil mikotoksin *A. flavus* dan *A. ochraceus* dapat ditekan (Hatningsih, 2018).



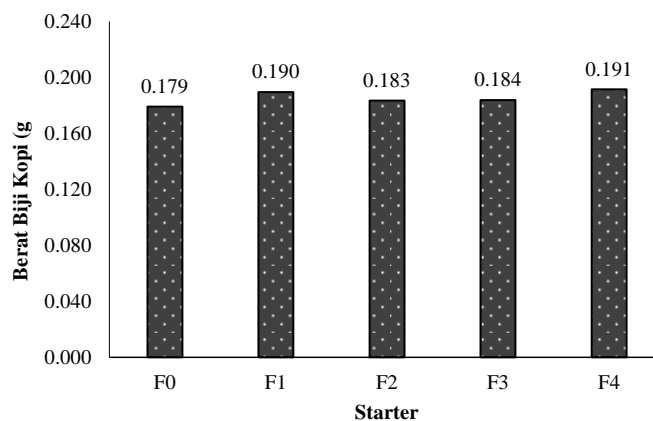
Gambar 1. Pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi biji kopi arabika tanpa penambahan starter



Gambar 2. Pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi biji kopi arabika dengan penambahan starter

Berat Biji

Berat per biji dihitung dengan menimbang 100 gram biji kopi beras kemudian dihitung jumlah bijinya lalu dihitung nilai rata-rata berat perbijinya (**Gambar 3**).

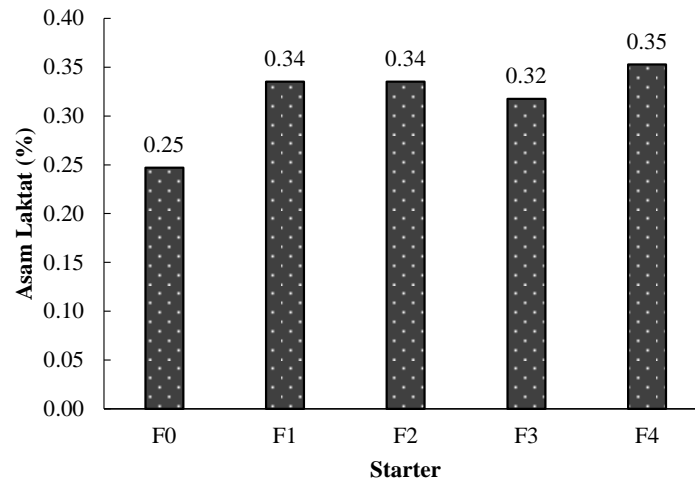


Gambar 3. Berat biji kopi arabika terfermentasi dengan variasi penambahan starter

Berdasarkan **Gambar 3** diperoleh berat biji tertinggi ada pada sampel F4 dengan nilai 0,191 g, kemudian diikuti oleh sampel F1, F3, F2 dan F0 dengan nilai berturut-turut 0,190 g, 0,184 g, 0,183 g dan 0,179 g. Berat biji memiliki keterkaitan dengan ukuran biji, semakin tinggi berat biji kopi maka semakin besar ukuran bijinya dan begitu pula sebaliknya. Ukuran, karakteristik fisik biji dan citarasa pada biji kopi dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan dan teknologi pasca panen. Hal-hal tersebut merupakan faktor yang penting dalam menentukan harga kopi di pasaran. Biji kopi yang berukuran besar memiliki harga yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan biji kopi berukuran kecil (Yusianto dan Widyotomo, 2013). Proses fermentasi biji kopi arabika Argopuro menggunakan starter sel bebas tidak memberikan pengaruh terhadap berat biji kopi yang dihasilkan.

Total Asam Tertitrasi

Total asam tertitrasi merupakan salah satu indikator terjadinya proses fermentasi, hasil yang didapatkan kemudian akan dinyatakan dalam persen (%) asam laktat (Fauzi dan Hidayati, 2016). Nilai total asam tertitrasi pada biji kopi (*green bean*) terfermentasi dengan penambahan starter sel bebas dapat dilihat pada **Gambar 4**.

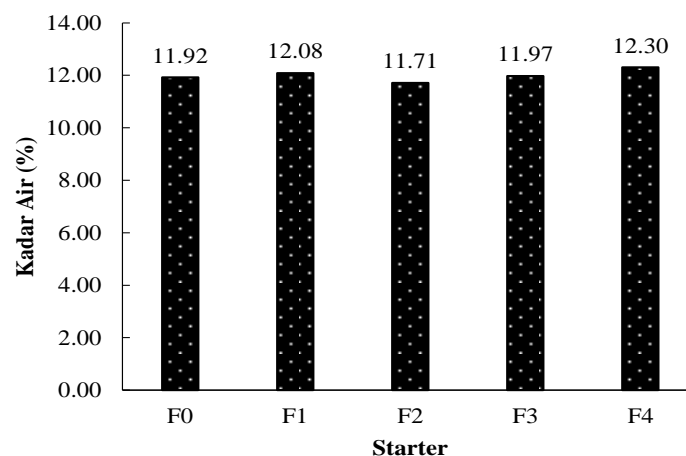


Gambar 4. Total asam biji kopi (*green bean*) terfermentasi dengan penambahan starter

Berdasarkan **Gambar 4** diketahui bahwa nilai total asam terendah (0,25%) ada pada biji kopi terfermentasi tanpa penambahan starter (F0), sedangkan pada biji kopi lainnya yang terfermentasi dengan penambahan starter (F1, F2, F3, F4) memiliki nilai total asam lebih tinggi dengan rentang nilai 0,32% - 0,35%. Peningkatan jumlah total asam laktat selama proses fermentasi berkaitan dengan meningkatnya aktivitas bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat tersebut menggunakan sumber karbohidrat yaitu gula dan mengubahnya menjadi asam-asam organik (Fauzi *et al.*, 2017).

Kadar Air

Menurut Farah (2012), kadar air yang terkandung dalam *green bean* kopi arabika dan kopi robusta sekitar 8,5% - 12%. Nilai kadar air biji kopi terfermentasi dengan penambahan starter sel bebas dapat dilihat pada **Gambar 5**.

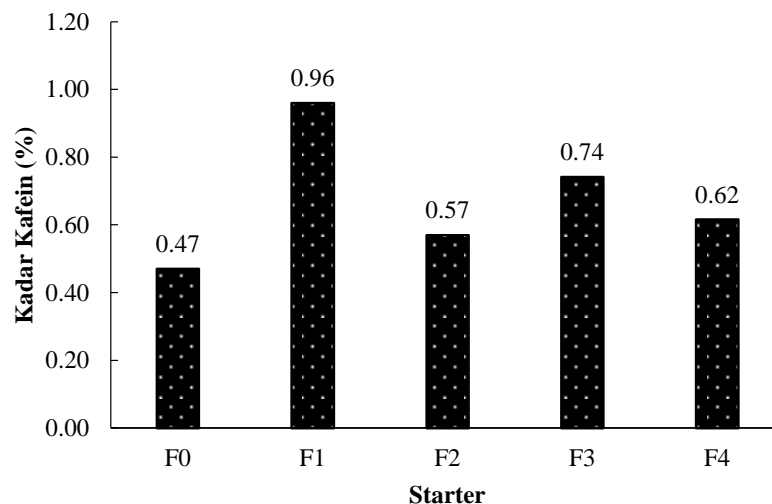


Gambar 5. Kadar air biji kopi arabika Argopuro terfermentasi dengan penambahan starter

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa sampel F2 memiliki kadar air terendah yaitu sebesar 11,71% dan sampel F4 memiliki kadar air paling tinggi dengan nilai 12,30%. Menurut SNI 01-2907-2008 tentang syarat mutu umum biji kopi, kadar air yang terkandung pada biji kopi maksimal sebesar 12,5%, sehingga keseluruhan sampel memenuhi persyaratan SNI biji kopi. Pengujian kadar air pada biji kopi sangat erat kaitannya dengan potensi pertumbuhan kapang penghasil okratoksin A, karena kapang tersebut akan tumbuh jika kondisi biji kopi memiliki kandungan air lebih dari 14 % (Choiron, 2010). Kadar air yang cukup tinggi pada biji kopi akan dimanfaatkan oleh kapang sebagai media pertumbuhan sehingga biji kopi akan berbau apek. Air dalam biji kopi juga berperan dalam hidrolisis lemak yang dapat mengakibatkan bau tengik dan berakibat pada menurunnya citarasa kopi yang dihasilkan (Yusianto *et al.*, 2005).

Kadar Kafein

Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid yang terkandung secara alami pada lebih dari 60 jenis tanaman, terutama kopi (Usman, 2015). Hasil perhitungan terhadap kadar kafein biji kopi arabika terfermentasi dengan penambahan starter sel bebas dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Kadar kafein biji kopi arabika Argopuro terfermentasi dengan penambahan starter

Nilai kadar kafein tertinggi ada pada sampel F1 dengan nilai 0.96% diikuti oleh sampel F3, F4, F2 dan yang terakhir F0 dengan nilai masing-masing 0.74%, 0.62%, 0.57% dan 0,47%. Menurut, Hanifah dan Kurniawati (2013), proses fermentasi dapat menurunkan kandungan kafein pada biji kopi, karena kafein akan diuraikan oleh bakteri-bakteri yang ada pada saat proses fermentasi. Kafein akan didegradasi oleh bakteri selama fermentasi menjadi *uric acid* dan biomassa (Farida *et al.*, 2013). Semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi kafein pada biji kopi akan semakin sedikit. Kadar kafein yang terdapat pada biji arabika adalah sekitar 0,9 – 1,3 % (Farah, 2012), atau 0,94 – 1,59% (Widyotomo dan Mulato, 2007). Sampel yang terfermentasi tanpa penambahan starter sel bebas (F0) memiliki kadar kafein paling kecil bila dibandingkan dengan sampel lainnya (F1, F2, F3, F4). Seharusnya, penambahan inokulum dalam fermentasi biji kopi dapat berpengaruh pada penurunan kadar kafein. Hal itu terjadi karena peningkatan waktu fermentasi akan meningkatkan aktivitas mikrobia guna menurunkan kadar kafein dengan menghasilkan metabolit-metabolit berupa enzim (Fauzi *et al.*, 2017).

Citarasa (*Cup Test*)

Pengujian citarasa kopi dilakukan melalui *cupping test* dengan mengacu pada standar *Speciality Coffee Association of America* (SCAA) yang meliputi beberapa atribut seperti *fragrance, flavor, aftertaste, acidity, body, uniformity, balance, clean cup*, dan *sweetness*. Nilai citarasa secara keseluruhan (*overall*), *defects* dan *final scoring* juga dihitung (SCAA, 2015). Hasil uji citarasa dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Cita rasa kopi arabika terfermentasi dengan penambahan starter

Karakteristik	Sampel				
	F0	F1	F2	F3	F4
<i>Fragrance</i>	7,50	7,88	7,63	7,75	7,75
<i>Flavour</i>	7,63	7,75	7,63	7,50	7,75
<i>Aftertaste</i>	7,38	7,75	7,50	7,63	7,63
<i>Acidity</i>	7,63	7,88	7,75	7,75	7,75
<i>Body</i>	7,50	7,63	7,50	7,75	7,88
<i>Uniformity</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Balance</i>	7,50	7,63	7,63	7,75	7,75
<i>Cleancup</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Sweetness</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Overall</i>	7,50	7,88	7,63	7,75	7,88
<i>Taint/Defect</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Final score</i>	82,63	84,38	83,25	84,13	84,38

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh sampel uji memiliki *final score* lebih dari 80. Menurut SCAA (2015), apabila nilai *final score* pada seduhan kopi lebih besar dari 80 maka kopi tersebut dapat dikategorikan sebagai kopi spesialti. Sampel yang memiliki *final score* tertinggi adalah sampel F1 dan F4 dengan nilai 84,38. Sampel yang memiliki skor akhir terendah adalah sampel F0 yaitu sampel yang tidak dikenakan penambahan *starter* sel bebas dengan nilai 82,63. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kultur *starter* sel bebas pada fermentasi biji kopi dapat meningkatkan cita rasa kopi yang dihasilkan.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu biji kopi Arabika Argopuro terfermentasi dengan menggunakan tambahan starter BAL sel bebas dari *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. johnsonii*, dan *L. fermentum* mampu memperbaiki kualitas biji kopi. Total asam laktat biji kopi meningkat, sementara kadar kafein bervariasi. Kadar air masih menunjukkan kesesuaian dengan SNI 01-2907-2008 tentang syarat mutu umum biji kopi. Secara keseluruhan biji kopi arabika Argopuro memberikan skor citarasa lebih dari 80 dan bisa dikategorikan ke dalam kopi spesialti. Penggunaan starter selanjutnya terus dikembangkan dalam bentuk terenkapsulasi dalam matriks tertentu seperti gel alginat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedire, O., Adegboye, O. dan Osesusi, A. 2016. Studies on The Mode of Action of Bacteriocin Produced by *Lactobacillus fermentum* CrT21. IJSR. 5(5): 759 – 763.
- Arwangga, A. F., Asih, I. A. R. A dan Sudiarta, I. W. 2016. Analisis Kandungan Kafein pada Kopi di Desa

- Sesaot Narmada Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kimia*. 10(1): 110 – 114.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 01-2907-2008. Biji Kopi. Jakarta: BSN.
- Broberg, A., Jacobsson, K., Sorm, K., Schnurer, J. 2007. Metabolites Profiles of Lactic Acid Bacteria in Grass Silage. *Appl Environ Microbiol*. Vol. 73 (17): 5547-5552.
- Choiron, M. 2010. Penerapan GMP pada Penanganan Pasca Panen Kopi Rakyat untuk Menurunkan Okratoksin Produksi Kopi (Studi Kasus di Sidomulyo, Jember). *AGROINTEK*. 4(2): 114 – 120.
- Farah, A. 2012. *Coffee: Emerging Health Effect and Disease Prevention*. 1st edition. USA: Wiley-Blackwell Publishing Ltd.
- Farida, A., Ristanti, E. dan Kumoro, A. C. 2013. Penurunan Kadar Kafein dan Asam Total pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Teknologi Fermentasi Anaerob Fakultatif dengan Mikroorganisme Nopkor MZ-15. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(3): 70 – 75.
- Fauzi, M., Choiron, M. dan Astutik, Y. D. P. 2017. Karakteristik Kimia Kopi Luwak Robusta Artifisial Terfermentasi oleh Ragi Luwak dan A-Amilase. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14(3): 144 – 153.
- Fauzi, M. dan Hidayati, N. W. 2016. Perubahan Karakteristik Kimia Kopi Luwak Robusta In Vitro dengan Variasi Lama Fermentasi dan Dosis Ragi. *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2016*, ISBN 978-602-14917-2-0.
- Fitriyana, N. I., Suwasono, S. dan Kusnadi, J. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Indigenous dari Fermentasi Alami Biji Kakao Sebagai Kandidat Agen Antikapang. *Agrointek*. 9(1): 33-41.
- Hanifah, N. dan Kurniawati, D. 2013. Pengaruh Larutan Alkali dan Yeast Terhadap Kadar Asam, Kafein dan Lemak pada Proses Pembuatan Kopi Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2): 162 – 168.
- Hatiningsih, S. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Senyawa Antikapang dari Fermentasi Kopi Rakyat Asal Kintamani Kabupaten Bangli. Tesis. Denpasar: Universitas Udayana.
- Jackels, S. C. dan Jackels, C. F. 2005. Characterization of the Coffee Mucilage Fermentation Process Using Chemical Indicators: A Field Study in Nicaragua. *Journal of Food Science*. 70(5): 321 – 325.
- Kresnowati, Suryani, L. dan Affifah, M. 2013. Improvement of Cocoa Beans Fermentation by LAB Starter Addition. *J Medic Bioeng*. 2(4): 274–278.
- Mahulette, F., Mubarik, N. R., Suwanto, A. dan Widanarmi. 2016. Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Inasua. *JTBB*. No. 1: 71-76.
- Nasanit, R. dan Satyawut, K. 2015. Microbiological Study during Coffee Fermentation of Coffea Arabica var. chiangmai 80 in Thailand. *Kasetsart Journal of Natural Science*. No. 49: 32-41.
- Novita, E., Syarief, R., Noor, E. dan Mulato, S. 2010. Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih. *AGROTEK*. 4(1): 76 – 90.
- Specialty Coffee Association of America. 2015. SCAA Protocols “Cupping Specialty Coffee”. America: SCAA.
- Storm, K., Sjogren, J., Broberg, A. dan Schnurer. 2002. Lactobacillus plantarum MiLAB 393 Produces The Antifungal Cyclic Dipeptides Cyclo (L-Phe-L-Pro) and Cyclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and Phenyl Lactic Acid. *Appl Environ Microbiol*. No. 68: 4322-4327.
- Usman, D., Supriyadi, A. dan Kusdiyantini, E. 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.
- Widyotomo, S. dan Mulato, S. 2007. Kafein: Senyawa Penting Pada Biji Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi*

dan Kakao Indonesia 2007. 23(1): 44 – 50.

Widyotomo, S. dan Yusianto. 2013. Optimasi Proses Fermentasi Biji Kopi Arabika dalam Fermentor Terkendali. Pelita Perkebunan. 29(1): 53 – 68.

Yusianto, Hulupi, R., Sulistyowati, Mawardi, S. dan Ismayadi, C. 2005. Sifat Fisiko-Kimia dan Cita Rasa Beberapa Varietas Kopi Arabika. Pelita Perkebunan. Vol. 21 (3): 200 – 222.

Yusianto dan Widyotomo, S. 2013. Quality and Flavor Profiles of Arabica Coffee Processed by Some Fermentation Treatments: Temperature, Containers and Fermentation Agents Addition. Plantation Pelita. 29(3): 220-239.