

**PENGARUH PENAMBAHAN MADU SEBAGAI SUMBER KARBON TERHADAP FERMENTASI SPONTAN BIJI KOPI ARABIKA DI KABUPATEN BANTAENG****Yuli Sasmita<sup>1</sup>, Andi Sukainah<sup>2</sup>, Mohammad Wijaya<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Prodi Pendidikan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Makassar  
Jl. Daeng Tata Raya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 72191.\* E-mail: [yulisasmita2@gmail.com](mailto:yulisasmita2@gmail.com)**Abstrak**

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan madu selama fermentasi terhadap kadar kafein dan kandungan mutu kimia biji kopi arabika yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dalam bentuk percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan penambahan konsentrasi perlakuan berdasarkan berat keseluruhan kopi : air (1:1) yaitu kontrol, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% dan 14%. Pengamatan dilakukan saat fermentasi yaitu ALT, TAT dan nilai pH serta kadar air dan kadar kafein biji kopi. Perlakuan dengan penambahan madu yang memiliki kadar kafein terendah akan dilakukan analisis mutu pada biji kopi seperti kadar abu, kadar protein, total asam tertitrasi, nilai pH, aktivitas antioksidan, polifenol, total gula dan gula reduksi. Data analisis menggunakan aplikasi SPSS 22. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi madu berpengaruh terhadap kadar kafein dan kadar air biji kopi Arabika. Perlakuan terbaik yaitu penambahan konsentrasi madu 14% dengan nilai kadar kafein 2,26%, TAT 0,39%, nilai pH 3,96%, kadar air 9,63%, kadar abu 3,50%, kadar protein 0,48%, aktivitas antioksidan 18,47%, polifenol 82,19%, total gula 4,13% dan gula reduksi 1,56%.

**Kata Kunci** – Fermentasi, Madu, Kopi Arabika**PENDAHULUAN**

Kopi termasuk minuman yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Provinsi yang ada di Indonesia penghasil kopi di antaranya adalah Sulawesi Selatan utamanya Kabupaten Bantaeng. Kopi Bantaeng memiliki kandungan kafein cukup dengan kadar tinggi serta kadar asam yang rendah. Kafein yang dikonsumsi melampaui batasan maksimal dapat berdampak negatif untuk tubuh, sehingga dalam mengatasi hal ini ditempuh beragam cara untuk bisa meningkatkan kualitas kopi dengan kadar kafein yang aman dikonsumsi manusia.

Kopi jenis arabika adalah jenis kopi yang dipilih pada penelitian ini, sebab tingkat keasamaan dan kadar kafein di dalamnya tergolong rendah, namun mempunyai lebih tinggi senyawa polifenol atau kadar antioksidan apabila dibandingkan kopi jenis lainnya. [1]. Alternatif yang bisa dipilih dalam membantu penurunan kadar kafein dan memperbaiki mutu biji kopi adalah fermentasi. Proses fermentasi menurut penjelasan dari Hanifah & Kurniawati (2013) secara signifikan bisa membantu penurunan kandungan kafein, baik itu fermentasi dengan ragi berupa yeast, fermentasi basah secara penuh, ataupun

fermentasi hewan luwak [2]. Secara umum, dua cara fermentasi yaitu dengan cara spontan dan tidak spontan (penambahan starter berupa kultur bakteri).

Fermentasi pada penelitian ini yaitu fermentasi spontan atau fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme yang ada di lingkungan. Fermentasi kopi pada umumnya memiliki fase adaptasi yang lebih lambat, maka dari itu untuk mempercepat fermentasi dibutuhkan penambahan sumber karbon sebagai energi untuk mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan karbohidrat sebagai substrat untuk pertumbuhan. Salah satu bahan pangan yang mengandung karbohidrat yaitu madu. Madu mengandung glukosa 31,3%, fruktosa 38,2%, monosakarida 80%, laktosa 7,11%, sukrosa 1,31%, air 15-23% dan maltosa 7,31% [3]. Glukosa merupakan senyawa kimia yang diubah menjadi etanol (etil alkohol), pada saat proses fermentasi terjadi aktivitas mikroba, yaitu bakteri asam laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat yang fungsinya yaitu menjadi sumber energi pada proses fermentasi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui kadar kafein dan sifat fisikokimia

mutu biji kopi arabika yang dihasilkan dari fermentasi dengan penambahan madu.

## METODE

### Desain, tempat dan waktu

Ini adalah penelitian eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sejumlah 8 jenis perlakuan digunakan pada pelaksanaan penelitian ini dimana masing-masing dengan 3 kali ulangan. Perlakuan tersebut yaitu beberapa penambahan konsentrasi madu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, dan 14%. Pelaksanaan penelitian ini dalam kurun waktu 3 bulan yakni dari Maret hingga Mei 2022 di Laboratorium Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.

### Bahan dan alat (laboratorium)

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan berupa buah kopi arabika dan madu. Sementara bahan kimia yang digunakan yaitu, kafein murni, DPPH, asam galat, reagen folin,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , DNS, fenol,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , indikator PP, asam oksalat, dan formaldehid. Sedangkan alat yang dipergunakan berupa wadah, pipet volume, cawan petri, pipet tetes, pH meter, beaker glass, kertas saring, labu ukur, spektrofotometer UV, Erlenmeyer, oven, corong, desikator, tabung reaksi, vortex, cufet, aluminium foil, dan cawan porselen.

### Tahapan penelitian (laboratorium)

Tahapan penelitian yang pertama ialah persiapan. Buah kopi arabika, madu dan wadah disiapkan terlebih dahulu untuk proses fermentasi kopi. Setelah itu, biji kopi arabika hasil fermentasi di analisis mutu. Setelah analisis mutu maka dilakukanlah proses fermentasi.

Proses fermentasi dimulai dengan melakukan sortasi pada buah kopi arabika dengan memperhatikan cacat fisik pada buah kopi. Kulit pada buah kopi dikupas dengan menggunakan alat yang disebut Pulper. Proses fermentasi basah, fermentasi secara mikroaerofilik (membutuhkan oksigen dalam jumlah yang lebih sedikit) dengan perbandingan air : buah kopi (1:1). Penambahan sumber karbon yaitu madu (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% dan 14%) dengan waktu fermentasi 0, 24, dan 48 jam pada setiap perlakuan. Selama proses fermentasi dilakukan pengukuran jumlah mikroba pH, dan total asam tertitiasi pada interval 24 jam (0, 24 dan 48 jam). Proses

selanjutnya adalah pencucian lender untuk menghilangkan lender dari hasil fermentasi kemudian dikeringkan. Kemudian biji kopi arabika hasil fermentasi dilakukan analisis mutu. Alur proses fermentasi biji kopi dengan penambahan madu.

### Pengolahan dan Analisis data

Data penelitian ini dianalisis memanfaatkan uji sidik ragam (ANOVA) dengan menggunakan program, aplikasi IBM SPSS Versi 22.0. Apabila faktor perlakuan dan interaksinya beda nyata pada selang kepercayaan 90.5% ( $<0,05$ ), maka kemudian diadakan uji lanjut Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Cairan

#### Fermentasi Biji Kopi

Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu tidak berpengaruh terhadap total mikroba pada cairan fermentasi biji kopi. Ini bisa diketahui berdasarkan F hitung yang didapatkan senila  $0,673 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Analisis sidik ragam didapatkan hasil bahwa perlakuan penambahan madu terhadap total asam cairan fermentasi biji kopi arabika tidak memberi pengaruh signifikan. Ini terlihat dari nilai F hitung yaitu  $0,480 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Hasil analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu penambahan madu tidak berpengaruh terhadap pH pada cairan fermentasi biji kopi. Ini terlihat dai nilai F hitung yaitu  $0,290 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak layak dilakukan uji lanjut Duncan.

Ini sejalan akan pemaparan Rohan (1963) dalam hasil penelitiannya bahwa aktivitas khamir dengan reaksi eksotermis mengubah gula menjadi alkohol selain menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan alkohol juga dihasilkan panas[4]. Pembebasan panas yang ada mengakibatkan peningkatan suhu massa kpi, sementara pulp beberapa telah hancur dan mengakibatkan suplai oksigen menjadi lebih baik. Penurunan jumlah mikroba pada lama fermentasi 24 jam akibat bakteri yang inaktif. Total mikroba yang menurut bisa pula dikarenakan asam-asam alifatik yang berubah menjadi ester-ester asam karbosilat sehingga mengakibatkan cacat fermentasi dengan cita rasa busuk [5].

Jumlah mikroba pada lama fermentasi 48 jam meningkat kembali. Kondisi tersebut dapat dikarenakan oleh kurang baiknya proses inkubasi di lapangan yaitu berbagai kontaminan dari mikroba yang lain yang pada proses inokulan ikut masuk ke dalam cawan.

### **Analisis Mutu Biji Kopi**

#### **Kadar air**

Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu terhadap kadar air biji kopi arabika memberikan pengaruh signifikan. Ini bisa diketahui berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $28,917 > F$  tabel taraf 5% yaitu 2,44 dengan demikian dibutuhkan pengujian lanjut supaya bisa diketahuinya hasil berupa perlakuan mana yang berbeda. Uji Duncan terhadap penambahan madu pada fermentasi biji kopi arabika didapatkan hasil bahwa kadar air paling rendah didapatkan dari perlakuan penambahan madu 2% dan berada pada subset yang sama dengan perlakuan 4% hingga 10%. Artinya perlakuan ini dianggap sama, sedangkan perlakuan penambahan madu 0%, 12% dan 14% berada pada subset yang berbeda dengan perlakuan penambahan madu 2% sehingga perlakuan diasumsikan berbeda.

Tingginya kandungan gula pada madu, sehingga membuat madu berkemampuan dalam mengikat air atau bersifat higroskopis. Bertambah banyaknya penggunaan konsentrasi gula, maka air diikat juga akan bertambah banyak serta meningkatkan kadar air produk. Ini selaras akan pemaparan dari Pratama et al., (2015) bahwa fruktosa bisa dengan mudah menyerap air selama penyimpanan sehingga bersifat higroskopis [6]. Pemaparan tersebut dikuatkan pula dengan penjelasan dari Kurniasari dan Ridhani (2021) bahwa gula reduksi mempengaruhi peningkatan kadar air, khususnya fruktosa maka akan semakin tingginya kadar air, dan gula reduksi berkemampuan dalam mengikat air atau bersifat higroskopis sehingga kandungan gula reduksi yang bertambah tinggi menjadikan semakin banyaknya air yang terikat oleh gula reduksi, sehingga semakin meningkatkan kadar air [7].

#### **Kadar Kafein**

Terdapat perbedaan kandungan kafein dalam biji kopi yang dipengaruhi oleh kondisi geografis tempat ditanamnya biji kopi dan juga bergantung pada jenis kopinya. Kadar kafein

yaitu banyaknya molekul kafein dalam bahan dan dinyatakan dalam persen. Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu berpengaruh terhadap kadar kafein pada fermentasi biji kopi. Ini bisa dilihat berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $74,188 > F$  tabel taraf 5% yaitu 2,44, dengan demikian diperlukan uji lanjut dalam rangka melihat mana perlakuan yang berbeda. Uji lanjut Duncan kadar kafein fermentasi biji kopi arabika menunjukkan bahwa perlakuan penambahan madu 12% dan 14% terhadap kontrol tidak memberi perbedaan yang signifikan dan pada perlakuan penambahan madu 2% terhadap perlakuan penambahan madu 4% juga tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan penambahan madu 4% terhadap perlakuan penambahan madu 8% tidak memberikan perbedaan yang signifikan.

Madu mengandung enzim amilase dan protease. Enzim amilase yang dapat memecah karbohidrat pada mucilage biji kopi sehingga dihasilkan asam. Terdapatnya asam menjadikan pH menurun hingga titik isoelektrik protein, sehingga akan terkoagulasinya protein. Lalu protein yang terkoagulasi tersebut akan dipecah oleh enzim protease sehingga turun menjadikan kadar kafein biji kopi menurun [8]. Terjadi penurunan kadar kafein seiring bertambahnya waktu fermentasi. Selain itu juga terjadi pengurangan kadar kafein seiring penguraian protein yang menjadikan asam amino bebas meningkat [9].

#### **Kadar Abu**

Apabila pada analisis pangan didapatkan kadar abu, maka ini menunjukkan bahwa adanya kandungan unsur mineral dalam bahan pangan. Kadar abu ini menunjukkan banyaknya mineral dalam bahan pangan di mana ini adalah sisa yang tertinggal apabila dibakarnya sampel makan secara sempurna didalam tanur atau suatu tungku. Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu, penambahan madu terhadap kadar abu pada fermentasi biji kopi tidak memberikan pengaruh. Ini bisa diketahui berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $1,028 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak layak dilakukan uji lanjut Duncan.

Tingginya kadar abu disebabkan oleh tingginya mineral yang terkandung, selain itu sisa kulit ari dan kotoran bisa pula berpengaruh terhadap kandungan kadar abu dalam biji kopi

[10]. Bertambah banyak madu yang ditambahkan pada fermentasi biji kopi maka kadar abunya juga bertambah tinggi. Kondisi tersebut dikarenakan dalam madu terdapat bermacam jenis mineral. Mineral yang terdapat pada madu dapat menjadikan mineral pada fermentasi biji kopi arabika yang dihasilkan meningkat. Maka dari hal tersebut, semakin besar konsentrasi madu yang ditambahkan dalam fermentasi biji kopi maka kadar abu yang dihasilkan semakin besar.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), maksimal kadar abu biji kopi adalah 5%. Analisis kadar abu biji kopi didapatkan hasil bahwa kadar abu biji kopi berjumlah kisaran 3,33% - 3,50%. Hal ini menunjukkan sampel fermentasi biji kopi dengan penambahan madu memenuhi standar kadar abu biji kopi. Terjadi peningkatan banyaknya kadar abu dalam biji kopi seiring waktu fermentasi yang bertambah. Bertambah lamanya proses fermentasi maka akan meningkatkan kadar abu. Proses fermentasi dapat menjadikan suhu di lingkungannya mengalami peningkatan [11]. Kondisi tersebut mengakibatkan perombakan komponen-komponen zat di dalam biji kopi.

### Nilai pH

Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu terhadap total asam fermentasi biji kopi arabika memberikan pengaruh signifikan. Ini bisa diketahui berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $3,050 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan. Trenggono (1986) di dalam Afifah (2010) memberikan pemaparan bahwa secara umum kandungan asam suatu bahan yang semakin meningkat maka akan menurunkan nilai pH. Nilai pH akan kembali mengalami peningkatan pada perlakuan penambahan madu 14% disebabkan karena proses fermentasi telah berakhir pada perlakuan penambahan madu 12% dengan demikian telah habis senyawa-senyawa organik yang diuraikan oleh mikroba [12]. Peningkatan kembali nilai pH juga disebabkan oleh asam laktat akan dikonsumsi oleh bakteri *Bacillus brevis* pada akhir fermentasi sehingga mengurangi keasaman [13].

### Total Asam Titrasi

Konsentrasi total asam bisa ditentukan dari pengukuran total asam tertitrasi. Total asam

tertitrasi pada bahan pangan dipengaruhi oleh titrasi asam basa dalam memprediksi konsentrasi asam keseluruhan. Tingkat keasaman pada biji kopi yang tergolong baik cenderung rendah. Terlalu tingginya keasamaan menjadikan kopi bercita rasa tidak nikmat. Analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan penambahan madu terhadap total asam fermentasi biji kopi arabika tidak berpengaruh signifikan. Ini terlihat dari nilai F hitung yaitu  $3,935 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.

Beberapa faktor yang mempengaruhi keasaman biji kopi yaitu metode pemasakan, jenis pemanggangan, suhu pemanggangan, serta tempat/lokasi tumbuh tanaman dan pengelolannya [14]. Total asam pada perlakuan penambahan madu terhadap fermentasi biji kopi berhubungan dengan penurunan pH. Kadar asam berlawanan dari pH. Nilai total asam yang semakin rendah maka akan semakin meningkatkan nilai pH sebab semakin sedikitnya jumlah total asam [15]. Ini selaras akan hasil analisa total asam di mana fermentasi biji kopi arabika mempunyai total asam tinggi dan pH lebih rendah. Aktivitas mikroba selama proses fermentasi dapat menurunkan pH seiring naiknya keasaman produk sebagai asam laktat, serta akan terakumulasinya asam organik lainnya [16].

### Kadar Protein

Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu tidak memberikan pengaruh terhadap kadar protein pada fermentasi biji kopi. Ini bisa diketahui berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $1,735 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.

Protein termasuk senyawa penyusun kopi. Ini merupakan makromolekul yang tersusun dari asam-asam amino yang satu sama lainnya dihubungkan dengan ikatan peptide. Protein berperan dalam pembentukan rasa pahit dalam biji kopi. Sisi aktif beberapa asam amino dalam protein bisa bereaksi dengan komponen lainnya, contohnya gula pereduksi. Ini bisa menurunkan nilai gizi protein akibat ketersediaan asam-asam amino esensial dan daya cerna protein yang menurun [17]. Nilai protein yang menurun pada penambahan madu terhadap fermentasi biji kopi arabika bisa dikarenakan ada enzim protease dalam madu yang mampu memecah komponen protein.

Penambahan madu pada fermentasi biji kopi mengakibatkan pecahnya komponen protein sehingga kandungan protein pada biji kopi menurun. Sehingga pada proses pencucian protein yang larut air akan terbawa oleh air air pencucian.

### Total Gula

Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu penambahan madu tidak memberikan pengaruh terhadap total gula pada fermentasi biji kopi. Ini bisa dilihat berdasarkan F hitung yang didapatkan senilai  $1,015 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak layak dilakukan uji lanjut Duncan. Sukrosa (8%) dan total gula kopi arabika (9,1%) lebih tinggi daripada kandungan sukrosa dan total gula kopi robusta yakni 4% dan 6,4% [18].

Kandungan gula pada madu akan dipergunakan mikroba sebagai nutrisi yang lalu dirubah menjadi CO<sub>2</sub> dan alkohol. Pada proses fermentasi, yeast pada madu sangatlah berperan aktif dalam penguraian gula menjadi asam organik dan CO<sub>2</sub> juga senyawa lainnya. Penurunan kadar gula menunjukkan bahwa bakteri indigenous telah melakukan aktivitas pemecahan terhadap glukosa dan fruktosa sehingga kadar gula fermentasi biji kopi arabika makin turun.

### Gula Reduksi

Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu terhadap gula reduksi biji kopi arabika tidak memberikan pengaruh signifikan. Ini terlihat dari F hitung yaitu  $2,863 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Fermentasi alami gula pada biji berupa sukrosa, yang dirubah oleh enzim invertase menjadi fruktosa dan glukosa selama fermentasi. Penentuan asam galak turonat mirip dengan penentuan gula reduksi, oleh karenanya hasilnya meningkat. Madu menghasilkan enzim invertase. Fungsi dari enzim invertase yaitu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

### Polifenol

Berdasarkan analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu tidak memberikan pengaruh terhadap polifenol pada fermentasi biji kopi. Ini bisa dilihat berdasarkan F hitung senilai  $2,740 < F$  tabel taraf 5% yaitu 4,46 sehingga tidak perlu

dilakukan uji lanjut. Polifenol merupakan kelompok senyawa polar yang banyak mengandung gugus OH.

Senyawa total polifenol yang meningkat dikarenakan oleh ikatan yang terlepas antara komponen lignin, hemiselulosa, dan selulosa dengan senyawa polifenol. Kandungan polifenol terukur meningkat juga karena adanya peningkatan kandungan asam klorogenat pada biji kopi arabika [19].

### Aktivitas Antioksidan

Antioksidan yaitu suatu senyawa yang mencegah, memperlambat, serta menunda reaksi oksidasi dari radikal bebas dalam oksidasi lipid[20]. Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu memberikan tidak pengaruh terhadap total mikroba pada cairan fermentasi biji kopi. Ini bisa dilihat berdasarkan F hitung senilai  $0,673 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu perlakuan penambahan madu terhadap total asam cairan fermentasi biji kopi arabika tidak memberikan pengaruh signifikan. Ini terlihat dari F hitung senilai  $0,480 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Hasil analisis sidik ragam didapatkan hasil yaitu penambahan madu tidak berpengaruh terhadap pH pada cairan fermentasi biji kopi. Ini terlihat dari nilai F hitung yaitu  $0,290 < F$  tabel taraf 5% yaitu 2,21 sehingga tidak layak dilakukan uji lanjut Duncan.

Perlakuan penambahan madu 12% pada fermentasi biji kopi arabika mengalami penurunan, hal ini dikarenakan menyusutnya nutrisi untuk pertumbuhan mikroba serta akan terkonsumsi habis oleh mikroba, dengan demikian akan menurunkan aktivitas antioksidan. Perlakuan penambahan madu 14% pada fermentasi biji kopi arabika mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan meningkat sepanjang proses fermentasi. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh asam-asam organik dan senyawa-senyawa fenolik. Senyawa fenolik dan asam-asam organik didalam fermentasi biji kopi akan mengalami peningkatan yang juga meningkatkan aktivitas antioksidan. Etanol juga dihasilkan selama proses fermentasi kopi. Etanol yang dihasilkan tidak mempunyai antioksidan, akan tetapi bisa menjadikan

kelarutan senyawa-senyawa fenolik di dalam air meningkat. Kedua hal tersebut yang dimungkinkan dapat menyebabkan kenaikan aktivitas antioksidan selama proses fermentasi.

#### KESIMPULAN

Mengacu uraian hasil dan pembahasan, bisa didapatkan kesimpulan yaitu fermentasi biji kopi arabika memberikan pengaruh terhadap kadar kafein dan mutu kimia dengan perlakuan terbaik yaitu penambahan madu 14% dengan nilai kadar kafein sebesar 2,26%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- N. H. Fajriana *et al.*, “Analisis Kadar Kafein Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Pada Variasi Temperatur Sangrai Secara Spektrofotometri Ultra Violet,” *Anal. Anal. Environ. Chem.*, vol. 3, no. 02, pp. 148–162, 2018.
- N. Hanifah and D. Kurniawati, “Pengaruh Larutan Alkali dan Yeast terhadap Kadar Asam, Kafein, dan Lemak pada Proses Pembuatan Kopi Fermentasi,” *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 2(2), pp. 162–168, 2013.
- R. Khasanah, S. Parman, and S. W. A. Suedy, “Kualitas Madu Lokal Dari Lima Wilayah Di Kabupaten Wonosobo,” *J. Biol.*, vol. 6, no. 1, pp. 29–37, 2017.
- E. M. Widyanti, D. Bintang, and I. Moehadi, “Proses Pembuatan Etanol Dari Gula Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Amobil,” *Metana*, vol. 12, no. 2, pp. 31–38, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana>.
- Sulistiyowati and Sumartono, *Metode Uji Cita Rasa Kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, 2002.
- F. Pratama, W. . Susanto, and I. Purwantiningrum, “Pembuatan gula kelapa dari nira terfermentasi alami (kajian pengaruh konsentrasi anti inversi dan natrium metabisulfit),” *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 3(4), pp. 1272–1282, 2015.
- M. A. Ridhani, I. P. Vidyningrum, N. N. Akmala, S. Azzahro, and N. Aini, “Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori Dan Fisikokimia Roti Manis : Review,” *Pas. Food Technol. J.*, vol. 8, no. 3, pp. 61–68, 2021.
- D. . Rusmanto, “Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Minyak Kelapa hasil Ekstraksi Secara Fermentasi,” Institut Pertanian Bogor, 2004.
- Saripah, A. F. Aini, R. Manfaati, and T. Hariyadi, “Pengaruh Suhu Lingkungan dan Waktu Fermentasi Biji Kopi Arabika Terhadap Kadar Kafein, Etanol, dan pH,” *Pros. 12th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 3(2), pp. 4–5, 2021.
- Oktadina, A. Bambang, and M. B. Hermanto, “Pemanfaatan Nanas (*Ananas L. Merr*) untuk Penurunan Kadar Kafein dan Perbaikan Citarasa Kopi (*Coffea Sp*) dalam Pembuatan Kopi Bubuk,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 1(3), pp. 265–273, 2013.
- N. L. C. Febriani, I. P. Suparhana, and A. A. I. S. Wiadnyani, “Pengaruh Lama Fermentasi Kacang Gude (*Cajanus Cajan L.*) Terhadap Karakteristik ‘Sere Undis,’” *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 8, no. 2, p. 181, 2019, doi: 10.24843/itepa.2019.v08.i02.p08.
- N. Afifah, “Analisis kondisi dan potensi lama fermentasi medium kombucha (teh, kopi, rosela) dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (*Vibrio cholerae* dan *Bacillus cereus*),” Universitas Islam Negeri Malang, 2010.
- E. Yuslianti, *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- A. Anggara and M. S, *Kopi Si Hitam Menguntungkan: Budidaya dan Pemasaran*. Yogyakarta: Cahaya Atma, 2011.
- M. . Roswitha, “Pemanfaatan Buah Salak (*Sallaca zalacca* (Gaertner) Voss) Kualitas Rendah Menjadi Sari Buah (Kajian Garam Dan Lama Perendaman dalam Larutan Gula),” Universitas Brawijaya, 2006.
- D. Charalampopoulos, R. Wang, S. . Pandiella, and C. Webb, “Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from ‘Ting’ in The Northern Province of South Africa,” University of Pretoria, 2002.
- H. Purnomo, *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. Malang: UB Press, 2003.

- S. Najiyati and Daniarty, *Budidaya kopi dan pengolahan pasca panen*. Jakarta: Penerbit swadaya, 2001.
- J. Shi, J. Pohorly, J. Young, M. Bryan, and Y. Wu, "Optimization of the extraction of polyphenols from grape seed meal by aqueous ethanol solution," *J. Food Agric Env.*, vol. 1(2), pp. 42–47, 2003.
- Yuslianti and E. Reni, *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- Suryati,dan Ahmad Supriyadi.2008. Pisang. *Budidaya Pengolahan dan Prospek*. Jakarta : Penebar Swadaya