

Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Kafein, Nilai pH, dan Kadar Etanol Biji Kopi Arabika Hasil Fermentasi

Aida Fitri Aini¹, Saripah² Rintis Manfaati³, Tri Hariyadi^{4*})

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail: aida.fitri.tki18@polban.ac.id

²E-mail: saripah.tki18@polban.ac.id

³E-mail: rintis.manfaati@polban.ac.id

⁴E-mail: tri.hariyadi@polban.ac.id

^{*}Penulis korespondensi : tri.hariyadi@polban.ac.id

ABSTRAK

Fermentasi kopi merupakan metode pengolahan basah yang bertujuan untuk menghilangkan lendir dan menurunkan kadar kafein pada biji kopi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengupasan dan waktu fermentasi terhadap kadar kafein, pH, dan kadar etanol biji kopi Arabika hasil fermentasi. Fermentasi dilakukan secara semi anaerob dalam fermentor sederhana dengan pengadukan setiap 6 jam dan lama waktu fermentasi 54 jam. Proses pengambilan sampel biji kopi setiap 6 jam dari fermentasi biji kopi yang telah dikupas dan biji kopi yang tidak dikupas bagian dagingnya, kemudian dilakukan analisis. Hasil penelitian menunjukkan semakin lama waktu fermentasi kadar kafein mengalami penurunan dari 1,26% menjadi 0,52% untuk fermentasi biji kopi dengan pengupasan dan tanpa pengupasan, sesuai dengan Badan Standar Nasional berkisar antara 0,455% - 2% b/b (SNI 01-3542-2004). Nilai pH dan kadar etanol dari pH 4,34 dan kadar etanol 2,3% menjadi pH 5,08 dan kadar etanol 5,2% untuk fermentasi kopi dengan pengupasan serta pH 5,33 dan kadar etanol 5,7% untuk fermentasi kopi tanpa pengupasan. Waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar kafein dan etanol namun tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai pH sedangkan pengupasan berpengaruh signifikan terhadap kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol biji kopi Arabika hasil fermentasi.

Kata Kunci

Kopi Arabika, Fermentasi, kafein, pH, etanol

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu jenis pangan yang populer dan banyak diminati di Indonesia. Fermentasi pada kopi merupakan bagian dari proses pengolahan pasca panen dengan metode pengolahan basah yang bertujuan untuk menghilangkan lendir dan menurunkan kadar kafein biji kopi [1]. Prinsip dari fermentasi adalah penguraian senyawa-senyawa yang terkandung dalam lapisan lendir oleh mikroba dan dibantu dengan oksigen dari udara [2].

Referensi [3] melakukan fermentasi biji kopi Arabika menggunakan MOL tapai singkong dengan konsentrasi optimum 130 mg/L diperoleh kadar kafein sebesar 0,129%, pH biji kopi sekitar 5,6, pH cairan fermentasi sebesar 3,51, dan kadar etanol cairan fermentasi sebesar 8% dengan waktu optimum 24 jam pada suhu ruang. Penggunaan MOL tapai singkong digunakan dengan pertimbangan karena tidak berbau busuk dan tidak menjijikkan.

Penambahan mikroorganisme selama proses fermentasi kopi akan mempengaruhi keseimbangan populasi mikroorganisme, sehingga dapat mempercepat proses

penghilangan lendir dan memperbaiki cita rasa seduhan kopi [4]. Pengadukan pada fermentasi berfungsi untuk meratakan kontak sel dan substrat, menjaga agar mikroorganisme tidak mengendap di bawah dan meratakan seluruh bagian bioreaktor [5].

Fermentasi adalah salah satu upaya untuk menurunkan kadar kafein kopi. Referensi [6] menyatakan bahwa kadar kafein pada kopi akan menurun seiring dengan lama waktu fermentasi. Kadar kafein pada kopi Arabika mentah adalah 0,8 – 1,5% dan standar kadar kafein produk kopi berkisar antara 0,455% - 2% b/b [7].

Nilai pH akan semakin meningkat seiring lama waktu fermentasi. Semakin rendah kadar kafein biji kopi maka tingkat keasaman (pH) akan semakin tinggi [8]. Kondisi asam merupakan hasil dari proses pemecahan gula. Dengan terbentuknya asam maka pH akan menurun, namun pada akhir fermentasi asam akan dikonsumsi bakteri sehingga terjadi kenaikan pH lagi [9].

Referensi [10] melakukan penelitian tentang fermentasi kopi Arabika yang ditambahkan *Saccaromyces Cerevisiae* dengan waktu fermentasi 24 jam, menyatakan bahwa pada proses fermentasi terjadi

pembentukan etanol. Pembentukan etanol merupakan akibat dari penguraian gula oleh *Saccaromyces cerevisiae* yang terdapat pada MOL tapai singkong. Selama fermentasi, gula pereduksi yang terdapat pada *mucilage* didegradasi oleh *Saccaromyces cerevisiae* menghasilkan enzim yang mengubah glukosa menjadi etanol, sehingga semakin lama waktu fermentasi kadar etanol akan mengalami kenaikan.

Kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol pada buah kopi tanpa pengupasan cenderung lebih tinggi karena degradasi substrat lebih banyak. Proses fermentasi dimulai dari permukaan kulit buah. Perlakuan pengupasan kulit buah kopi berpengaruh signifikan pada reaksi yang berlangsung pada pengolahan kopi. Pengupasan menyebabkan ketersediaan dan komposisi substrat berbeda. Buah kopi tanpa pengupasan mengandung substrat yang didegradasi lebih banyak dari daging buah dan *mucilage* [11].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengupasan kopi terhadap kadar kafein, kadar keasaman dan kadar etanol biji kopi arabika hasil fermentasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei – Juni 2021. Penentuan kadar kafein, pH, dan kadar etanol dilakukan di Laboratorium Bioproses dan Instrumentasi Analitik Politeknik Negeri Bandung.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah biji kopi Arabika dengan tingkat kematangan *ripe* (merah), MOL tapai singkong, aquades, dan kloroform. Alat yang digunakan adalah fermentor sederhana, termometer, alat sentrifugasi, spektrofotometer UV-Vis, pH meter, dan refraktometer.

2.3 Pelaksanaan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan fermentasi semi anaerob biji kopi arabika dengan tingkat kematangan sempurna yang ditunjukkan dengan warna kulit kopi berwarna merah merata pada fermentor sederhana. Fermentasi dilakukan selama 54 jam pada suhu lingkungan 30°C [9] dan penambahan Mikroorganisme Lokal (MOL) tapai singkong 130 ml/L [4]. Pembuatan MOL tapai singkong disesuaikan dengan banyaknya penambahan air saat proses fermentasi dengan perbandingan dengan jumlah substrat adalah 2:1. Untuk fermentasi kopi 12 kg maka diperlukan penambahan air 24 liter, sehingga MOL tapai singkong diperlukan adalah 3,12 liter. Sebelum dilakukan proses fermentasi diberikan perlakuan berbeda pada biji kopi yang telah dipanen. Perlakuan pertama fermentasi menggunakan biji kopi yang telah mengalami pengupasan (*pulping*). Perlakuan kedua fermentasi menggunakan buah kopi utuh tanpa pengupasan. Setiap perlakuan menggunakan biji kopi sebanyak 12 kg dan penggunaan inkubator sederhana untuk menaikkan suhu lingkungan menjadi 30°C.

Pengadukan dan pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam untuk menganalisis kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol pada biji kopi Arabika.

2.3.1 Pembuatan Mol Tapai Singkong

Pembuatan MOL tapai singkong yang diperlukan adalah sebanyak 3,12 L. Bahan yang diperlukan adalah 625 gram tapai singkong, 125 gram gula merah, dan 3,12 liter air cucian beras. Kemudian dilakukan fermentasi dalam wadah berukuran 5 liter secara aerob pada suhu ruangan 25-27°C selama 5 hari.

2.3.2 Pemanenan Buah Kopi

Buah kopi Arabika dipanen dari perkebunan kopi Gunung Malabar, Kampung Babakan, Desa Margamulya, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung dengan tingkat kematangan *ripe* (merah).

2.3.3 Penyortiran Buah Kopi

Buah kopi Arabika yang telah dipanen disortir berdasarkan tingkat kematangan. Pada penelitian ini buah kopi Arabika yang digunakan memiliki tingkat kematangan *ripe* (merah) agar dihasilkan biji kopi hasil fermentasi kualitas baik.

2.3.4 Pengupasan Buah Kopi (*Pulping*)

Pengupasan buah kopi sebelum fermentasi hanya dilakukan pada perlakuan pertama. Pengupasan dilakukan untuk memisahkan kulit buah dari biji kopi yang akan difermentasi. Hasil pengupasan adalah biji kopi yang masih memiliki lendir (*mucilage*) dan kulit tanduk.

2.3.5 Pencucian Awal

Pencucian awal dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan kotoran yang menempel pada biji dan buah kopi. Pencucian juga dilakukan untuk menyortir kembali biji dan buah kopi yang berkualitas baik dan buruk, biji dan buah kopi yang mengambang akan dipisahkan karena kualitasnya buruk. Kemudian dilakukan pengambilan sampel $t = 0$ jam dan analisis kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol.

2.3.6 Fermentasi

Biji kopi *pulper* dan buah kopi utuh hasil pencucian ditimbang sebanyak 12 kg dan dimasukkan dalam fermentor kapasitas ± 50 liter. Fermentasi dilakukan secara semi anaerob dengan volume air yang ditambahkan ke dalam fermentor sebanyak 24 liter. Kemudian dilakukan penambahan MOL tapai singkong dengan dosis 130 ml/L yang telah dibuat dan siap digunakan. Perlakuan pertama fermentasi menggunakan biji kopi yang telah mengalami pengupasan (*pulping*) dan perlakuan kedua fermentasi menggunakan buah kopi utuh tanpa pengupasan. Fermentasi dilakukan

selama 54 jam dengan pengambilan sampel dan pengadukan dilakukan setiap 6 jam sekali menggunakan pengaduk khusus pada fermentor sederhana sebanyak 5 kali putaran. Kadar kafein, nilai pH dan kadar etanol diamati selama proses fermentasi berlangsung.

2.3.7 Pengupasan Buah Kopi (*Pulping*)

Pengupasan buah kopi setelah proses fermentasi hanya dilakukan pada perlakuan kedua dengan tujuan memisahkan biji kopi yang akan dianalisis dari daging buahnya. Biji kopi yang telah dikupas masih mengandung sedikit lendir (*mucilage*) dan kulit tanduk.

2.3.8 Penirisan

Biji kopi yang telah mengalami proses fermentasi dicuci kembali dan ditiriskan pada ruang terbuka hingga kering. Kemudian dilakukan analisis kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol pada biji kopi.

2.4 Metode Analisis

Analisis data dilakukan secara statistik menggunakan program Microsoft Excel yaitu uji *Anova Two-Factor Without Replication* dengan taraf signifikansi $P < 5\%$. Pengujian dilakukan pada setiap sampel untuk mengetahui pengaruh pengupasan dan waktu fermentasi terhadap kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol biji kopi Arabika hasil fermentasi.

Hipotesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

Kesimpulan:

- Terima H_0 , jika:
 $F < \text{critical}$ atau $P\text{-value} > 5\%$
- Tolak H_0 , jika:
 $F > F_{\text{critical}}$ atau $P\text{-value} < 5\%$

2.4.1 Analisis Kadar Kafein

Analisis kuantitatif kadar kafein dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Penentuan panjang gelombang (λ) maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan kafein standar 6 ppm pada panjang gelombang 250-300 nm. Pembuatan kurva kalibrasi diperoleh dengan mengukur nilai absorbansi larutan standar kafein konsentrasi 2-10 ppm menggunakan gelombang maksimum. [12]. Sebagai uji blanko digunakan kloroform [3].

Sampel kopi bubuk sebanyak 2 gram dimasukkan dalam gelas kimia, ditambahkan 75 mL aquades kemudian dipanaskan dan diaduk selama 30 menit. Larutan kopi disaring melalui corong dengan kertas saring kedalam erlenmeyer. Kemudian larutan kopi dimasukkan dalam corong pisah lalu diekstraksi dengan penambahan 25 mL kloroform. Lapisan bawah (fraksi kloroform) diambil kemudian diencerkan 1000 kali menggunakan

pelarut kloroform. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum. Perhitungan kadar kafein larutan kopi adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar Kafein (\%b/b)} = \frac{C \times V \times FP}{10 \times m} \times 100 \% \quad (1)$$

dimana:

C = konsentrasi sampel (ppm)

V = volume total sampel (L)

FP = faktor pengencer

m = massa sampel (gram)

2.4.2 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Analisis kuantitatif derajat keasaman diukur menggunakan metode pH metri. Sampel bubuk kopi sebanyak 5 gram dimasukkan dalam gelas kimia, ditambahkan 50 mL aquades kemudian dipanaskan dan diaduk selama 30 menit. Larutan kopi disaring menggunakan kertas saring kemudian dilakukan sentrifugasi pada alat sentrifugasi. Nilai pH larutan kopi diukur dengan menggunakan pH meter [10].

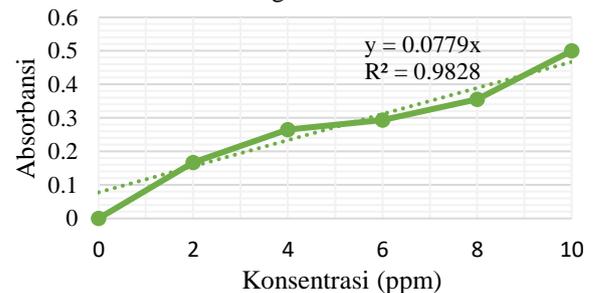
2.4.3 Analisis Kadar Etanol

Analisis kadar etanol dilakukan menggunakan refraktometer. Larutan standar etanol dengan konsentrasi 0% hingga 15% diukur indeks biasnya menggunakan refraktometer untuk membuat kurva larutan standar etanol. Kadar etanol hasil fermentasi diperoleh dari indeks bias terukur, baik secara interpolasi maupun ekstrapolasi pada kurva larutan standar etanol [13]. Sampel bubuk kopi sebanyak 2 gram dilarutkan dalam aquades 75 mL sambil diaduk dan dipanaskan selama 5 menit, kemudian dilakukan pengukuran indeks bias menggunakan refraktometer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

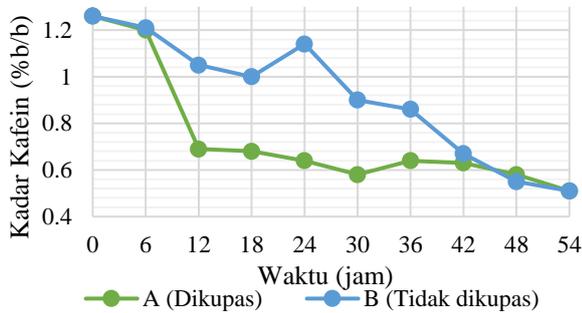
3.1 Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Kafein Biji Kopi

Pengukuran kadar kafein bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar kafein pada biji kopi Arabika hasil fermentasi. Pengukuran kadar kafein dilakukan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Dari penelitian didapat panjang gelombang maksimum sebesar 276,1 nm dengan absorbansi 0,257. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh kemudian dibuat kurva standar kafein sebagai berikut.



Gambar 1. Kurva Standar Kafein

Berdasarkan gambar 1 didapat hasil persamaan regresi yaitu $y = 0,0779x$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9828. Berikut ini kadar kafein larutan kopi Arabika yang diperoleh dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 276,1 nm.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Kafein

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa pada fermentasi biji kopi yang telah dikupas mengalami penurunan kadar kafein secara signifikan. Hal ini disebabkan karena pada kopi yang telah dikupas *mucilage* sudah pada posisi terbuka tanpa pelindung kulit buah sehingga mudah berinteraksi dengan sumber mikroba di sekelilingnya [11] menyebabkan proses dekafeinasi cenderung lebih mudah karena kandungan gula pada substrat lebih sedikit dan mudah terdegradasi.

Pada fermentasi buah kopi tanpa pengupasan menunjukkan bahwa kadar kafein mengalami penurunan, namun pada waktu ke 24 jam terjadi kenaikan kadar kafein yang disebabkan oleh ketidakseimbangan mikroba dalam fermentor karena substrat pada buah kopi tanpa pengupasan berjumlah cukup banyak dengan komposisi yang variatif dari daging buah dan lendir (*mucilage*) [11]. Ketidakseimbangan kinerja mikroba mengakibatkan perubahan metabolisme mikroba membentuk senyawa alkaloid lain yang terdeteksi sebagai kafein sebagai respon perbedaan kondisi lingkungan, sehingga kafein pada waktu ke 24 jam mengalami peningkatan, dan menurun Kembali pada waktu ke 30 jam.

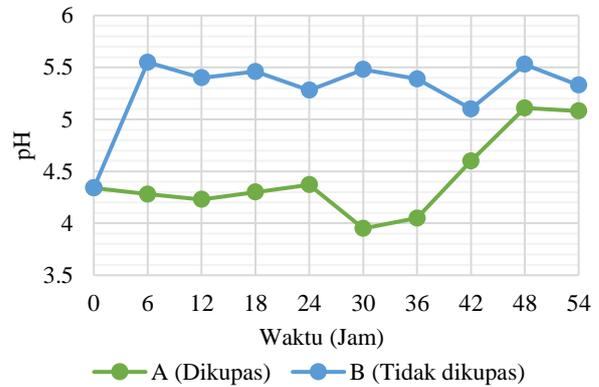
Tabel 1. Pengaruh Signifikansi Pengupasan terhadap Kadar Kafein

Source of Variation	F	P-value	F crit
Waktu	6.61748	0.0048	3.17889
Pengupasan	8.19156	0.0187	5.11736

Berdasarkan analisis statistik menggunakan metode *Anova Two-Factor Without Replications*, pengupasan memiliki nilai $F = 6.617484$ lebih besar dari nilai $F_{crit} = 3,17889$, dan waktu fermentasi memiliki nilai $F = 8.191558$ lebih besar dari nilai $F_{crit} = 5,11736$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengupasan dan waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar kafein biji kopi Arabika.

3.2 Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Nilai pH Biji Kopi

Nilai kelayakan bahwa kopi aman untuk dikonsumsi dapat ditunjukkan dengan tingkat keasaman (*acidity*) atau pH. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi pH seduhan kopi bubuk adalah proses fermentasi biji kopi [10]. Hasil pengukuran pH seduhan kopi bubuk adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Nilai pH

Berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa derajat keasaman fermentasi biji kopi yang telah dikupas cenderung mengalami peningkatan yang disebabkan oleh pemecahan komponen *mucilage* dan penguraian asam klorogenat akibat proses dekafeinasi [3]. Fermentasi biji kopi yang tidak dikupas memiliki nilai pH yang fluktuatif dan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pH biji kopi yang telah dikupas. Hal ini dikarenakan pada fermentasi biji kopi tanpa pengupasan adanya daging buah kopi yang mengandung banyak gula bisa memperlambat proses degradasi asam pada biji kopi.

Nilai pH biji kopi Arabika sebelum fermentasi adalah sebesar 4,34 kemudian setelah dilakukan fermentasi didapatkan nilai pH akhir fermentasi biji kopi yang telah dikupas adalah 5,08 sedangkan nilai pH akhir fermentasi buah kopi yang tidak mengalami pengupasan adalah 5,33. Terjadi peningkatan nilai pH pada kedua perlakuan fermentasi dan masih tergolong layak dikonsumsi seperti pada [14] dimana kopi hasil fermentasi masih layak dikonsumsi jika memiliki nilai pH di atas 4.

Tabel 2. Pengaruh Signifikansi Pengupasan terhadap Nilai Ph

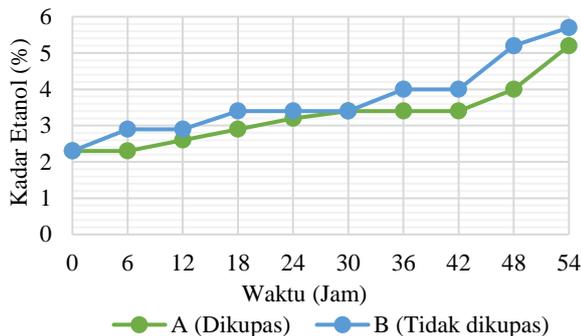
Source of Variation	F	P-value	F crit
Waktu	1.04977	0.47176	3.17889
Pengupasan	26.6295	0.00059	5.11736

Berdasarkan analisis statistik menggunakan metode *Anova Two-Factor Without Replications*, pengupasan memiliki nilai $F = 26,6295$ lebih besar dari nilai $F_{crit} =$

3,17889 sedangkan waktu fermentasi memiliki nilai $F = 1,04977$ lebih kecil dari nilai $F_{crit} = 5,11736$. Hal ini menunjukkan bahwa pengupasan berpengaruh signifikan sedangkan waktu fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai pH biji kopi Arabika hasil fermentasi.

3.3 Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol Biji Kopi

Berdasarkan Gambar 4. kadar etanol mengalami kenaikan seiring dengan lama waktu fermentasi. Referensi[15] menyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka terjadi kenaikan kadar etanol hingga penguraian gula menjadi etanol sudah maksimal.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Pengupasan dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol

Kadar etanol yang didapatkan dari proses fermentasi biji kopi tanpa pengupasan lebih tinggi dari fermentasi kopi dengan pengupasan. Hal ini disebabkan karena kandungan glukosa yang akan dikonversi pada substrat berbeda. Kandungan substrat pada buah kopi tanpa pengupasaan berjumlah cukup banyak dengan komposisi glukosa dari daging buah dan lendir (*mucilage*). Sedangkan pada fermentasi biji kopi yang telah dikupas hanya mengandalkan komposisi kimia dari *mucilage* saja, sehingga nilai etanol yang dihasilkan cenderung lebih rendah.

Tabel 3. Pengaruh Signifikansi Pengupasan terhadap Kadar Etanol

Source of Variation	F	P-value	F _{crit}
Waktu	28.71911	1.41E-05	3.178893
Pengupasan	16.2	0.002996	5.117355

Berdasarkan analisis statistik metode *Anova Two-Factors Without Replications*, variasi pengupasan memiliki nilai $F = 16,2$ lebih besar dari nilai $F_{crit} = 5,117355$ dan waktu fermentasi memiliki nilai $F = 28,71911$ lebih besar dari nilai $F_{crit} = 3,178893$. Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan pengupasan berpengaruh signifikan terhadap kadar etanol biji kopi Arabika hasil fermentasi.

4. KESIMPULAN

Semakin lama waktu fermentasi kadar kafein mengalami penurunan dari 1,26% menjadi 0,52% untuk fermentasi biji kopi dengan pengupasan dan buah kopi tanpa pengupasan, sesuai dengan Badan Standar Nasional (BSN) berkisar antara 0.455% - 2% b/b [8]. Kenaikan terjadi pada nilai pH dan kadar etanol dari pH 4,34 dan kadar etanol 2,3% menjadi pH 5,08 dan kadar etanol 5,2% untuk fermentasi kopi dengan pengupasan serta pH 5,33 dan kadar etanol 5,7% untuk fermentasi kopi tanpa pengupasan.

Waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar kafein dan kadar etanol namun tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai pH biji kopi Arabika hasil fermentasi. Pengupasan berpengaruh signifikan terhadap kadar kafein, nilai pH, dan kadar etanol biji kopi Arabika hasil fermentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah mendanai penelitian ini dengan dana DIPA Program Pemberian Bantuan Proyek Akhir / Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gardjito, Murdijati, & Dimas Rahadian A. M. 2011. Kopi: Sejarah dan Tradisi Minum Kopi, Cara Benar Mengekstrak dan Menikmati Kopi, Manfaat dan Risiko Kopi bagi Kesehatan. Yogyakarta: PT Kanisius
- [2] Afriliani, Asmak. 2018. Teknologi Pengolahan Kopi Terkini Yogyakarta: Dee Publish.
- [3] Rismayani, Rianny P. & Nurjanah, Siti. 2020. Fermentasi Biji Kopi Arabika Menggunakan Mikroorganisme Lokal (MOL) Tapai Singkong. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung.
- [4] Yusianto, & Widyotomo, S. 2013. Mutu dan Citarasa Kopi Arabika Hasil Beberapa Perlakuan Fermentasi: Suhu, Jenis Wadah, dan Penambahan Agens Fermentasi. Pelita Perkebunan, 29(3), 220-239.
- [5] Kurniawan, Ronny, dkk. 2011. Pengaruh Jenis dan Kecepatan pengaduk pada Fermentasi Etanol secara Sinambung dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat. Jurusan Teknik Kimia, Itenas Bandung. ISSN: 1693 – 1750.
- [6] Kristiyanto, D., Pranoto, B. D., & Abdullah. 2013. Penurunan Kadar Kafein Kopi Arabika dengan Proses Fermentasi Menggunakan Nopkor MZ-15. Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri, 2(4), 170-176.
- [7] Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2907-2008
- [8] Khairullah. 2015. Kopi Robusta Lampung 100% Organik Tanpa Pestisida Dan Pupuk Kimia. Jurnal PT Ghaly Roelies Indonesia.
- [9] Sinaga, Asnyta. 2018. Proses Fermentasi Kopi Arabika Lintang Nihuta: Pengaruh Variasi Jenis Wadah dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Mutu Kopi. Skripsi. Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara.
- [10] Azizah, M., Sutamihardja, R. M., & Wijaya, N. 2019. Karakteristik Kopi Bubuk Arabika (*Coffea arabica* L)

Terfermentasi *Saccaromyces cerevisiae*. Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa, 9(1), 37-46.

- [11] Mulato, Sri. 2020. Peran Fermentasi dalam Panen dan Pasca Panen kopi. Surakarta: *Coffee and Cocoa Training Center*
- [12] Egan, H., Kirk, R. S., Sawyer, R., & Pearson, D. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Food*. London: Longman Scientific & Technical.
- [13] Mareta, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Serabut Kelapa. Surakarta.
- [14] Ridwansyah. 2003. Pengolahan Kopi. Medan: Universitas Sumatra Utara Digital Library.
- [15] Subrimobdi, W. B. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Tingkat Produksi Bioetanol dengan Bahan Baku Nira Siwalan. Jurnal Tugas Akhir, 1-13.