

Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi dengan Penambahan Paya Meat Tenderizer pada Proses Dekafeinasi Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

DEWA AYU RATIH
MADE SRITAMIN^{*)}
I GEDE PUTU WIRAWAN

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman, Denpasar (80232)

^{*)}Email: madesritamin@gmail.com

ABSTRACT

Effect of Incubation Time Variation with The Addition of Paya Meat Tenderizer in the Arabica Coffee Decaffeination Process (*Coffea arabica* L.)

High levels of caffeine lead to insomnia and increased blood pressure. Decaffeination is a solution to reduce the caffeine with enzymatic method with papain coarse extract PAYA Meat Tenderizer contains proteolytic activity of 1,0593 units/g. The study aims to find out the effect of arabica coffee incubation time with the addition of the enzyme papain PAYA Meat Tenderizer. The study looked at protein levels (Kjeldahl), caffeine levels (UV-Vis spectrophotometry) and organoleptic tests. The design used is Complete Random Design (RAL) 4 incubation time treatment i.e. B0 (0 hours); B1 (12 hours); B2 (24 hours) and B3 (36 hours). The results showed a very real influential treatment of all observed variables. B2 (24-hour incubation) lowers caffeine levels by 0,006%. A 0,12% decrease in protein levels occurred in 36-hour incubation. The highest results on organoleptic tests of aroma, viscosity and bitter taste parameters were obtained control samples (B0) and 36-hour (B3).

Keywords: Arabica Coffee Papain Enzymes, Decaffeination, Caffeine, Organoleptics

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kafein memiliki manfaat menstimulasi susunan syaraf pusat, relaksasi otot polos terutama otot polos bronkus dan stimulasi otot jantung (Coffeefag, 2001). Kandungan rata-rata kafein robusta (*Coffea canephora*) 1,50 - 2,72% dan arabika (*Coffea arabica* L.,) 0,94 - 1,59% (Mulato *et al.*, 2006). Kebiasaan konsumsi sebanyak 3 – 4 cangkir setiap hari dapat menyebabkan kecanduan (Maramis *et al.*, 2013). Menurut (Ensminger *et al.*, 1995) tingginya kadar kafein terutama bagi intoleran kafein akan menyebabkan keluhan insomnia, kecemasan, peningkatan tekanan darah, dan detak

jantung yang terlalu cepat. Menurut laporan (NCA, 2017) dalam (Grand View Research, 2020), orang-orang berusia antara 18 – 24 tahun membentuk kelompok konsumen terbesar kopi decaf di Amerika Serikat dan menghasilkan sekitar 19% dari total konsumen. Survei juga menyoroti bahwa 68% dari populasi berpikir bahwa perlu untuk mengurangi asupan kafein mereka. Selain itu 66% setuju bahwa sangat penting untuk mengurangi konsumsi kopi mereka. Kandungan kafein pada kopi arabika lebih rendah daripada robusta, sehingga akan lebih mudah diperoleh rendah kafein melalui proses dekafeinasi.

Dekafeinasi merupakan proses pengurangan kandungan kafein yang telah dilakukan oleh banyak peneliti melalui metode ekstraksi menggunakan berbagai pelarut alami, kimiawi, mikroba dan enzimatik (Gokulakrishnan *et al.*, 2005; Widyotomo, 2012). Metode dekafeinasi menghambat aktivitas kafein peminum kopi yang intoleran dan mencegah pecandu kopi mengonsumsi terlalu banyak kafein (Gokulakrishnan *et al.*, 2005). Salah satu contoh secara enzimatik dengan metode inkubasi yang dinyatakan kandungan kafeinnya tersisa antara 0,1 – 0,3% (Charley *et al.*, 1998). Penelitian ini akan menambahkan PAYA *Meat Tenderizer* yang mengandung enzim papain untuk membantu proses dekafeinasi kopi arabika. Papain adalah enzim proteolitik, diklasifikasikan sebagai endopeptidase yang mampu menghidrolisis protein biji kopi pada posisi tertentu dalam molekul protein. Enzim dapat mempercepat proses pelepasan lendir, memecah protein dan senyawa gel, serta dapat menurunkan kandungan kafein ke tingkat yang lebih rendah (Oktadina *et al.*, 2013). Dalam penelitian (Daisa *et al.*, 2017), inkubasi dekafeinasi 36 jam menunjukkan konsentrasi enzim 7% memiliki nilai preferensi organoleptik tertinggi 3,76 sedangkan konsentrasi 3% menghasilkan kadar kafein 1,02%. Penelitian serupa yang dilakukan oleh (Aldiano, 2019) menggunakan buah kopi arabika dan PAYA *Meat Tenderizer* yang mengandung enzim papain dengan aktivitas proteolitik sebesar 1,0593 unit/g. Hasil uji sensoris terbaik pada perlakuan konsentrasi 3%, lama inkubasi 12 jam, nilai rasa tertinggi 85,42 (sangat baik), dan kadar kafein tersisa 0,68%.

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian sebelumnya, penulis melakukan penelitian yang pernah dilakukan oleh dua penelitian sebelumnya untuk mengetahui lama waktu inkubasi (berkisar antara 0, 12, 24, dan 36 jam) dengan konsentrasi PAYA *Meat Tenderizer* mengandung ekstrak papain sebanyak 6%.

2. Bahan dan Metode

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Mei 2021, terhitung sejak persiapan sampai dengan akhir pelaksanaan penelitian. Lokasi pengambilan sampel penelitian di Red Castle Roastery, sedangkan analisis sampel penelitian dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana Bukit Jimbaran dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak. Serta melakukan pengujian organoleptik di Kedai Kopi Langkah.

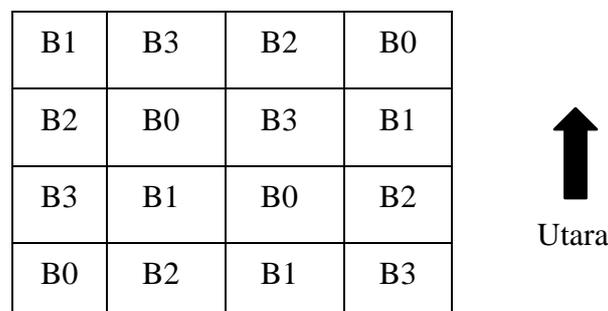
2.2 *Bahan dan Alat*

Bahan yang digunakan dalam proses inkubasi biji kopi kering adalah kopi arabika Java Ijen Kayu Mas sebanyak 800 gr dan ekstrak PAYA Meat Tenderizer yang mengandung enzim papain dengan aktivitas proteolitik sebesar 1,0593 unit/gr. Bahan yang digunakan untuk sangrai biji kopi adalah kopi arabika Java Ijen Kayu Mas yang telah melewati proses inkubasi. Bahan yang digunakan untuk uji protein yaitu asam sulfat pekat, natrium hidroksida 50%, asam boraks 2%, asam klorida standart 0,1 N, katalis (100 g Na₂SO₄ : 1 g Se), Indikator campuran (20 ml Bromo Chresol Green 0,1% : 4 ml Metyl Red 0,1% dicampurkan ke dalam 1 liter H₃BO₃ 2%). Bahan yang digunakan untuk uji kafein yaitu bubuk kopi yang sudah dipanggang, akuades, kalsium karbonat (CaCO₃) dan khloroform. Bahan yang digunakan untuk uji organoleptik yaitu air panas dan bubuk kopi yang telah dihaluskan.

Pada proses inkubasi dibutuhkan toples kaca, timbangan analitik, inkubator styrefoam penetas telur dan sendok. Untuk pengeringan, penyangraian dan pembubukan kopi menggunakan wajan, sendok, nampan dan kertas manila. Pada uji protein dibutuhkan velp destilator UDK 139, tungku kjeldahltherm, turbosog, tabung digest 250 ml, erlenmeyer 250 ml, labu ukur 250 ml, gelas ukur 500 ml, top buret digital, neraca analitik, gegep, sarung tangan anti panas. Pada uji kadar kafein dibutuhkan timbangan analitik, gelas baker 150 ml, corong buchner, erlenmeyer, corong pisah, rotariev aporator, gelas piala, labu ukur 250; 100; 25; 10 ml, pipet tetes dan spektrofotometer UV-Vis. Pada pengujian organoleptik menggunakan gelas, kertas kuesioner, termos, sendok dan water heater.

2.3 *Metode Penelitian*

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan waktu inkubasi yang bervariasi menggunakan PAYA Meat Tenderizer mengandung enzim papain sebanyak 6%. Perlakuan waktu inkubasi B0 = Kontrol 0 jam (tanpa enzim papain dan inkubasi); B1 = 12 jam; B2 = 24 jam; B3 = 36 jam. Perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Masing - masing unit percobaan terdiri dari 50 gr biji kopi kering untuk pengamatan kadar kafein, protein dan organoleptik. Jumlah keseluruhan biji kopi yang digunakan adalah 800 gr. Untuk denah unit percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah Unit Percobaan

2.4 Variabel yang diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar protein menggunakan metode Kjeldahl mengacu pada (SNI, 1992; Edowai, 2019), kadar kafein menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis mengacu pada Fitri (2008); Arwangga *et al* (2016). Pengujian cita rasa menggunakan uji organoleptik mengacu (Ratnaningsih, 2015) dilakukan dengan proses *cupping test*.

2.5 Analisis Data

Penelitian ini akan dianalisis dengan metode analisis varians menggunakan *Statistic Package for Social Science* (SPSS). Bila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) maka dilanjutkan uji *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. *Analysis of varians* (ANOVA) digunakan untuk menentukan efek utama dari faktor independen yang diteliti.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian penggunaan enzim papain pada proses dekafeinasi kopi arabika dilakukan analisis terhadap kadar protein, kadar kafein dan uji organoleptik.

Tabel 1. Data signifikansi kadar protein, kafein dan uji organoleptik kopi arabika terdekafeinasi.

No	Variabel	Perlakuan	Signifikansi
1	Kadar Protein	0 jam	**
		12 jam	**
		24 jam	**
		36 jam	**
2	Kadar Kafein	0 jam	**
		12 jam	**
		24 jam	**
		36 jam	**
3	Uji Prefensi Konsumen (Organoleptik)	Aroma	**
		Rasa Pahit	**
		Kekentalan	**

Keterangan:

** : Berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$)

* : Berpengaruh nyata ($p < 0,05$)

ns : Berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$)

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Kadar Protein

No	Perlakuan	Kadar Protein	Kadar Kafein
1	B0 (0 jam)	15,16% a	0,09% a
2	B1 (12 jam)	14,14% b	0,04% b
3	B2 (24 jam)	14,07% b	0,03% c
4	B3 (36 jam)	14,05% b	0,05% b

Keterangan: angka – angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%.

3.1 Kadar Protein

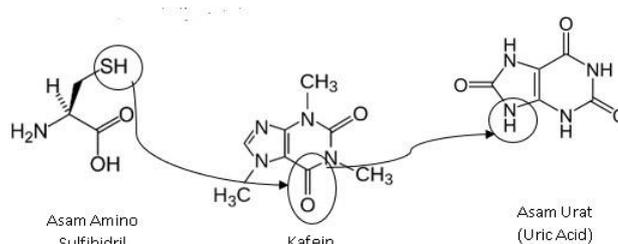
Pada parameter kadar protein terhadap inkubasi kopi arabika yang diterapkan dapat menurunkan kadar protein dibandingkan dengan kontrol (B0). Perlakuan B1, B2 dan B3 dapat menurunkan kadar protein namun dengan hasil yang tidak berbeda nyata. Sampel protein terendah terdapat pada sampel B3 sebesar 14,05% dibandingkan dengan sampel kontrol sebesar 15,15%. Penurunan hasil uji protein yang didapat dari sampel kontrol yaitu hasil protein tertinggi dengan hasil protein terendah mencapai 0,12%. Dari data diatas terlihat adanya keterkaitan antara faktor lama inkubasi yang akan menurunkan kadar protein pada sampel. Selain faktor waktu, faktor lainnya seperti banyaknya konsentrasi enzim, substrat dan suhu akan menghidrolisis ikatan peptida dan polipeptida hingga berukuran lebih sederhana berupa xantin dan asam urat.

Menurut (Rumanto, 2004; Ratnaningsih, 2015) penurunan kadar protein oleh enzim papain mempengaruhi kadar kafein karena kafein termasuk alkaloid yang merupakan hasil samping dari pemecahan protein pada tumbuhan kopi. Kadar protein pada kopi arabika menurun akibat aktivitas proteolitik pada proses pemecahan protein menjadi lebih sederhana menjadi asam urat (*uric acid*). Rumus molekul kafein 1,3,7-trimetilxantin merupakan gugus methylxanthine yang merupakan alkaloid purin alami diubah oleh enzim proteolitik hingga menjadi 7-methylxanthine sehingga hasil perombakan kafein (gugus xantin) adalah asam urat (Ratnaningsih, 2015). Selama proses pemanggangan, terjadi oksidasi, yang menyebabkan perubahan kadar protein. Menurut (Clarke dan Macrae, 1987; Edowai, 2019), kandungan protein pada biji kopi adalah 11%-13%, kemudian setelah disangrai, kandungan proteinnya meningkat menjadi 13%-15%. Hal ini serupa pada penelitian (Edowai, 2019) analisis sifat kimia kopi arabika Dogiyai menghasilkan kadar protein 12,6%-13,7%. Menurut (Panggabean, 2019), tingkat konsentrasi dan komposisi asam amino menunjukkan korelasi tingkat kematangan biji kopi. Semakin bertambah tingkat kematangan maka konsentrasi asam amino akan menurun. Sebaliknya jika kadar asam amino menunjukkan lebih dari 15% akan menghasilkan cita rasa green dan grassy yang artinya biji kopi dipanen belum cukup matang.

3.2 Kadar Kafein

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan penambahan waktu inkubasi dekafeinasi berpengaruh perbedaan yang tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5% terhadap kadar kafein kopi bubuk. Pada perlakuan B0 berbeda nyata dengan kadar kafein B1, B2 dan B3. Perlakuan yang digunakan dengan metode inkubasi pada parameter kadar kafein dapat menurunkan nilai kadar kafein. Hal ini dilihat pada nilai yang kadar kafein tertinggi pada inkubasi B0 (0 jam) dan perlakuan inkubasi B2 (24 jam) adalah perlakuan terbaik dengan nilai kadar kafein terendah. Perlakuan inkubasi 24 jam (B2) menunjukkan kadar kafein menurun sebesar 40% dari bahan kontrol sebesar 0,09% menjadi 0,03%. Terjadinya penurunan kadar kafein menunjukkan bahwa enzim proteolitik dari ekstrak murni enzim komersial merek "PAYA Meat Tenderizer" mampu menurunkan kadar kafein biji kopi arabika.

Proses inkubasi oleh enzim papain konsentrasi 6% menghidrolisis protein pada vakuola yang berisi senyawa kafein menjadi asam amino hingga senyawa tersebut keluar dari biji kopi. Penyebab kadar kafein menurun karena terjadinya kerusakan pada membran sel dan vakuola akibat aktivitas proteolitik enzim selama inkubasi. Menurut (Oktadina *et al.*, 2013) kafein yang keluar akibat proses inkubasi ini akan larut dalam air dan menghilang melalui proses pencucian setelah ditambahkan senyawa yang bersifat proteolitik pada tahap inkubasi. Kisaran kadar kafein pada bahan kontrol sebesar 0,09% kemudian setelah terjadi reaksi enzimatik dari aktivitas proteolitik paya, terjadi penurunan beda nyata tiap perlakuan dengan hasil yang terbaik pada 24 jam (B2) menurun sebesar 0,006% dari bahan kontrol sebesar 0,09% menjadi 0,03%. Dari hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antar dua faktor yang saling berhubungan. Faktor yang memengaruhi aktivitas proteolitik enzim paya yaitu waktu, pH, suhu, jumlah konsentrasi enzim dan substrat (Isnaeni, 2010). Waktu inkubasi mempengaruhi hasil hidrolisis, semakin lama waktu inkubasi maka semakin banyak enzim berdifusi ke dalam substrat yang artinya proses bertambah (karena substrat sudah habis). Kadar kafein pada kopi arabika menurun akibat aktivitas proteolitik pada proses pemecahan kafein menjadi lebih sederhana menjadi asam urat (*uric acid*). Rumus molekul kafein 1,3,7-trimetilxantin merupakan gugus methylxanthine yang merupakan alkaloid purin alami, sehingga hasil perombakan kafein (gugus xantin) adalah asam urat. Papain memiliki struktur yang sama dengan protein karena dapat mendegradasi kafein (Ratnaningsih, 2015).



Gambar 2. Mekanisme hidrolisis kafein oleh sisi aktif enzim papain (Ratnaningsih, 2015)

3.3 Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik didapat keunggulan yang berbeda tiap sampel pada parameter yang diujikan. Pengujian uji kesukaan (hedonik) menghadirkan panelis yang berpengalaman di bidang kopi yaitu barista dan pemilik kedai kopi mengemukakan pendapat pribadi suka dan tidak suka menggunakan skala numerik yang nantinya akan dilakukan analisa statistik. Sampel yang diujikan yaitu B0 (0 jam), B1 (12 jam), B2 (24 jam) dan B3 (36 jam).

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Uji Organoleptik

No.	Perlakuan	Parameter Uji Organoleptik		
		Aroma	Kekentalan	Rasa Pahit
1	B0 (0 jam)	3,60	3,00	3,00
2	B1 (12 jam)	2,20	1,60	2,00
3	B2 (24 jam)	2,20	2,60	2,40
4	B3 (36 jam)	3,60	3,60	3,40

Keterangan: 1 = Tidak Suka; 2 = Kurang Suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat Suka

3.3.1 Aroma kopi

Aroma kopi yang diminati oleh panelis berturut-turut sampel kontrol (A0B0) rerata nilai 3,6 (agak suka), 12 jam (B1) rerata nilai 2,2 (kurang suka), 24 jam (B2) rerata nilai 2,2 (kurang suka) dan 36 jam (B3) rerata nilai 3,6 (agak suka). Penilaian karakteristik aroma kopi menurut panelis pada sampel kontrol tercium aroma fruity yang menunjukkan adanya kandungan senyawa volatil asam, ester dan keton (Panggabean, 2019). Pada sampel 12 jam (B1) tercium aroma jamur yang membuktikan bahwa sampel mengalami *overfermented*. Aroma jamur ini disebabkan adanya kandungan senyawa volatil Benzopirrol dan Pirrol pada biji kopi (Panggabean, 2019). Selanjutnya pada sampel 24 jam (B2) tercium aroma keju yang membuktikan kejadian yang sama dengan sampel A1B1 yang menunjukkan adanya kandungan senyawa senyawa volatil Benzopirrol dan Pirrol (Panggabean, 2019). Terakhir sampel B3 tercium aroma yang hampir mirip dengan sampel kontrol namun tidak terlalu harum seperti sampel B0. Kejadian aroma jamur pada sampel 12 jam (B1) dan 24 jam (B2) karena kurang dilakukan segera penjemuran usai perendaman dengan enzim papain sehingga terjadi fermentasi lanjutan. Kafein pada kopi akan mengeluarkan aroma ketika penyeduhan, namun ketika kadar kafein menurun akan berpengaruh pada aroma hasil penyeduhan (Hermanto, 2007). Hal ini menunjukkan panelis menyukai kopi arabika sampel kontrol tanpa proses dekafeinasi dan sampel 36 jam (B3) yang memiliki aroma mendekati dengan sampel tanpa perlakuan.

3.3.2 Kekentalan

Penilaian ini dilakukan dengan cara menggosokkan lidah dengan langit-langit rongga mulut sehingga meninggalkan kesan kental pada seduhan kopi. Pengujian parameter ini untuk mendeskripsikan kandungan protein dan serat dari kopi

(Panggabean, 2019). Kekentalan yang diminati oleh panelis berturut-turut sampel kontrol (B0) rerata nilai 3 (agak suka), 12 jam (B1) rerata nilai 1,6 (tidak suka), 24 jam (B2) rerata nilai 2,6 (kurang suka) dan 36 jam (B3) rerata nilai 3,6 (agak suka). Kopi mengandung kafein dan asam klorogenat sangat berperan pada pembentukan kekentalan pada kopi (Widyotomo, 2012). Proses penurunan kafein ini sangat berpengaruh pada kekentalan kopi, hal ini ditunjukkan pada panelis lebih menyukai kopi arabika sampel 36 jam (B3) daripada sampel kontrol.

3.3.3 Rasa Pahit

Parameter terakhir yaitu rasa pahit kopi, penilaian ini dilakukan dengan menyeruput dan menahan air kopi dalam rongga mulut selama 3-5 detik untuk mengenali rasa dasar seduhan. Pengujian parameter ini untuk mendeskripsikan rasa pahit, manis dan asam (Panggabean, 2019). Rasa pahit yang diminati oleh panelis berturut-turut sampel kontrol (B0) rerata nilai 3,0 (agak suka), 12 jam (B1) rerata nilai 2,00 (kurang suka), 24 jam (B2) rerata nilai 2,40 (kurang suka) dan 36 jam (B3) rerata nilai 3,4 (agak suka). Kopi yang mengalami proses dekafeinasi mengalami penurunan rasa pahit pada kopi akibat kadar protein dan kafein telah menurun karena perombakan senyawa protein menjadi asam amino (Marcone, 2004). Namun dari uji organoleptik ini panelis menyukai rasa kopi sampel 36 jam (B3) karena tidak terlalu pahit dan masih beraroma harum khas kopi kontrol tanpa perlakuan dekafeinasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan PAYA Meat Tenderizer yang mengandung enzim papain dengan perlakuan variasi waktu inkubasi kopi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein, kafein dan uji organoleptik kopi arabika antar perlakuan waktu inkubasi 0 jam, 12 jam, 24 jam dan 36 jam. Hasil uji organoleptik dari segi penilaian aroma, kekentalan dan rasa pahit nilai tertinggi didapat oleh sampel 36 jam (B3) yang tidak terlalu pahit dan masih beraroma harum khas seperti sampel kontrol tanpa perlakuan dekafeinasi.

Daftar Pustaka

- Aldiano, Bagas Rizcy. 2019. *Karakteristik Mutu dan Cita Rasa Kopi Arabika (Coffea arabica) Terhidrolisis Enzim Papain Selama Fermentasi*. Jember. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember
- Arwangga, A.F., Ida Ayu Raka Astiti Asih., I Wayan Sudiarta. 2016. *Analisis Kandungan Kafein Pada Kopi di Desa Sesaot Narmada Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis*. Bukit Jimbaran. Universitas Udayana. Jurnal Kimia 10 (1), Januari 2016: 110 – 114
- Charley, H. dan C. Weaver. 1998. *Coffea, Tea, Chocolate and Cocoa Foods. A Scientific Approach* Merrice and Inprint of Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Coffeefag. 2001. *Frequently Asked Questions about Caffeine*. Diakses 6 Desember. 2016.

- Daisa, J., Evy Rossi dan Isna Rahma Dini. 2017. *Pemanfaatan Ekstrak Kasar Enzim Papain Pada Proses Dekafeinasi Kopi Robusta*. Jom Faperta Vol. 4 No. 1 Februari 2017.
- Edowai, Desi N. 2019. *Analisis Sifat Kimia Kopi Arabika (Coffea arabica L) asal Dogiyai*. Universitas Papua. Agritechnology 2(1) 2019. ISSN : 2615 – 885X (cetak),2620–4738(online)DOI <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v2i1.24> (diakses 05 februari 2021)
- Ensminger, A. H., M. E. Ensminger., J. E. Konlande dan J. R. K. Robson. 1995. *The Concise Encyclopedia of Food and Nutrition*. Boca Raton. Tokyo.
- Fitri, N.S., 2008. *Pengaruh Berat dan Waktu Penyeduhan terhadap Kadar Kafein dari Bubuk Teh*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Gokulakrishnan, S., K. Chandraraj, Sathyanarayana, anad N. Gummadi. 2005. *Microbial and Enzymatic Methods for the Removal of Caffeine*. Enzyme and Microbial Technology 37 : 225 – 232
- Hermanto, Sindhu. 2007. *Kafein Senyawa Bermanfaat atau Beracunkah*. Chem-Is-Try.Org Situs Kimia Indonesia.
- Isnaeni, Neni. 2020. *Enzim. Tugas UTS: Mata Kuliah Biokimia dan Biologi Molekuler*. Jakarta. Universitas Indonesia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Magister Kimia
- Maramis, R., Citraningtyas, G., dan Wehantouw, F. 2013. Analisis Kafein dalam Kopi Bubuk di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Ilmiah Farmasi. Manado: FMIPA UNSRAT, 2(4): 122-123.
- Marcone, M. F. 2004. *Composition and Prperties of Indonesian Palm Civet Coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian Civer Coffee*. Food Research International 37 : 901-912
- Mulato, S., S. Widyotomo, dan E. Suharyanto. 2006. *Teknologi Proses dan Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember
- Oktadina, F.D., B.D. Argo, dan M.B. Hermanto. 2013. *Pemanfaatan Nanas (Ananas comosus L. Merr) Untuk Penurunan Kadar Kafein Dan Perbaikan Citarasa Kopi (Coffea Sp.) Dalam Pembuatan Kopi Bubuk*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. Vol 1 (3): 265- 273.
- Panggabean, Edy. 2019. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta. AgroMedia Pustaka.
- Ratnaningsih, Dwi. 2015. *Dekafeinasi Kopi Robusta (Coffea canephora L.) dengan Ekstrak Kasar Enzim Bromelin dari Kulit Nanas (Ananas comosus) (Kajian Konsentrasi Ekstrak kasar Enzim dan Lama Waktu Inkubasi)*. Malang. Universitas Brawijaya.
- Research, G.V. 2020. *Decaffeinated Coffee Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Roasted, Raw), By Bean Species (Arabica, Robusta), By Distribution Channel, By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027*. Report ID: GVR-4-68038-410-9. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/decaf-coffee-market> (diakses 05 Mei 2021)
- Widyotomo, S. 2012. *Perkembangan Teknologi Proses Dekafeinasi Kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember.