PENGARUH LAMA PENGUKUSAN DAN KONSENTRASI ETIL ASETAT TERHADAP KARAKTERISTIK KOPI PADA PROSES DEKAFEINASI KOPI ROBUSTA

Effect of Steaming Time and Ethyl Acetate Concentration against Characteristics of Coffee In Process Robusta Coffee Decaffeination

Dhira Ananta Wijaya^{1*}, Sudarminto Setyo Yuwono¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: sembereng@gmail.com

ABSTRAK

Kopi robusta memiliki kandungan kafein lebih tinggi dibanding varietas kopi lain (1.6 - 2.4%). Jika terlampaui banyak mengkonsumsi kafein akan menyebabkan sakit maag, insomnia, diuresis, pusing, dan gemeteran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama pengukusan biji kopi dan konsentrasi etil asetat terhadap karakteristik kopi pada proses dekafeinasi kopi robusta. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor, yaitu lama waktu pengukusan terdiri dari 3 level (1, 2, dan 3 jam) dan konsentrasi etil asetat 3 level (5%, 10%, dan 15%). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5%. Penentuan perlakuan terbaik digunakan metode Zeleny. Perlakuan terbaik diperoleh pada kopi robusta dengan perlakuan lama pengukusan 2 jam dengan konsentrasi etil asetat 15%.

Kata kunci: Dekafeinasi, Kopi, Robusta

ABSTRACT

*Robusta coffee has a higher caffeine content than other varieties of coffee (1.6 - 2.4%). If too much caffeine will cause heart burn, insomnia, diuresis, dizziness, and tremor. The purpose of this study was to determine the effect of steaming coffee beans and the concentration of ethyl acetate on the characteristics of the coffee robusta coffee decaffeination process. The experimental design used was a randomized block design with two factors, the long steaming time consists of 3 levels (1, 2, and 3 hours) and the concentration of ethyl acetate 3 levels (5%, 10%, and 15%). The data were analyzed using ANOVA with DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) with a trust value 5%. The determination of the best treatment is used Zeleny method. The best treatment was obtained in the Robusta coffee steaming 2 hour long treatment with 15% ethyl acetate concentration.*

Keywords: Coffee, Decaffeination, Robusta

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar di dunia yaitu sekitar 70 ribu ton/tahun, kopi robusta merupakan jenis yang mendominasi perkebunan kopi di Indonesia sampai sekarang [1]. Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid terkandung secara alami pada kopi dimana pada jenis robusta kandungannya lebih tinggi apabila dibanding dengan kopi jenis lain [2]. Jika terlampaui banyak mengkonsumsi kafein akan menyebabkan sakit maag, insomnia, diuresis, pusing, dan gemeteran. Jika konsentrasi mencapai 10 nmol/mL dalam darah, kafein dapat menstimulasi sistem saraf pusat [3]. Diharapkan proses dekafeinasi dapat menciptakan produk dengan kadar kafein rendah yang aman di konsumsi.

Penerapan pengukusan biji kopi dan konsentrasi pelarut etil asetat pada proses dekafeinasi dimungkinkan akan berpengaruh terhadap perubahan karakteristik dan organoleptik dari kopi dekafeinasi. Sehingga perlu dilakukan pengujian agar diperoleh kopi dekafeinasi yang menghasilkan respon terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya biji kopi robusta (komersial) yang di peroleh dari Pasar Besar Malang, reagen teknis yang meliputi Etil asetat, MgO, aquadest, ethanol, H₂SO₄ encer (1:9), klorofom, indikator PP 1%, HBO₃, tablet kjedahl, H₂SO₄ pekat, metil red, etanol 95%, reagen Folin-Ciocalteau 50%, Na₂CO₃ 5%, standart asam galat, dan air yang kesemua bahan-bahan kimia yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan dari toko kimia Makmur Sejati Malang.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya pendingin balik, plastik PP, erlenmeyer, beaker glass, tabung reaksi, blender, timbangan analitik (Denver XP Instrument), spatula, labu kjedahl, pipet tetes, pipet volume, cawan petri, sarung tangan, saringan, kompor listrik, vortex, gunting, labu ukur, botol aquades, spektrofotometer, oven kabinet, penyangrai kopi, penggiling kopi .

Desain Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor, yaitu lama pengukusan biji kopi (1, 2, dan 3 jam) dan konsentrasi pelarut etil asetat yang terdiri dari 3 level (5%, 10%, 15%), Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA). Untuk mengetahui apakah ada perbedaan atau pengaruh pada tiap perlakuan, dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5%. Penentuan perlakuan terbaik digunakan metode Zeleny.

Tahapan Penelitian

Prosedur pembuatan kopi sangrai bubuk terdekafeinasi adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan dalam pembuatan kopi sangrai bubuk terdekafeinasi meliputi biji kopi robusta yang telah disortir dengan ukuran diameter ± 5.5 mm, air, pelarut etil asetat dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%.

2. Pengukusan

pengukusan merupakan proses mengukus biji kopi dengan uap air panas bertujuan untuk membuat jaringan pada biji kopi menjadi lunak sehingga proses ekstraksi bisa maksimal.

3. Ekstraksi

Ekstraksi bertujuan untuk menurunkan kafein hingga pada kadar yang diinginkan dengan menggunakan pelarut etil asetat. Ekstraksi dilakukan pada pendingin balik hingga mendidih selama 1 jam.

4. Penirisan

Penirisan bertujuan untuk mempermudah proses pengeringan dengan mengurangi jumlah air yang menetes pada bahan setelah proses ekstraksi.

5. Pengeringan

Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air dari biji kopi untuk memudahkan proses penyangraian kopi. Proses ini dilakukan dengan oven kabinet (suhu 55°C-60°C) selama 12 jam.

6. Penyangraian

Penyangraian dilakukan untuk mematangkan biji kopi yang telah di keringkan. Proses ini dilakukan pada level *light roast* pada suhu 193°C-199°C.

7. Penggilingan

Proses penggilingan bertujuan untuk mengecilkan ukuran dari biji kopi menjadi bubuk. Proses ini dilakukan menggunakan *grinder espresso* pada tingkat kehalusan level 1.

Metode

Analisis yang dilakukan pada bahan baku meliputi analisis kadar air [4], kadar abu [5], warna [6], total fenol [7], dan kadar kafein [8]. Analisis yang dilakukan pada kopi sangrai bubuk terdekafeinasi meliputi kadar air [4], kadar abu [5], warna [6], total fenol [7], dan kadar kafein [8] dan analisis organoleptik [9] pada produk terbaik.

Prosedur Analisis

Analisis kadar air dilakukan dengan cara pengurangan berat awal sampel dengan berat akhir sampel, kemudian hasil perhitungan tersebut dibagi berat awal sampel dan dikalikan 100% [4]. Analisis kadar abu dilakukan dengan cara penimbangan berat awal sampel dengan berat akhir sampel kemudian hasil perhitungan tersebut dibagi berat awal sampel dan dikalikan 100% [5]. Analisis warna dilakukan dengan cara pembacaan skala warna menggunakan *colour reader* dengan parameter L* untuk kecerahan (*Lightness*) dan a*, b* untuk nilai °Hue [6]. Analisis total fenol dilakukan dengan cara pembacaan pada spektrofotometri dengan panjang gelombang 725nm [7]. Analisis kadar kafein dilakukan dengan cara pengurangan larutan HCl sampel dengan HCl blanko, kemudian dibagi dengan berat sampel yang digunakan, hasil perhitungan tersebut dikalikan dengan normalitas HCl, 14.008, faktor koreksi (6.25) dan 100% [8]. Analisis organoleptik dilakukan dengan penilaian dari panelis menggunakan skala hedonik dan dihitung dengan *Friedman test* [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Kimia

Hasil dari pengaruh lama pengukusan dan konsentrasi pelarut etil asetat terhadap karakteristik kimia kopi sangrai bubuk pada proses dekafein kopi robusta seperti pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar air kopi sangrai robusta cenderung fluktuatif, yang menunjukkan bahwa baik faktor lama pengukusan maupun konsentrasi etil asetat tidak memberikan pengaruh nyata kepada kadar air biji kopi robusta sangrai. Selain itu juga tidak menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor. Hal ini disebabkan adanya proses penyangraian yang membuat kadar air turun secara signifikan pada semua produk kopi sangrai robusta terdekafeinasi. Suhu yang digunakan pada penyangraian level *light roast* berkisar 193 – 199°C dan tahapan awal penyangraian adalah membuang uap air pada suhu penyangraian 100°C [2]. Hal menunjukkan bahwa semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan [10].

Kadar abu kopi bubuk robusta cenderung fluktuatif, hal ini menunjukkan bahwa baik faktor lama pengukusan maupun konsentrasi etil asetat tidak memberikan pengaruh nyata kepada kadar abu biji kopi robusta bubuk. Selain itu juga tidak menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor. Hal ini disebabkan tidak ada suhu perlakuan pada proses pengeringan dengan oven kabinet maupun penyangraian yang mampu mereduksi kadar abu dari produk. Hal ini sesuai dengan literatur [11] yang menyebutkan bahwa sedangkan titik lebur dari logam seng dan tembaga berturut-turut adalah 419°C dan 1084°C, sedangkan suhu sangrai hanya 193 - 199°C.

Tabel 1. Pengaruh Lama Pengukusan & Etil Asetat terhadap Karakteristik Kimia Kopi Sangrai Bubuk

Lama Pengukusan (Jam)	Konsentrasi Etil Asetat (%)	Rerata Kadar Air (%)	Rerata Kadar Abu (%)	Rerata Total Fenol (%)	Rerata Kadar Kafein (%)
1	5	1.924	2.762	130.56g	0.98e
	10	1.913	2.730	127.10e	0.75d
	15	2.363	2.624	124.59cd	0.38c
2	5	2.068	2.824	128.57f	0.82d
	10	2.036	2.724	125.52d	0.69d
	15	1.772	2.678	123.26b	0.36c
3	5	1.808	2.750	123.57bc	0.39c
	10	1.798	2.524	119.68a	0.14b
	15	1.791	2.630	115.84a	0.02a

Keterangan : Rerata yang didampingi huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($\alpha = 0.05$)

Nilai total fenol pada kopi bubuk mengalami penurunan, dimana semakin lama waktu pengukusan dan semakin tinggi konsentrasi etil asetat semakin turun pula nilai total fenol dari kopi bubuk. Selain itu kedua faktor juga menunjukkan adanya interaksi. Hal ini disebabkan terjadinya pelunakan jaringan terhadap biji kopi pada proses pengukusan dan larutnya senyawa fenol dalam etil asetat saat proses ekstraksi. Hal ini didukung dengan literatur yang menyatakan pengukusan yang umum dilakukan dalam proses pengolahan pangan bertujuan untuk mengembangkan, dan melunakkan bahan pangan dengan perlakuan penguapan fluida yang telah berubah fase menjadi uap panas. Pengembangan dan pelunakan bahan pangan terjadi karena pengaruh panas dan peningkatan kadar air. Molekul-molekul uap air bergerak cepat meninggalkan permukaan air dalam bentuk uap air bebas, menembus tumpukan biji, memanaskan permukaan biji dan masuk ke dalam pori-pori biji. Panas merambat ke dalam jaringan biji dan menyebabkan sel-sel biji berekspansi karena tekanan uap air dan senyawa – senyawa fenolik didalam sel [12].

Perbedaan konsentrasi pelarut etil asetat juga memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai total fenol yang terdapat pada biji kopi terdekafeinasi. Hal ini ditunjukkan pada tabel BNT untuk faktor konsentrasi pelarut etil asetat. Dimana semakin tinggi konsentrasi etil asetat semakin rendah total fenol yang terdapat pada produk kopi terdekafeinasi. Hal ini disebabkan sifat dari etil asetat yang ikut melarutkan senyawa fenol yang terdapat pada biji kopi. Pelarut organik seperti alkohol, etil asetat, dan n-heksan dapat melarutkan senyawa fenol pada bahan seperti asam galat [13].

Nilai kadar kafein semakin menurun seiring dengan semakin lamanya waktu pengukusan dan semakin tingginya konsentrasi etil asetat. selanjutnya di analisis dengan analisis ragam. Dari data yang di sajikan Tabel 1 dapat di lihat kecenderungan bahwa semakin lama pengukusan dari biji kopi maka semakin banyak pula kafein yang terlarut dan mengakibatkan kadar kafein yang di dapat semakin rendah. Hal ini disebabkan melunaknya jaringan pada biji kopi sehingga memudahkan etil asetat dalam melarutkan kafein. Perubahan fisik biji kopi selama pengukusan (pengembangan volume) merupakan langkah awal proses pelunakan jaringan di dalam biji kopi dan menjauhnya jarak antar sel. Fenomena fisis tersebut mempermudah molekul dari pelarut berdifusi kedalam biji kopi dan mempercepat pelarutan senyawa kafeinnya [12]. Kafein termasuk alkaloida kemudian berada pada kondisi bebas dan diekstraksi dengan menggunakan pelarut –pelarut organik [14].

2 . Analisis Fisik

Hasil dari pengaruh lama pengukusan dan konsentrasi pelarut etil asetat terhadap karakteristik fisik warna kopi sangrai bubuk pada proses dekafein kopi robusta seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Lama Pengukusan & Etil Asetat terhadap Karakteristik Fisik Warna Kopi Sangrai Bubuk

Lama Pengukusan (Jam)	Konsentrasi Etil asetat (%)	(L)	a	b
1	5	42.8	5.6	8.5
	10	42.6	5.9	8.3
	15	42.8	5.4	8.4
2	5	41.8	6.0	8.1
	10	42.8	5.4	8.4
	15	42.4	5.0	7.6
3	5	42.0	5.7	8.1
	10	42.3	5.7	7.7
	15	42.1	5.6	7.4

Keterangan : Rerata yang didampingi huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($\alpha = 0.05$)

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kecerahan kopi sangrai bubuk cenderung fluktuatif, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa faktor lama pengukusan dan konsentrasi etil asetat tidak memberikan beda nyata terhadap tingkat kecerahan warna yang terjadi dalam proses dekafein kopi. Perbedaan yang tidak nyata baik antara faktor perlakuan dan perbandingan produk dengan kontrol disebabkan oleh level dari penyangraian yang sama yaitu pada level *light roast* .Level *right roast* berada pada waktu beberapa menit sebelum "*first crack*" [15]. Sedangkan adanya perbedaan tingkat warna tersebut dikarenakan adanya reaksi *Maillard*.

Selain itu reaksi *Maillard* juga menyebabkan terjadinya penurunan warna (b^*) pada kopi sangrai bubuk.Hal ini dikarenakan pada bahan yang digunakan (biji kopi) memiliki kandungan protein dan pati. Menurunnya kekuningan warna seiring dikarenakan adanya reaksi *maillard* antara molekul gula reduksi dengan lisin yang menyebabkan produk memiliki warna yang coklat yang lebih gelap. Meningkatnya warna coklat ditandai dengan peningkatan kemerahan warna dan penurunan kekuningan warna [16].

Perbandingan Dengan Kontrol

penentuan terbaik metode Zeleny maka di dapat perlakuan terbaik dari penelitian ini adalah lama pengukusan biji kopi selama 2 jam dengan konsentrasi etil asetat 15 % dengan kadar kafein sebesar 0.14 % dengan total fenol sebesar 119.68 %. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan dalam satu jam pengukusan. Ekspansi sel-sel biji kopi hanya meningkatkan sebanyak 30% dari volume awalnya dan mencapai nilai maksimum 34-35% setelah pengukusan berlangsung selama 2 jam biji kopi telah mengalami proses pembasahan ulang (*rewetting*) dengan kadar air kembali semula saat biji kopi baru saja dipanen [17]. Kadar kafen telah memenuhi standar dari kopi dekafein sebesar 0.1% [18]

Setelah menemukan perlakuan terbaik, langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan dengan kontrol. Hal ini untuk melihat apakah perlakuan terbaik yang diterapkan pada penelitian memiki perbedaan dengan kontrol, dimana kontrol yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah kopi sangrai tanpa perlakuan dekafein.Kemudian dilakukan uji menggunakan uji tabel t dan *Friedman test* yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji t Perbandingan Perlakuan Terbaik dengan Kontrol

Parameter	Rerata Nilai Produk		t hitung	t tabel	Notasi
	Kontrol	Terbaik (L3K2)			
Kimia					
Kadar Air	1.75	1.80	0.00	4.303	tn
Kadar Abu	2.71	2.52	2.18		tn
Kadar Kafein	2.30	0.14	58.79		*
Total Fenol	131.52	119.68	5.74		*
Fisik					
Warna					
L	44.13	42.30	3.73	4.303	tn
(a)	6.63	5.67	1.40	4.303	tn
(b)	7.87	7.73	1.24	4.303	tn
organoleptik					
Aroma	1.48	1.52	0.78	0.05	tn
Rasa	1.48	1.52	0.78	0.05	tn

L3K2 = Lama pengukusan 3 jam, konsentrasi etil asetat 10%

* = beda nyata

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa untuk parameter kimia seperti kadar air dan kadar abu tidak menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan terbaik dan kontrol. Untuk kadar air, hal ini disebabkan baik lama pengukusan maupun konsentrasi etil asetat tidak memberikan pengaruh pada kedua parameter tersebut. Pada kadar air, perlakuan panas seperti pengeringan dengan oven kabinet dan penyangraian di jaga agar sama sehingga kadar air baik kontrol dan perlakuan terbaik juga sama.

Parameter kimia kadar kafein dan total fenol menunjukkan beda nyata antara perlakuan terbaik dan kontrol, hal ini dikarenakan pengaruh interaksi dari kedua faktor pada biji kopi sangrai perlakuan terbaik. Literatur melaporkan bahwa dalam satu jam proses pengukusan, ekspansisel-sel biji kopi hanya meningkat sebanyak 30% dari volume awal, dan mencapai nilai maksimum 34-35% setelah proses pengukusan berlangsung selama 2 jam [19]. Pada proses pengembangan sel-sel biji maksimum maka etil asetat lebih mudah dalam melarutkan etil asetat [19] Sedangkan pada uji organoleptik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antara produk terbaik dengan kontrol. Hal ini disebabkan senyawa fenol tahan panas pada kopi seperti asam klorogenat dan trigononellin masih ada pada biji kopi sangrai, hal ini didukung literatur [20] yang menyebutkan asam klorogenat dan trigonellin merupakan senyawa organik yang memberikan rasa dan aroma minuman.

SIMPULAN

Proses dekafein kopi robusta dengan perlakuan lama pengukusan dan konsentrasi etil asetat yang dilakukan memberikan pengaruh terhadap kimia dari kopi tersebut. Baik lama pengukusan maupun konsentrasi etil asetat berpengaruh nyata terhadap total fenol dan kadar kafein ($\alpha = 0.05$). Sedangkan kedua perlakuan ini tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kadar air, kadar abu dan sifat fisik yang di teliti yaitu warna ($\alpha = 0.05$). Perlakuan terbaik yang diperoleh dari perlakuan lama pengukusan 2 jam dengan konsentrasi etil asetat 15% dengan karakteristik total fenol sebesar 119.68mg/L dan kadar kafein 0.14%. Hasil dari uji organoleptik menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antara kopi robusta dekafein perlakuan terbaik dengan kontrol baik secara rasa maupun aroma.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) USDA. 2000. Tropical Product : World Markets and Trade. Circular series USDA. USA
- 2) Ridwansyah. 2003. Pengolahan Kopi. USU Repository. Medan

- 3) Misra H, D. Mehta, B.K Mehta, M. Soni. 2008. Study of Extraction and HPTLC – UV method for Estimation of Caffeine in Marketed Tea (*Camellia sinensis*) Granules. *International Journal of Green Pharmacy* 2:2. India
- 4) Sudarmadji ,S .1997. Prosedur Analisis Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta
- 5) Apriyantono, A.1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Dikti. Jakarta
- 6) Yuwono S, S. dan Susanto, T.1998. Pengujian Fisik Pangan .Universitas Brawijaya. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
- 7) Dewi, Priyanka Prima .2012. Pengukuran Kapasitas Antioksidan Pada Teh Komersial Serta Korelasinya Dengan Kandungan Total Fenol.IPB : Bogor
- 8) Anonymous .2000. Official Method 960. 25. A.O.A.C 17th edn,2000 Caffeine in Roasted Coffee. USA
- 9) Theo R, F. 2012. Orlab Uji Hedonik. <http://www.scribd.com/doc/92590576/Laporan-Orlep-Uji-Hedonik>. Tanggal akses: 14/07/2014
- 10) Estiasih, T. dan Ahmadi, K . 2009. Teknologi Pengolahan Pangan.PT. Bumi Aksara. Jakarta
- 11) Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. UI-Press. Jakarta
- 12) Ensminger, A.H.; M.E. Ensminger; J.E.Konlande & J.R.K. Robson (1995). The Consise Encyclopedia of Food and Nutrition. Boca Raton. Tokyo
- 13) Rusmantri .2002. Dekafeinasi Kopi Robusta Dengan Pelarut Air Pada Berbagai Suhu dan pH. Teknologi Hasil Perkebunan. Disertasi Doktor. UGM: Yogyakarta
- 14) Meronda, R. G. 2009 .Fito Alkaloid.<http://id.scribd.com/doc/152064090/Tgs-Fito-Alkaloid>. Tanggal akses: 14/07/2014
- 15) Bachtiar .2013. Pengolahan Kopi Celup. <http://id.scribd.com/doc/128979352/roasting-Kopi-Celup>. Tanggal akses:14/07/2014
- 16) Bunde, MC.; Osundahunsi, FO.; Akinoso, R. 2010. Supplementation of biscuit using rice bran and soybean flour. *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development* 10:9, 4047-4059
- 17) Sivetz, M. & N.W. Desrosier .1979. CoffeeTechnology. The AVI Publ. Co. Inc.,Wesport. Connecticut. USA
- 18) Casal, S; M.B.P.P. Oliviera; M.R. Alves and M.A. Ferreira. 2000. Discriminate Analysis of Roasted Coffee Varieties fot Triginellin, Nicotinic Acid, and Caffeine Content. *J. Agric.Food Chem* 48, 3420-3424
- 19) Widyotomo, S; Sri-Mulato; H.K. Purwadaria dan A.M Syarief. 2010. Karakteristik Fisik Kopi Pascapengukusan dalam Reaktor Kolom Tunggal.*Pelita Perkebunan* 26, 28-56
- 20) Widyotomo, S; Sri-Mulato; H.K. Purwadaria dan A.M Syarief. 2009. Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dalam Reaktor Kolom Tunggal dengan Pelarut Etil Asetat. *Pelita Perkebunan* 25:2, 101-125