



KOVALEN: Jurnal Riset Kimia

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



Kajian Kadar Akrilamida dalam Kopi Arabika dengan Variasi Suhu Penyangraian

[Study of Acrylamide Levels in Arabica Coffee with Variations in Roasting Temperature]

Gatut Ari Wardani*, Lilis Tuslinah, Eva Saefatuzzahro, Indra Indra

Program Studi S1 Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya, Indonesia

Abstract. Acrylamide levels in Arabica coffee at various roasting temperatures have been determined. Coffee beans are roasted at 160°C, 180°C, and 210°C for 8 minutes. Analysis was carried out using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) with C-18 reversed-phase, mobile phase using methanol and 0.1% phosphoric acid solution (5:95), flow rate 1 mL/min, UV-Vis detector 198 nm wavelength. Acrylamide levels in Arabica coffee are 160°C of 14.665 ppm, 180°C of 15.973 ppm, and 210°C of 18.501 ppm. Based on the results of the acrylamide content in Arabica coffee, the higher the roasting temperature, the greater the acrylamide content. ANOVA test regarding the normality test sig value of 0.637, 0.463, and 0.637 normally distributed. Based on the homogeneity test, it was found that the variation between groups was the same or homogeneous. The results of the ANOVA test stated that there were differences in the acrylamide levels of Arabica coffee in the roasting temperature difference group and the results of the post hoc Bonferroni test found that the average differences in the roasting temperature of Arabica coffee were significantly different 160°C-180°C and 160°C-210°C.

Keywords: coffee, acrylamide, roasting temperature, HPLC

Abstrak. Kadar akrilamida dalam kopi arabika pada berbagai suhu penyangraian telah berhasil ditentukan. Biji kopi disangrai dengan suhu 160°C, 180°C, 210°C dengan waktu 8 menit. Analisis dilakukan memakai Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dengan fase terbalik C18, fase gerak menggunakan CH₃OH dan larutan H₃PO₄ 0,1% perbandingan (5:95), laju alir 1 mL/menit, detektor UV-Vis Panjang gelombang 198 nm. Kadar akrilamida pada kopi arabika 160°C 14,665 ppm; 180°C 15,973 ppm; dan 210°C 18,501 ppm. Berdasarkan hasil kadar akrilamida pada kopi arabika bahwa semakin tinggi suhu penyangraian maka kadar akrilamida semakin besar. Uji Anova mengenai uji normalitas nilai sig 0,637; 0,463; 0,637 terdistribusi normal. Berdasarkan uji homogenitas didapatkan bahwa variasi antar kelompok sama atau homogen. Hasil uji anova menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar akrilamida kopi arabika pada kelompok perbedaan suhu penyangraian dan hasil uji *post hoc Bonferroni* didapati rata-rata perbedaan suhu penyangraian kopi arabika berbeda signifikan 160°C-180°C dan 160°C-210°C.

Kata kunci: kopi, akrilamida, suhu penyangraian, KCKT

Diterima: 29 Oktober 2021, Disetujui: 1 Desember 2021

Sitasi: Wardani, G A., Tuslinah, L., Saefatuzzahro, E., dan Indra, I. (2021). Kajian kadar Akrilamida dalam Kopi Arabika dengan Variasi Suhu Penyangraian. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(3): 178-185.

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara tropis dengan keanekaragaman hayati sekitar 30.000 spesies tumbuhan (Abdullah *et al.*, 2010).

Salah satu spesies tumbuhan di Indonesia adalah kopi (*Coffea sp.*). Kopi mengandung banyak senyawa seperti karbohidrat, protein, lipid, vitamin dan mineral (Crozier *et al.*, 2011). Proses pengolahan kopi salah satunya melewati proses penyangraian dengan suhu

* Corresponding author

E-mail: gatutariwardani@stikes-bth.ac.id

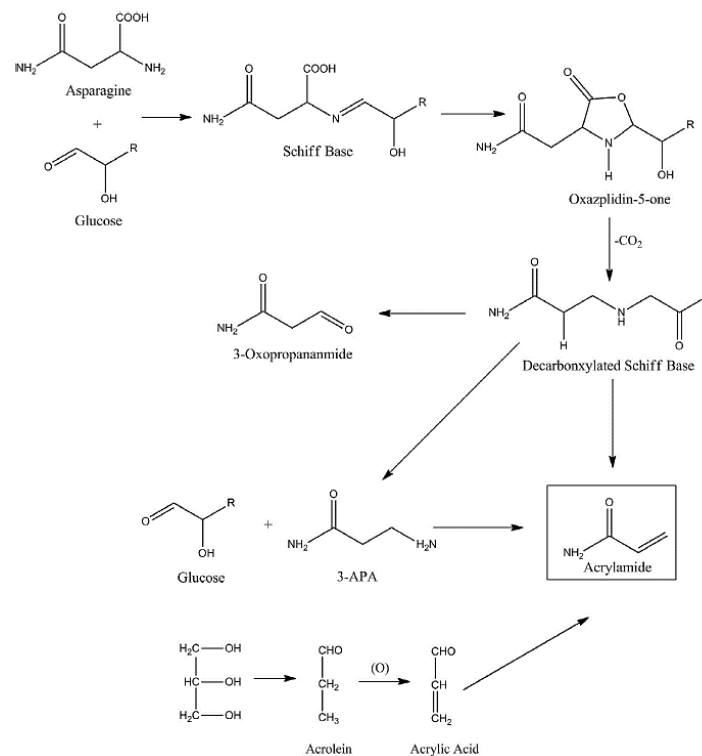
<https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i3.15668>



tinggi antara 120 - 250°C. Suhu penyangraian dibedakan menjadi 3 variasi, yaitu: *light roast* yang mempunyai suhu 160-180°C, *medium roast* dengan suhu 180-200°C dan *dark roast* pada suhu 210-250°C (Fadri et al., 2019). Suhu penyangraian yang tinggi memungkinkan perubahan komponen senyawa pada biji kopi.

Reaksi Maillard terjadi karena tingginya kandungan karbohidrat dan asam amino (Gambar 1) yakni dapat menghasilkan

akrilamida serta membentuk rasa dan aroma dari biji kopi. Sifat akrilamida yang karsinogenik dapat mengakibatkan adanya perubahan struktur kimia dari DNA dan kerusakan beberapa sel saraf (Muchtaridi, 2018). *World Health Organization (WHO)* menyatakan bahwa asupan rerata akrilamida melalui makanan maksimal sebanyak 0,8 µg/kg BB/hari.



Gambar 1. Mekanisme pembentukan akrilamida melalui reaksi Maillard dan jalur akrolein (Liu et al., 2015)

Senyawa akrilamida yang terbentuk tersebut dapat menyebabkan resiko pada kesehatan manusia karena dapat bersifat neurotoksik (Erkekoglu & Baydar, 2014), menyebabkan gangguan pada hati dan ginjal (Mahmood et al., 2015), menyebabkan kanker (Kumar et al., 2018), dan dapat mempengaruhi karakteristik neurokimia pada *Enteric Nervous System (ENS)* dalam *Porcine Duodenum* (Palus & Całka, 2020). Oleh karena itu, perlu

diketahui kadar akrilamida dalam kopi dengan berbagai macam suhu penyangraian.

Analisis terhadap akrilamida sudah banyak dilakukan dengan memanfaatkan metode KCKT (Swandi et al., 2020). KCKT mempunyai keunggulan diantaranya yaitu dapat memberikan pemisahan cepat, efisien dan mempunyai resolusi yang tinggi (Alatas et al., 2018). Metode ini juga diketahui memiliki validitas metode yang baik berdasarkan ICH

dan AOAC dalam penentuan kadar akrilamida dalam kopi (Prabowo et al., 2012).

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan kajian untuk menganalisis kadar akrilamida pada kopi arabika berdasarkan perbedaan suhu penyangraian dengan metode analisis KCKT. Penggunaan kopi arabika dalam kajian ini karena kopi jenis arabika memiliki kandungan rasa yang khas dan banyak diminati oleh masyarakat Indonesia sehingga kopi jenis ini lebih banyak dikonsumsi dibandingkan dengan jenis kopi lain.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain, yaitu: biji kopi arabika, akrilamida standar, diklorometana (*Merck pro analisis*), asam fosfat 85% (*Merck pro analisis*), etanol 96% (*Merck pro analisis*), metanol (*Merck for HPLC*) dan aquabides (pro injeksi).

Peralatan yang digunakan adalah Komponen Kromatografi cairan kinerja tinggi (KCKT) (*Agilent Technologies 120 Compact LC*), detektor *Genesys 10S UV-vis*, *centrifuga* (Oregon), *laboratory shaker* (Oregon), *water bath* (lg-once), *ultrasonic cleaner* (Skymen), *filter pompa vakum* (Rocker 3000), blender (*Philips*), *syringe filter*, *vial for HPLC*, mikropipet, timbangan analitik (*Mettler Toledo*), ayakan 60 mesh.

Prosedur Penelitian

Optimasi waktu penyangraian

Biji kopi yang sudah kering disangrai pada suhu 160 °C. Penyangraian dilakukan dengan waktu yang bervariasi yaitu 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 menit. Setelah itu, kopi yang sudah disangrai kemudian diamati aroma, warna, dan bentuknya dengan menggunakan indra penglihatan dan penciuman.

Optimasi suhu penyangraian

Biji kopi yang sudah kering kemudian disangrai pada suhu 160, 180, dan 210 °C selama waktu optimum (hasil dari metode sebelumnya). Setelah itu, kemudian kopi diamati aroma, warna, dan bentuknya menggunakan indra penglihatan dan penciuman.

Pembuatan kurva kalibrasi

Larutan baku akrilamida 500 ppm diencerkan menjadi 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; dan 20 ppm. Larutan baku tersebut diambil 20 µL dan disuntikkan ke dalam kolom KCKT kemudian dicatat luas permukaannya.

Penentuan kadar akrilamida dalam sampel kopi arabika

Sebanyak 2 gram kopi arabika bubuk dimasukkan ke dalam 12 mL larutan diklorometana. Setelah disaring, kemudian filtrat ditambahkan etanol sebanyak 0,5 mL dan pelarut sebanyak 5 mL. Campuran dihomogenkan menggunakan *laboratory shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Sampel diuapkan diatas penangas air pada suhu 80 °C selama 120 menit. Setelah penguapan, kemudian sampel disentrifugasi dengan kecepatan 1500 rpm selama 20 menit. Lapisan air yang mengandung akrilamida lalu dimasukkan ke dalam *syringe filter* dan dimasukkan ke dalam vial KCKT. Sebanyak 20 µL larutan sampel kemudian disuntikkan ke dalam kolom dan dicatat luas puncaknya (Prabowo et al., 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Penyangraian Optimum

Optimasi waktu penyangraian dilakukan karena alat penyangraian yang digunakan berbeda maka akan mempengaruhi waktu yang digunakan pada saat penyangraian. Optimasi

ini dilakukan pada suhu 160 °C atau disebut sebagai *light roast*. Suhu ini merupakan suhu yang paling rendah dalam proses penyangraian biji kopi. Waktu penyangraian dilakukan secara bervariasi yaitu 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 menit. Variasi waktu diperlukan untuk melihat waktu yang tepat dalam menyangrai kopi arabika pada suhu 160 °C. Hasil dari kajian ini diperoleh bahwa kopi arabika dengan waktu penyangraian 8 menit diketahui sebagai waktu yang paling baik. Hal ini karena setelah kopi disangrai selama 8 menit diperoleh kopi dengan aroma yang belum terlalu tercium, bentuk sedikit mengembang dan warna coklat terang. Warna coklat terang yang terbentuk itu dikarenakan terjadinya penyerapan panas yang relatif sebentar. Selain itu, biji kopi tidak mengeluarkan minyak sehingga penampakkannya cenderung tidak basah. Pada tahapan ini terjadi *first crack* sehingga biji kopi berbentuk sedikit mengembang (Afriliana, 2018)

Hasil penyangraian kopi *light roast* (160 °C), *medium roast* (180 °C) dan *dark roast* (210 °C) selama 8 menit terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil karakterisasi kopi sangrai

Suhu	Hasil		
	Aroma	Warna	Bentuk
160°C	Belum terlalu tercium	Coklat terang	Sedikit mengembang dan belum sepenuhnya matang
180°C	Tercium-tajam	Coklat tua sampai berminyak	Mengembang dan mendekati sepenuhnya matang
210°C	Tercium kuat	Hitam dan mengeluarkan minyak pada permukaan biji	Mengembang dan sepenuhnya matang

Ekstrak biji kopi diperoleh dari proses ekstraksi. Biji kopi dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 *mesh* supaya diperoleh ukuran partikel yang seragam atau homogen. Ekstraksi akrilamida dalam kopi dilakukan dengan menggunakan diklorometan, etanol 96% dan pelarut (metanol:asam fosfat 0,1%) dengan perbandingan 5:95.

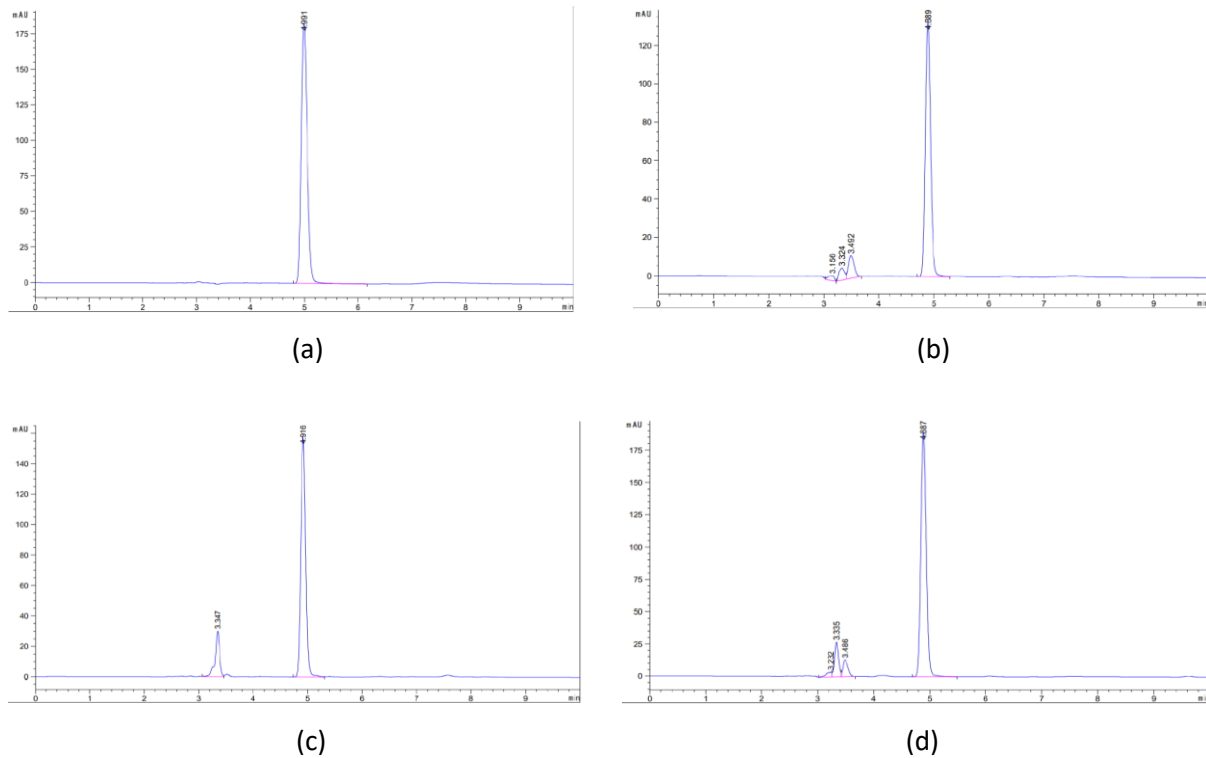
Proses ekstraksi menggunakan *orbital shaker* untuk membantu dalam penyarian akrilamida dalam biji kopi sehingga kadar akrilamida yang berada dalam biji kopi cepat tertarik oleh pelarutnya. Proses ekstraksi dikerjakan dengan cara menambahkan larutan diklorometana dan air kemudian diklorometana diuapkan. Metode ini diketahui dapat meningkatkan perolehan kembali sebesar 97% jika dibandingkan dengan ekstraksi cair-cair secara langsung yang hanya dapat memperoleh kembali sebesar 60% (Harahap, 2006). Hasil penguapan disentrifugasi, untuk pemisahan antara fase air yang mengandung akrilamida dengan fase diklorometana yang masih terkandung dalam larutan dilakukan menggunakan metode sentrifugasi kemudian larutan sampel dianalisis menggunakan KCKT.

Penggunaan fase terbalik pada metode KCKT ini dikarenakan akrilamida merupakan senyawa polar sehingga digunakan kolom C-18 yang bersifat non polar, menggunakan detektor UV-Vis pada panjang gelombang 198 nm, laju alir 1 mL/menit, volume sampel yang diinjeksikan 20 µL dan menggunakan elusi isokratik artinya penggunaan eluen konstan, fase gerak (metanol:asam fosfat 0,1%) perbandingan (5:95). Penggunaan panjang gelombang 198 nm dikarenakan akrilamida mempunyai serapan pada panjang gelombang maksimal 196-198 nm (Asra et al., 2019).

Profil Kromatogram dan Kurva Kalibrasi

Profil kromatogram dari akrilamida standar dan sampel dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan kromatogram tersebut, dapat diketahui bahwa waktu retensi (t_R) dari standar berada pada $\pm 4,991$ menit dengan nilai *area under curve* (*AUC*) sebesar 1.419. Sampel kopi

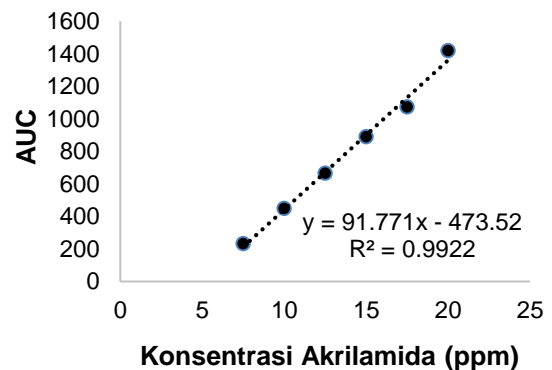
yang disangrai juga menunjukkan adanya pemisahan pada waktu retensi $\pm 4,919$ menit yang mirip dengan standar seperti terlihat pada Tabel 2. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa di dalam sampel kopi arabika yang disangrai mengandung senyawa akrilamida.



Gambar 2. Kromatogram dari akrilamida (a) standar dan (b) sampel dengan suhu penyangraian 160 °C, (c) 180 °C, (d) 210 °C

Setelah diketahui nilai *AUC*, maka kemudian dilakukan pembuatan kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi analit serta menunjukkan kelinieran pengukuran dari persamaan regresi kurva dengan nilai koefisien determinasi (R^2). Kurva kalibrasi dinilai linier jika nilai R^2 mendekati 1. Pengukuran konsentrasi kadar standar akrilamida konsentrasi 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20 ppm diperoleh persamaan regresi $y = 91,771x - 473,52$ dan $R^2 = 0,9922$ (Gambar 3), dimana nilai tersebut memenuhi syarat linearitas yang diterima karena R^2 lebih dari 0,950 (AOAC,

2002). Hal ini menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan linearitas yang baik.



Gambar 3. Kurva kalibrasi standar akrilamida

Kadar Akrilamida dalam Kopi Arabika

Penentuan kadar akrilamida pada sampel kopi Arabika menghasilkan kadar akrilamida yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar akrilamida yang tinggi dipengaruhi oleh suhu penyangraian, dimana akrilamida terbentuk karena penyangraian menggunakan suhu >120°C. Kadar akrilamida pada sampel dengan suhu penyangraian 160°C lebih kecil dibandingkan suhu 180°C dan kadar akrilamida pada sampel 180°C lebih kecil dibandingkan dengan suhu 210°C maka semakin tinggi suhu penyangraian yang digunakan semakin besar kandungan akrilamida. Ada 3 rute pembentukan akrilamida pada kopi (BPOM RI, 2020) sebagaimana terdapat dalam Gambar 1.

Rute pertama terjadi karena biji kopi mengandung senyawa protein yang dapat melepaskan asam amino. Secara bersamaan, senyawa karbohidrat akan terpisah menjadi glukosa dan fruktosa (gula reduksi). Molekul amadori terbentuk hasil sintesis asam amino dan gula reduksi. Molekul tersebut yang menjadi dasar dalam proses sintesis aroma dan rasa khas dari kopi. Namun, pada reaksi maillard juga memproduksi produk samping yaitu senyawa akrilamida. Molekul tersebut adalah produk hasil sintesis asam amino bebas jenis asparagin dengan gula reduksi (BPOM RI, 2020).

Tabel 2. Waktu retensi dan kadar akrilamida dalam sampel

Suhu Penyangraian	Waktu Retensi (menit)	AUC	Konsentrasi Akrilamida (ppm)	Konsentrasi Akrilamida Rata-rata (ppm)
160 °C	4,867	871	14,651	14,665
	4,867	872	14,662	
	4,889	874	14,684	
180 °C	4,916	990	15,948	15,973
	4,919	993	15,980	
	4,919	994	15,991	
210 °C	4,887	1.223	18,487	18,501
	4,887	1.224	18,498	
	4,887	1.224	19,519	

Rute kedua terjadi karena adanya kandungan asam amino asparagin yang terdekarboksilasi menjadi senyawa intermediate (3-asam amino propinamid). Senyawa akrilamida terbentuk dari proses deaminasi senyawa 3-asam aminopinamid. Terbentuknya akrilamida pada rute 2 ini relatif sedikit sebab hanya menggunakan sisa asparagin dari reaksi maillard.

Rute ketiga terjadi karena adanya kandungan gliserol pada biji kopi, ketika adanya pemanasan yang tinggi maka gliserol akan terpecah molekulnya menjadi asam

lemak. Asam lemak terdegradasi lanjut menghasilkan akrolein yang kemudian berlanjut pada pembentukan senyawa asam akrilat.

Selain itu, asam akrilat juga terbentuk melalui rute pemecahan sejumlah asam amino yang terdapat pada biji kopi seperti asam aspartat dan β -alanin. Asam akrilat yang terakumulasi bersintesis dengan senyawa amoniak yang berasal dari reaksi termolisis protein. Asam akrilat kemudian berubah menjadi senyawa akrilamida melalui proses amino dehidrosilasi. Namun, pembentukan

akrilamida pada rute 3 sangat sedikit karena keterbatasan gugus amin (-NH₂) selama proses penyangraian biji kopi.

Hasil data pengujian diolah dengan uji ANOVA (*analysis of variance*), hal ini melakukan analisis perbedaan rata-rata yang terjadi antar kelompok. Uji ANOVA memiliki keunggulan yakni bisa menguji perbedaan yang lebih dari dua kelompok. Sebelum dilakukan uji ANOVA, perlu dilakukan uji normalitas dan homogenitas.

Analisis statistik normalitas dilakukan untuk melihat kenormalan data yang akan diuji. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi normal apabila didapatkan nilai sig > 0,05. Berdasarkan *output* uji, diperoleh informasi bahwa data pengujian berdistribusi normal. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai sig 0,637 (*light roast*); 0,463 (*medium roast*); dan 0,637 (*dark roast*).

Pengujian statistik homogenitas dilakukan untuk melihat homogenitas data antar kelompok uji. *Output* pengujian menunjukkan nilai sig 0,715 (sig > 0,05) sehingga dapat dikatakan bahwa variasi antar kelompok sama atau homogen. Hasil uji ANOVA memperlihatkan nilai sig 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa, perbedaan rerata kadar akrilamida kopi arabika pada kelompok perbedaan suhu penyangraian karena nilai sig < 0,05.

KESIMPULAN

Suhu penyangraian kopi dapat mempengaruhi kadar akrilamida yang terbentuk dalam kopi tersebut. Semakin tinggi suhu penyangraian, maka kadar akrilamida dalam kopi arabika juga akan semakin besar. Pada suhu penyangraian 160°C diperoleh kadar akrilamida 14,665 ppm, 180°C kadar

akrilamida 15,973 ppm, 210°C kadar akrilamida 18,501 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Mustikaningtyas, D., & Widiatningrum, T. (2010). Inventarisasi Jenis-Jenis Tumbuhan Berkhasiat Obat di Hutan Hujan Dataran Rendah Desa Nyamplung Pulau Karimunjawa. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 2(2), 75–81. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v2i2.1153>
- Afriliana, A. (2018). *Teknologi Pengolahan Kopi Terkini* (1st ed.). Deepublish.
- Alatas, F., Sujono, H., & Sucipto, W. A. (2018). Pengembangan dan validasi metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) untuk estimasi kadar simultan antiemetik piridoksin hidroklorida dan piratiazin teoklat dalam bentuk sediaan tablet. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), 95–100. <https://doi.org/10.26874/kjif.v6i2.187>
- AOAC. (2002). *AOAC International Methods Committee Guidelines for Validation of Qualitative and Quantitative Food Microbiological Official Methods of Analysis*.
- Asra, R., Rusdi, Nofianti, S., & Nessa, N. (2019). Perbandingan akrilamida kopi bubuk tradisional dan luwak dengan metode HPLC. *Jurnal Katalisator*, 4(2), 61–71.
- BPOM RI. (2020). Pedoman Menurunkan Cemaran Akrilamida dalam Kopi Olahan. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Crozier, S. J., Preston, A. G., Hurst, J. W., Payne, M. J., Mann, J., Hainly, L., & Miller, D. L. (2011). Cacao seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products. *Chemistry Central Journal*, 5(5), 1–6. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-5-5>
- Erkekoglu, P., & Baydar, T. (2014). Acrylamide neurotoxicity. *Nutritional Neuroscience*, 17(2), 49–57. <https://doi.org/10.1179/1476830513Y.000000065>
- Fadri, R. A., Sayuti, K., Nazir, N., & Suliansyah, I. (2019). Review proses penyangraian kopi dan terbentuknya akrilamida yang berhubungan dengan kesehatan. *Journal of Applied Agricultural Science and*

Technology, 3(1), 129–145.

- Harahap, Y. (2006). Pembentukan akrilamida dalam makanan dan analisisnya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 3(3), 107–116. <https://doi.org/10.7454/psr.v3i3.3403>
- Kumar, J., Das, S., & Teoh, S. L. (2018). Dietary Acrylamide and the Risks of Developing Cancer: Facts to Ponder. *Frontiers in Nutrition*, 5(February), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00014>
- Liu, Y., Wang, P., Chen, F., Yuan, Y., Zhu, Y., Yan, H., & Hu, X. (2015). Role of plant polyphenols in acrylamide formation and elimination. *Food Chemistry*, 186, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.122>
- Mahmood, S. A. F., Amin, K. A. M., & Salih, S. F. M. (2015). Effect of Acrylamide on Liver and Kidneys in Albino Wistar Rats. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 4(45), 434–444. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2508.6880>
- Muchtaridi, M. (2018). Kopi mengandung zat penyebab kanker akrilamida, berhentilah kita minum kopi? *Majalah Farmasetika*, 3(1), 16–19. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v3i1.16792>
- Palus, K., & Calka, J. (2020). Influence of acrylamide administration on the neurochemical characteristics of enteric nervous system (ENS) neurons in the porcine duodenum. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijms21010015>
- Prabowo, M. H., Wibowo, A., & Yuliani, F. (2012). Identifikasi dan analisis akrilamida dalam kopi serbuk (tubruk) dan kopi instan dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1). <https://doi.org/10.20885/jif.vol9.iss1.art1>
- Swandi, H., Hadriyati, A., & Sanuddin, M. (2020). Validasi dan analisis kadar akrilamida pada kopi tunggal dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup*, 20(1), 40–44. <https://doi.org/10.33751/ekologia.v20i1.1983>