
PENGARUH METODE PENGOLAHAN TERHADAP PENETAPAN KADAR AKRILAMIDA PADA *POPCORN* SECARA KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI

Roshinta Wulandari Sasongko, Iswandi, Anita Nilawati

Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi Surakarta

e-mail: iswandi2504@gmail.com

Received : September, 2023	Accepted : Oktober, 2023	Published : Oktober, 2023
----------------------------	--------------------------	---------------------------

Abstract

Acrylamide is a compound that is known to cause cancer and is potentially carcinogenic in humans. Acrylamide is formed in foods that contain carbohydrates and proteins when exposed to high temperature. One popular food that has the potential to generate acrylamide is popcorn. This research aims to determine the levels of acrylamide in popcorn using different processing methods, namely frying and baking, through High Performance Liquid Chromatography.

Popcorn samples were obtained from the frying and oven method at 156°C. Sample preparation was carried out by extraction technique using dichloromethane and ethanol solvents. Acrylamide analysis was performed using High Performance Liquid Chromatography method with column C18, UV – Vis detector, wavelength 210 nm, mobile phase of 85% phosphoric acid in acetonitrile : aquabidest (5 : 95) and flow rate of 0.5 mL/min. Acrylamide testing begins with method validation including linearity, LOD, LOQ, accuracy and precision along with the determination of acrylamide levels. Data analysis using SPSS with the Shapiro – Wilk method and Independent Sample t – test.

Based on the research, it was found that the results of method validation on the linearity coefficient were 0.999, the LOD test obtained 0.3933 ppm and LOQ 1.1918 ppm. The accuracy test obtains a recovery value of 97.29% and a precision value of 1.36%. Acrylamide levels for fried popcorn samples obtained an average level of 0,0417 g/kg. Acrylamide levels for oven popcorn samples obtained an average level of 0,0501 g/kg. The results of this study showed that there was no significant difference between fried popcorn and oven popcorn as evidenced by the SPSS test with a sig value of > 0.05.

Keywords: *Acrylamide, Popcorn, High Performance Liquid Chromatography (HPLC)*

Abstrak

Akrilamida merupakan senyawa penyebab kanker dan berpotensi sebagai karsinogenik pada manusia. Akrilamida dihasilkan dari makanan yang mengandung karbohidrat dan protein pada suhu tinggi. Makanan yang banyak digemari serta berpotensi menghasilkan senyawa akrilamida salah satunya yaitu popcorn. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan kadar akrilamida pada popcorn dengan variasi metode pengolahan menggunakan penggorengan dan pengovenan secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi.

Sampel popcorn diperoleh dari metode penggorengan dan pengovenan pada suhu 156°C. Preparasi sampel dilakukan dengan teknik ekstraksi menggunakan pelarut diklormetan dan etanol. Analisis akrilamida dilakukan menggunakan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi dengan kolom C18,

detektor UV – Vis, panjang gelombang 210 nm, fase gerak asam fosfat 85% dalam asetonitril : aquabidest (5 : 95) dan laju alir 0,5 mL/menit. Pengujian akrilamida diawali dengan validasi metode meliputi linieritas, LOD, LOQ, akurasi dan presisi beserta penetapan kadar akrilamida. Analisis data menggunakan SPSS dengan metode Shapiro – Wilk dan Independent Sample T – Test.

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil validasi metode pada koefisien linieritas dengan hasil 0,999, pada uji LOD mendapatkan hasil 0,3933 ppm dan LOQ 1,1918 ppm. Uji akurasi mendapatkan nilai perolehan kembali 97,29% dan nilai presisi sebesar 1,35%. Kadar akrilamida sampel popcorn goreng diperoleh kadar rata – rata 0,0417 g/kg. Kadar akrilamida untuk sampel popcorn oven diperoleh kadar rata – rata 0,0501 g/kg. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara popcorn goreng dan popcorn oven dibuktikan dengan uji SPSS mendapatkan nilai sig > 0,05.

Kata Kunci: Akrilamida, Popcorn, Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)

1. PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kematian paling utama di seluruh dunia. Menurut data dari GLOBOCAN dan *International Agency for Research on Cancer (IARC)*, pada tahun 2012 tercatat sebanyak 14.067.894 kasus baru kanker dan 8.201.575 orang meninggal dunia akibat penyakit ini di seluruh dunia. Kanker timbul akibat pertumbuhan sel yang tidak normal pada jaringan tubuh. Faktor resiko penyebab penyakit kanker salah satunya yaitu faktor karsinogenik yang berasal dari zat kimia. Akrilamida adalah suatu zat kimia yang berpotensi menyebabkan kanker, zat ini dapat didistribusikan ke seluruh tubuh melalui cairan tubuh dan memiliki kemampuan untuk menembus membran plasenta serta dapat diabsorpsi pada saluran gastrointestinal. Akrilamida bersifat toksik terhadap sel syaraf (neurotoksik). Kanker adalah suatu kondisi medis yang tidak menular, ditandai oleh pertumbuhan sel atau jaringan yang tidak normal dan bersifat ganas [1]

Akrilamida terbentuk dari protein dan karbohidrat yang rusak pada suhu tinggi. Pembentukan akrilamida terdapat dalam makanan yang tinggi karbohidrat dan protein seperti makanan yang digoreng, dipanggang, dan dibakar. Terbentuknya akrilamida dalam makanan disebabkan oleh pemanasan asam amino dan gula pereduksi pada suhu tinggi diatas 120°C bukan karena cemaran dari luar. Asparagin adalah sejenis asam amino yang terdapat dalam *popcorn*. Senyawa ini memiliki struktur yang mirip dengan akrilamida dan diduga berperan sebagai salah satu faktor utama dalam pembentukan akrilamida [2].

Terdapat beberapa faktor lain yang berperan dalam pembentukan akrilamida, seperti suhu, proses pemanasan, durasi

pemanasan, tingkat keasaman (pH), dan kadar air [3]. Akrilamida dapat dihasilkan dalam makanan dengan kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi melalui pemanasan suhu tinggi (> 120°C). Menurut *World Health Organization (WHO)*, batas toleransi rata – rata untuk asupan akrilamida melalui makanan berada dalam rentang 0,3 hingga 0,8 µg/kg berat badan per hari, sedangkan dibawah 0,2 µg/kg BB/hari tidak menyebabkan terjadinya karsinogenik pada tubuh. Makanan yang mengandung karbohidrat dan protein diantaranya yaitu jagung [4]

Jagung adalah salah satu sumber pangan yang memiliki peranan penting sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Biji jagung mengandung sejumlah nutrisi penting seperti kalori, air, protein, karbohidrat, gula, dan lemak. Protein dalam jagung terdiri dari berbagai asam amino. Makanan olahan jagung yang banyak digemari masyarakat salah satunya yaitu *popcorn*. *Popcorn* diproduksi dengan memanaskan biji jagung pada suhu tinggi, yang berpotensi menghasilkan reaksi Maillard dan pembentukan senyawa akrilamida. *Popcorn* dapat diolah menggunakan berbagai variasi metode pengolahan misalnya dengan penggorengan dan pengovenan.. *Popcorn* dapat terbentuk dalam suhu tinggi yang ditandai dengan meletup atau mengembangnya biji jagung. Reaksi inilah yang menyebabkan terjadinya reaksi Maillard yang mengakibatkan terbentuknya senyawa akrilamida penyebab kanker.

Metode yang digunakan untuk penetapan kadar Akrilamida dalam makanan dapat dianalisis menggunakan berbagai metode seperti kromatografi gas, spektrofotometri massa, kromatografi cair, spektrofotometri massa tandem, kromatografi cair kinerja tinggi dan spektrofotometri UV – Vis. Analisis akrilamida dilakukan menggunakan

metode analisis Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) karena memiliki tingkat kepekaan yang tinggi, memiliki akurasi dan presisi yang baik, waktu analisis yang singkat, mudah dikembangkan dan diimplementasikan, dan memiliki selektifitas tinggi sehingga dapat memisahkan akrilamida dari senyawa-senyawa lain yang ada dalam sampel sehingga memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi akrilamida secara spesifik [5]. Analisis akrilamida dilakukan dengan variasi metode pengolahan dalam pembuatan *popcorn* menggunakan oven dan penggorengan.

Penelitian sebelumnya mengenai penetapan kadar akrilamida sudah pernah dilakukan oleh Hermanto dan Adawiyah (2010) bahwa akrilamida dalam sediaan roti kering yaitu diperoleh hasil $0,0541 \pm 0,0270$; $0,0850 \pm 0,062$; dan $0,3445 \pm 0,2539 \mu\text{g/g}$. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Tandil (2012) menemukan bahwa pisang goreng yang beredar di Kota Manado memiliki konsentrasi akrilamida berkisar antara $39,65 \mu\text{g/g}$ hingga $1789,52 \mu\text{g/g}$.

Berdasarkan uraian penjelasan di atas, penelitian ini dilakukan untuk membuktikan apakah senyawa akrilamida dapat terbentuk dalam *popcorn* yang dilakukan dengan berbagai variasi metode pengolahan secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dimana menurut beberapa penelitian akrilamida merupakan zat karsinogenik yang menyebabkan penyakit kanker.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah KCKT Shimadzu model LC-6A yang dilengkapi dengan detektor UV-Vis SPD-6AP dan kolom C18, oven, teflon, blender, labu ukur, hotplate, neraca analitik *Ohaus*, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, pipet tetes, batang pengaduk, *beaker glas*, sentrifugasi, pengaduk ultrasonic, shaker dan corong kaca.

2.2. Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji jagung merk X, margarin, standar baku akrilamida pro analisis, aquabidest, asetonitril pro analisis, diklorometan pro analisis, asam fosfat 85%, etanol pro analisis, methanol pro analisis, kertas saring whatman, alluminium foil.

2.3. Pembuatan Sampel

Sampel yang diteliti diperoleh dari biji jagung yang berasal dari swalayan di daerah Surakarta. Biji jagung diolah menjadi *popcorn* dengan cara digoreng dan dioven. Pengovenan dilakukan dengan memasukkan margarin dan biji jagung dalam wadah aduk rata. Sampel yang telah siap ditutup menggunakan kertas aluminium foil dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 156°C selama 5 menit. Proses penggorengan dilakukan dengan memasukkan biji jagung dan margarin kedalam teflon aduk rata. Sampel yang telah tercampur didalam teflon kemudian ditutup dan dipanaskan selama 5 menit dengan api kecil hingga sampel menjadi *popcorn*. *Popcorn* yang sudah meletup selanjutnya dilakukan penghalusan dengan cara diblender sampai sampel *popcorn* menjadi halus.

2.4. Preparasi Sampel

Spesifikasi kolom	Supercolsil C18
Detektor	UV
Panjang gelombang	210nm
Fase gerak	Asetonitril : aquabidest (5:95)
Laju alir	0,5 mL/menit
Volume injeksi	20 μL
Mode elusi	Isokratik

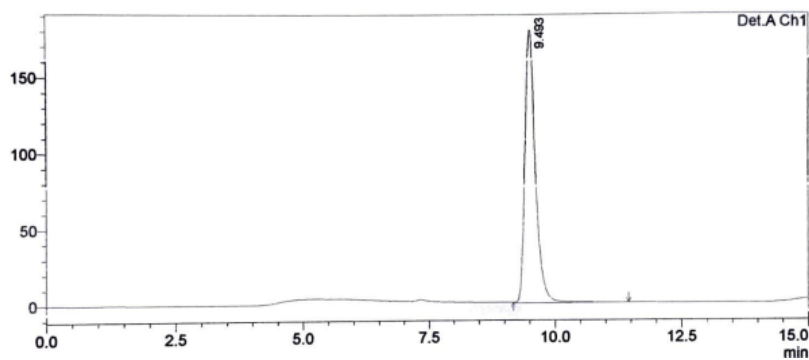
Tabel 1 . Kondisi Optimum Analisa [6]

- Pembuatan Fase Gerak. Asetonitril dipipet sebanyak 50 mL, aquabidest sebanyak 950 mL dimasukkan kedalam gelas ukur 1000 mL dan tambahkan Asam fosfat 85% sebanyak 0,2 mL aduk hingga homogen lalu disaring. Langkah selanjutnya adalah menghilangkan udara dalam fase gerak menggunakan pengaduk ultrasonik.
- Pembuatan Larutan Standar Baku Akrilamida 100 ppm. Standar akrilamida ditimbang sebanyak 5,0 mg dimasukkan kedalam labu ukur 50,0 mL dan dilarutkan dengan fase gerak (asetonitril : aquabidest) sampai tanda batas, campuran tersebut kemudian dikocok hingga homogen. Langkah selanjutnya dibuat larutan seri akrilamida dengan konsentrasi 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm.
- Pembuatan Larutan Akrilamida Seri Konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 pm. Larutan induk Akrilamida 100 ppm dipipet dengan pipet volume masing

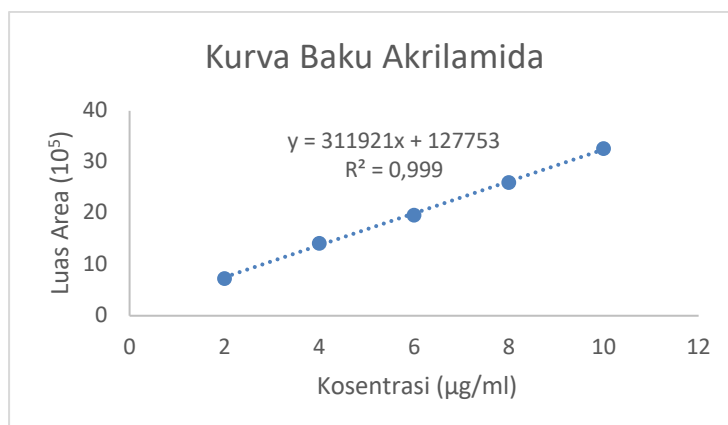
- masing 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1 mL, kemudian masukkan kedalam labu ukur 10 mL yang berbeda. Masukkan fase gerak kedalam masing – masing labu ukur sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan seri pengenceran dengan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Larutan seri konsentrasi yang sudah dibuat kemudian disuntikkan ke dalam kolom terpilih dan selanjutnya digunakan untuk pengujian linieritas.
- d. Validasi Metode dilakukan dengan mencari linieritas yang diperoleh dengan cara menyuntikkan standar akrilamida 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm kedalam kolom. Presisi diperoleh dengan cara menyuntikkan larutan seri konsentrasi 4 ppm sebanyak 20 μ L kedalam kolom terpilih dan diulang sebanyak 6 kali, kemudian dicatat luas areanya dan dihitung simpangan baku relatifnya[7], akurasi dilakukan dengan cara menyuntikkan larutan akrilamida seri konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, dan 6 ppm sebanyak 20 μ L kedalam kolom terpilih dengan pengulangan sebanyak tiga kali, LOD dan LOQ. Spesifikasi kolom supercolsil C18, detektor UV – Vis, panjang gelombang 210 nm, fase gerak asetonitril : aquabidest (5:95), laju alir 0,5 ml/menit, volume injeksi 20 μ L, mode elusi isokratik.
- e. Penetapan Kadar Akrilamida. Sampel *popcorn* yang telah di goreng dan di oven dihaluskan dengan blender sehingga diperoleh serbuk. Serbuk kemudian ditimbang sebanyak 1 gram, dilarutkan dalam 20 mL diklormetan dan ditambahkan 3 mL etanol, dikocok dengan shaker pada kecepatan 250 rpm selama 60 menit. Larutan sampel dicuci dengan diklormetan 3 mL sebanyak 2 kali pencucian dan disaring. Filtrat yang sudah di saring ditambahkan fase gerak yang digunakan sampai 50 mL. Diklormetan dan etanol diuapkan diatas penangas air pada temperature 70°C, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 8000 rpm selama 30 menit kemudian disaring dengan kertas saring whatman. Penetapan kadar dilakukan dengan metode standar adisi dengan cara filtrat dari sampel ditambahkan dengan larutan seri konsentrasi 2 ppm kemudian disuntikkan sebanyak 20 μ L kedalam kolom KCKT, kemudian dicatat luas areanya.. Percobaan diulang sebanyak 3 kali. Kadar akrilamida dihitung dengan menggunakan persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Validasi Metode



Gambar 1. Kromatogram Akrilamida



Gambar 2. Kurva Baku Akrilamida

Pengujian linieritas dilakukan dengan menggunakan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Nilai a atau *intercept* diperoleh yaitu 127753, nilai b atau *slope* yaitu 311921, dan nilai r yaitu 0,999. Besarnya koefisien korelasi menyatakan adanya hubungan yang linier antara konsentrasi dengan absorbansi yang diperoleh. Dari nilai r yang diperoleh dinyatakan koefisien korelasi memberikan hasil yang linier karena memenuhi persyaratan yang diterima yaitu 0,99 [8]. Nilai r yang mendekati 1 menunjukkan kurva kalibrasi yang linier dan jika kurva kalibrasi tidak linier maka kesalahan dalam analisis semakin besar.

Limit of Detection (LOD) atau limit deteksi merupakan jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko, sedangkan *Limit of quantitation* (LOQ) adalah parameter yang menunjukkan konsentrasi analit terendah yang terkandung dalam sampel yang dapat dikuantifikasi secara presisi dan akurasi [9]. LOD dan LOQ dinyatakan sebagai parameter sensitivitas suatu metode. Hasil pengujian batas deteksi dalam penentuan kadar akrilamida pada *popcorn* yang dipengaruhi variasi metode pengolahan dengan penggorengan ataupun dengan pengovenan diperoleh nilai limit deteksi sebesar 0,3933 ppm sedangkan nilai kuantifikasi sebesar 1,1918 ppm.

Penentuan presisi dapat diukur sebagai simpangan baku atau baku relatif yang dilakukan dengan beberapa kali pengukuran pada sampel homogen yang sama. Hasil dari presisi akan menunjukkan nilai rata – rata yang berdekatan dengan nilai yang sebenarnya. Parameter presisi dinyatakan dengan koefisien variasi (CV) atau simpangan baku relatif (RSD). Berdasarkan tabel nilai koefisien variasi yang

diperoleh sebesar 1,35%, sehingga metode pada penelitian ini dapat dinyatakan memiliki presisi yang baik karena nilai simpangan baku relatif (RSD) memenuhi persyaratan yaitu kurang dari 2% [9].

Akurasi merupakan kedekatan antara nilai terukur dengan nilai yang diterima sebagai nilai sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (% *recovery*) analit yang ditambahkan. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa metode yang digunakan memiliki ketepatan yang cukup baik ditunjukkan dengan nilai perolehan kembali (% *recovery*) berada pada kisaran 90% -110% sesuai yang disyaratkan [7]. Pengujian akurasi dilakukan dengan pembuatan larutan standar pada 3 seri konsentrasi yang berbeda yaitu 2 ppm, 4 ppm, dan 6 ppm serta dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap konsentrasi. Dari hasil pengujian didapatkan nilai *recovery* berkisar antara 93,23% - 104,26% dengan rata rata % *recovery* yaitu 97,29%, sehingga data tersebut memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan dari nilai sebenarnya.

3.2 Preparasi Sampel

Hasil popcorn dengan metode penggorengan maupun dengan metode pengovenan didapat hasil penampilan fisik popcorn yang sama yaitu berbentuk bulat, memiliki warna kuning keemasan, berbau harum khas margarin, memiliki rasa yang gurih dan memiliki tekstur renyah saat digigit. Rendemen yang didapatkan dari berat awal 100 g biji jagung dan 50 g margarin, diperoleh hasil popcorn goreng memiliki rendemen yang lebih banyak yaitu sebesar 103,43 g dibandingkan dengan popcorn oven yaitu hanya sebesar 67,81 g, hal ini disebabkan karena metode

penggorengan memiliki kemampuan transfer panas yang sangat baik, sehingga panas dapat dengan cepat diserap oleh biji jagung dan biji jagung dapat meledak dengan cepat dan efisien. Metode pengolahan dengan oven menggunakan udara panas untuk memanaskan biji jagung agar meledak, transfer panas melalui udara tidak secepat transfer panas dengan penggorengan, sehingga biji jagung mungkin membutuhkan waktu lebih lama untuk meledak sepenuhnya.

Proses ekstraksi akrilamida dalam popcorn menggunakan diklormetana untuk melarutkan zat yang non polar. Proses ekstraksi tidak dilakukan secara langsung dengan ekstraksi cair – cair menggunakan diklormetana dan air karena akrilamida tidak terekstraksi seluruhnya dalam air. Ekstraksi dilakukan dengan cara penambahan diklormetana selanjutnya diklormetana diuapkan. Cara ini telah terbukti meningkatkan perolehan kembali (97%) dibandingkan dengan ekstraksi cair – cair secara langsung (60%) [2]. Larutan tersebut kemudian diaduk menggunakan shaker pada kecepatan 250 rpm selama 60 menit, hal ini dilakukan agar analit dapat larut dengan pelarut sehingga terpisah dari pengotor. Larutan hasil pengocokan dicuci dengan diklormetana sebanyak 2 kali pencucian dan disaring, Pencucian ini bertujuan untuk mengikat sisa-sisa analit dari pelarut. Langkah selanjutnya yaitu menambahkan fase gerak yang digunakan ad 50 ml, kemudian diuapkan sampai diklormetana menguap seluruhnya. Proses penguapan membutuhkan waktu 60 menit. Penguapan pelarut dilakukan pada suhu 70°C, diatas titik didih diklorometana dan dibawah titik didih air, sehingga diharapkan diklorometana dapat menguap seluruhnya, proses selanjutnya yaitu sentrifugasi. Sentrifugasi dilakukan dengan kecepatan 8000 rpm selama 30 menit bertujuan untuk memisahkan analit dengan pelarut sehingga akan mempermudah pada saat proses penyaringan. Penyaringan dengan kertas saring Whatman No. 2 dilakukan untuk meminimalkan kontaminasi dari zat-zat pengotor, karena adanya pengotor yang masih tersisa dalam pelarut dapat mengganggu hasil analisa [4].

3.3 Penetapan Kadar

Penetapan Kadar Sampel. Sampel popcorn goreng dan popcorn oven yang telah di ekstrasi dibaca luas areanya menggunakan

KCKT dengan pengulangan masing – masing sebanyak 3 kali. Metode standar adisi digunakan dalam proses pembuatan sampel untuk menurangi kesalahan yang dapat terjadi akibat perbedaan matriks atau kondisi lingkungan antara sampel dan standar. Menurut Syahputra (2004), metode ini efektif dalam mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan matriks dalam sampel dan standar. Metode adisi standar adalah salah satu metode standar yang dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel. Dalam metode ini, larutan standar adisi dibuat dengan cara menambahkan larutan standar ke dalam sampel [10]

Luas area yang didapat kemudian disubstitusikan dengan y pada persamaan regresi linier. Kadar akrilamida pada sampel popcorn goreng pada replikasi 1 diperoleh hasil 0,0492 g/kg, pada replikasi 2 diperoleh hasil 0,0460 g/kg dan pada replikasi 3 diperoleh hasil 0,0298 g/kg. Rata – rata kadar akrilamida yang diperoleh pada sampel popcorn goreng adalah 0,0417 g/kg. Kadar akrilamida pada sampel popcorn oven pada replikasi 1 diperoleh hasil 0,0533 g/kg, pada replikasi 2 diperoleh hasil 0,0495 g/kg, dan pada replikasi 3 diperoleh hasil 0,0476 g/kg. Rata- rata kadar akrilamida yang diperoleh pada sampel popcorn oven adalah 0,0501 g/kg.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kedua sampel popcorn terbukti mengandung akrilamida. Kadar akrilamida dalam sampel popcorn yang dipengaruhi oleh proses pengolahannya yaitu di goreng dan dioven tidak memiliki perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan kadar akrilamida pada produk pangan yang lain. Akrilamida yang terdapat dalam sampel popcorn kadarnya lebih kecil, yaitu berkisar antara 0,0298 g/kg – 0,0533 g/kg, kadar tersebut masih aman karena berada dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh FDA untuk kadar akrilamida dalam makanan yaitu 2 g/kg [11]

Akrilamida adalah senyawa kimia yang dapat terbentuk saat proses pemanasan makanan yang mengandung karbohidrat dan protein dalam kondisi tertentu. Akrilamida terbentuk melalui reaksi kimia antara asam amino (komponen protein) dan gula pereduksi (komponen karbohidrat) dalam proses yang disebut reaksi Maillard. Popcorn mengandung karbohidrat (amilosa dan amilopektin) dan protein. Reaksi ini menghasilkan akrilamida sebagai produk sampingan. Kadar akrilamida

yang dihasilkan relatif kecil disebabkan karena proses pemasakan yang sebentar yaitu hanya 5 menit sehingga kadar akrilamida yang terkandung dalam popcorn kecil. Pengolahan popcorn pada suhu tinggi dan pengolahan dalam waktu yang lebih lama dapat meningkatkan pembentukan akrilamida [4].

Proses terbentuknya akrilamida pada popcorn melibatkan beberapa tahap reaksi kimia yang kompleks. Mekanisme umum terbentuknya akrilamida pada popcorn pertama yaitu proses dekarboksilasi asam amino. Dekarboksilasi terjadi saat asam amino yang terkandung pada popcorn diolah dengan metode digoreng ataupun di oven pada suhu diatas 120°C , menghasilkan senyawa amina primer yang disebut asparagin. Asparagin yang terbentuk kemudian bereaksi dengan gula pereduksi terutama glukosa dan fruktosa yang terkandung dalam karbohidrat popcorn yang menyebabkan terjadinya reaksi Maillard. Pada reaksi Maillard terbentuk senyawa antara yang tidak diinginkan termasuk senyawa reaktif seperti 3 – aminopropionamida dan akrolein. Senyawa reaktif yang dihasilkan dari reaksi Maillard berinteraksi lebih lanjut dan mengalami transformasi menjadi akrilamida.

Hasil perhitungan kadar akrilamida yang diperoleh kemudian dilakukan uji dengan SPSS menggunakan uji parametrik Shapiro – Wilk karena sampel uji <30 . Nilai sig pada popcorn goreng yaitu $0,295 > 0,05$ dan nilai sig pada popcorn oven yaitu $0,637 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua sampel memenuhi persyaratan terdistribusi normal dan homogen karena hasil sig $>0,05$. Uji SPSS selanjutnya yaitu uji Independent Sample T-Test. Nilai sig yang diperoleh pada sampel popcorn goreng yaitu $0,246 > 0,05$ dan nilai sig pada popcorn oven yaitu $0,292 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara popcorn goreng dan popcorn oven. Variasi metode pengolahan pada popcorn tidak mengalami perbedaan yang signifikan dikarenakan waktu pengolahan yang sama yaitu 5 menit dan suhu yang digunakan sama – sama tinggi yaitu diatas 120°C yang menyebabkan awal terbentuknya senyawa akrilamida. Kandungan bahan pada popcorn juga dapat berpengaruh, tidak adanya perbedaan yang signifikan antara popcorn goreng dan popcorn oven dikarenakan popcorn terbuat dari bahan yang serupa yaitu biji jagung kemasan dan margarin yang sama dan dengan takaran yang sama.

Walaupun kadar akrilamida dalam popcorn masih berada di bawah batas yang di izinkan, penting untuk mempertimbangkan akumulasi akrilamida dalam tubuh akibat konsumsi makanan tersebut dan potensi dampak negatifnya terhadap kesehatan manusia. Meskipun jumlahnya relatif rendah, asupan akrilamida dari makanan masih dapat terakumulasi dalam tubuh, sehingga dapat menimbulkan kekhawatiran terhadap efek negatif bagi kesehatan. Akrilamida yang terakumulasi dalam tubuh dapat memicu proses karsinogenesis karena terbentuknya glisidamida, yang merupakan suatu epoksida dengan sifat genotoksik dan dapat menyebabkan perkembangan kanker. Konsumsi popcorn secara berlebihan tetap harus dihindari untuk mencegah potensi akumulasi akrilamida dalam tubuh. Penting untuk menjaga pola makan yang seimbang dan memperhatikan konsumsi makanan yang berpotensi mengandung akrilamida, termasuk popcorn.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa senyawa akrilamida dapat terbentuk dalam pembuatan *popcorn* dengan variasi metode pengolahan yaitu dengan penggorengan dan dengan pengovenan, kadar akrilamida yang diperoleh pada sampel *popcorn* goreng diperoleh kadar rata – rata sebesar $0,0417 \text{ g/kg}$. Kadar akrilamida yang diperoleh pada sampel *popcorn* oven diperoleh kadar rata – rata sebesar $0,0501 \text{ g/kg}$ dan kadar akrilamida yang terbentuk dalam pembuatan *popcorn* dengan variasi metode pengolahan dengan penggorengan dan dengan pengovenan tidak terdapat perbedaan yang signifikan, dibuktikan dengan uji *Independent T-Test* dengan perolehan nilai sig $> 0,05$.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Terimakasih kepada kedua orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dosen penguji, *support system*, dan teman-teman angkatan yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi, dan semangat selama pengerjaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, *Farmakope Indonesia*, Edisi VI. Jakarta, Indonesia, 2020.
- [2] Y. Harahap, "Pembentukan Akrilamida Dalam Makanan Dan Analisisnya," *Pharm. Sci. Res.*, vol. 3, no. 3, Dec. 2006, doi: 10.7454/psr.v3i3.3403.
- [3] H. Lingnert, S. Grivas, M. Jägerstad, K. Skog, M. Törnqvist, and P. Åman, "Acrylamide in food: Mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods," *Scand. J. Nutr.*, vol. 46, no. 4, pp. 159–172, 2002, doi: 10.1080/110264802762225273.
- [4] S. Hermanto and R. Adawiyah, "Analisis Kadar Akrilamida Dalam Sediaan Roti Kering Secara KCKT," *Val. Vol. 2 No. 1, Nop 2010*, vol. 2, no. 1, pp. 354–361, 2010.
- [5] Y. Harahap, Harmita and B. Simanjuntak, "Optimasi Penetapan Kadar Akrilamida Yang Ditambahkan ke Dalam Keripik Kentang Simulasi Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi," *Maj. Ilmu Kefarmasian*, vol. II, no. 3, pp. 154–163, 2005.
- [6] Environmental, Protection, and Agency, "Sampling and analysis for formaldehyde emissions from stationary sources in the mineral wool and wool fiberglass industries," *OSW EPA method 316*, vol. Third Edit, 2020, [Online]. Available: https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-12/documents/method_316.pdf
- [7] D. H. Iswandi, Tjahjono and S. Ibrahim, "Development And Validation Zic Hilic Coulumn For Simultaneous Determination of Furosemide And Indapamide as Doping," *Proc. Int. Conf. Healthc. Vol.1 No. 1 52-57 ISSN 2623-0933*, vol. 1, no. 1, pp. 52–57, 2018.
- [8] J. N. Miller and J. C. Miller, *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry Sixth edition*, Sixth edit. Enland: Pearson Education Limited, 2010. [Online]. Available: www.pearsoned.co.uk/Miller
- [9] H. Harmita, "Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya," *Maj. Ilmu Kefarmasian*, vol. 1, no. 3, pp. 117–135, Dec. 2004, doi: 10.7454/psr.v1i3.3375.
- [10] R. García and A. P. Báez, *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)*. Europe: Intech, 2012. [Online]. Available: www.intechopen.com
- [11] OEHHA, "Characterization of Acrylamide Intake from Certain Foods," California, 2005.