

Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Perendaman Ampas Tebu terhadap Kandungan Akrilamida pada Minyak Jelantah

Effect of Concentration and Soaking Time of Sugarcane Bagasses on Acrylamide Content in Used Cooking Oil

Gatut Ari Wardani*, Widdy Erlinasari, Lilis Tuslinah
Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada
email: gatutariwardani@universitas-bth.ac.id

(tanggal diterima: 23-08-2021, tanggal disetujui: 28-12-2021)

INTISARI

Kandungan akrilamida yang terdapat dalam minyak goreng bekas telah berhasil ditentukan. Kadar akrilamida dapat dikurangi dengan merendam ampas tebu ke dalam minyak jelantah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat pengaruh konsentrasi dan durasi perendaman ampas tebu atas kandungan senyawa akrilamida dalam minyak jelantah.

Sampel dianalisis dengan memanfaatkan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi dengan kolom Agilent TC-C18. Analisis dilakukan menggunakan fase gerak H_3PO_4 0,1% dan metanol (95:5) dengan laju alir $1 \text{ mL} \cdot \text{menit}^{-1}$, serta volume sampel yang diinjeksikan sebanyak $20 \mu\text{L}$. Kapasitas adsorpsi ditentukan dengan studi kinetika.

Waktu retensi akrilamida pada minyak adalah 4,939 menit, dengan plat teoritis 39.029 dan nilai HETP 0,00064, serta faktor kapasitas 2,265. Metode ini dapat dikatakan valid dengan persamaan linear $y = 25,34x + 103,32$ ($r = 0,9996$). Parameter validitas yang diperoleh dengan persen SBR kurang dari 2%, LOD = 0,46 ppm, LOQ = 1,396 ppm, dan persen recovery 94,94% sampai 100,06%. Adsorpsi ini akrilamida dalam minyak bekas oleh ampas tebu diketahui mengikuti model kinetika adsorpsi Ho dengan kapasitas adsorpsi sebesar 47,39 mg/g. Ampas tebu sebanyak 5% dapat menurunkan kandungan akrilamida sebesar 65% ketika direndam dalam minyak jelantah selama 24 jam.

Kata kunci : Akrilamida; Ampas Tebu; KCKT; Validasi Metode

ABSTRACT

The acrylamide content in used cooking oil has been determined. Acrylamide levels can be reduced by soaking bagasse in used cooking oil. The purpose of this study was to examine the effect of concentration and duration of soaking bagasse on the content of acrylamide compounds in used cooking oil.

Samples were analyzed using the High Performance Liquid Chromatography method with an Agilent TC-C18 column. The analysis was carried out using 0.1% H_3PO_4 mobile phase and methanol (95:5) with a flow rate of $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, and the injected sample volume was $20 \mu\text{L}$. The adsorption capacity was determined by kinetic studies.

The retention time of acrylamide in oil was 4.939 minutes, with a theoretical plate of 39,029 and a HETP value of 0,00064, and a capacity factor of 2,265. This method can be said to be valid with the linear equation $y = 25.34x + 103.32$ ($r = 0.9996$). The validity parameters were obtained with SBR percent less than 2%, LOD = 0.46 ppm, LOQ = 1.396 ppm, and the percent recovery was 94.94% to 100.06%. This adsorption of acrylamide in used oil by bagasse is known to follow the Ho adsorption kinetics model with an adsorption capacity of 47.39 mg/g. Sugarcane bagasse as much as 5% can reduce the acrylamide content by 65% when soaked in used cooking oil for 24 hours.

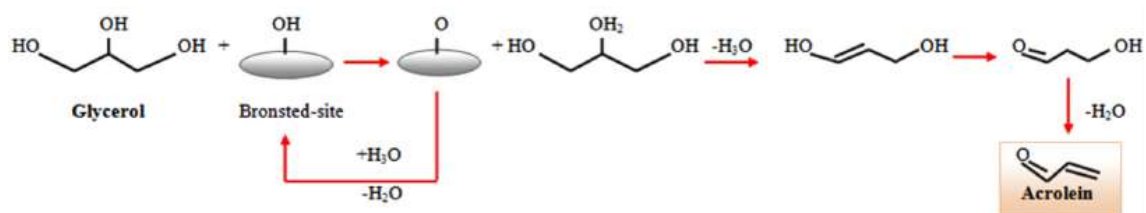
Keyword : Acrylamide; Bagasse; HPLC; Method Validation



1. PENDAHULUAN

Minyak goreng yang sering digunakan oleh masyarakat salah satunya adalah minyak kelapa sawit. Minyak mengandung asam lemak bebas yang mudah teroksidasi. Kandungan asam lemak bebas (ALB) yang terdapat di dalam minyak kelapa sawit semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penggorengan. Kandungan ALB pada minyak kelapa sawit sebelum penggorengan sebesar 0,26%, sedangkan kadar tersebut meningkat menjadi 0,29% pada saat minyak digunakan sebanyak 1-2 kali penggorengan. Pada penggunaan yang ketiga kandungan tersebut meningkat lagi mencapai 0,32% [1].

Peningkatan ALB dalam minyak kelapa sawit dikarenakan terjadinya reaksi hidrolisis pada saat proses penggorengan. Reaksi hidrolisis terjadi karena adanya air yang larut di dalam minyak sehingga terjadi interaksi antara keduanya. Minyak kelapa sawit sendiri mengandung kadar air yang lebih tinggi dari jenis minyak lainnya [1]. Reaksi hidrolisis dari minyak goreng akan membentuk gliserol dan ALB. Gliserol akan menghasilkan senyawa akrolein ketika terjadi proses pemanasan (Gambar 1). Akrolein merupakan senyawa dari golongan aldehida volatile yang dapat menghasilkan bau tengik [2].



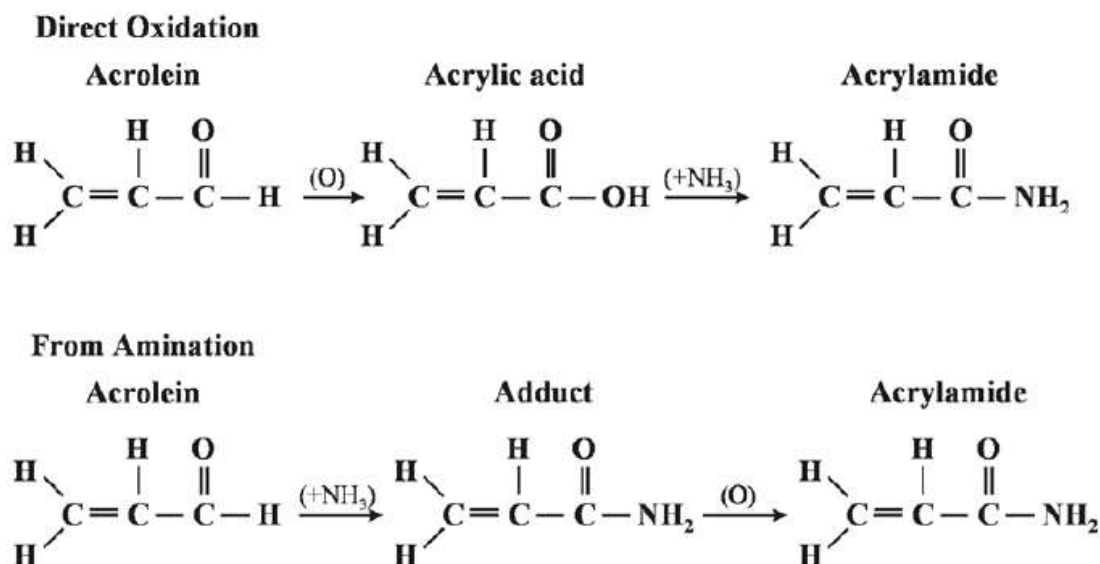
Gambar 1. Mekanisme pembentukan akrolein dari gliserol [3]

Akrolein dapat membentuk senyawa akrilamida (Gambar 2), selain dari akrolein akrilamida terbentuk dari makanan yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi dan diolah dengan cara dipanaskan dengan suhu di atas 120°C [4]. Akrilamida bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan efek neurologis. Paparan akrilamida lebih dari dosis wajar menyebabkan kerusakan *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA). *The International Agency for Research of Cancer* menyatakan bahwa akrilamida memungkinkan dapat menyebabkan kanker, selain itu akrilamida dapat merusak syaraf dan menyebabkan gangguan kesuburan [5].

Pencegahan pembentukan akrilamida yang bersifat karsinogenik dapat dilakukan dengan cara mengurangi kandungan ALB pada minyak kelapa sawit. Asam lemak bebas atau ALB yang terbentuk dapat dikurangi melalui proses adsorpsi. Material yang umum dipakai untuk adsorpsi salah satunya yaitu arang aktif. Namun, penggunaan arang aktif sebagai adsorben dapat meningkatkan kadar akrilamida. Peningkatan kadar akrilamida disebabkan karena terjadi peristiwa otoolsidasi minyak yang diakibatkan oleh pemanasan saat penjernihan minyak menggunakan arang aktif aktif [4].

Proses adsorpsi bisa dilakukan dengan memanfaatkan sisa hasil pertanian sebagai adsorben, salah satunya adalah ampas tebu. Ampas tebu diketahui dapat digunakan memurnikan minyak jelantah. Minyak jelantah yang direndam dengan

memanfaatkan ampas tebu diketahui bisa mengurangi kadar air dan ALB[7],[8]. Ampas tebu mampu mengurangi kadar air pada minyak jelantah dari 0,900% menjadi 0,367%, sedangkan ALB turun dari 0,500% menjadi 0,267%[9].



Gambar 2. Mekanisme pembentukan akrilamida dari akrolein [6]

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ampas tebu terhadap kandungan akrilamida yang terkandung di dalam minyak jelantah. Asam lemak bebas yang dapat diserap oleh ampas tebu diharapkan dapat mengurangi pembentukan akrilamida.

2. METODE PENELITIAN

2.1. ALAT DAN BAHAN

Seperangkat alat KCKT (Agilent Technologies 120 Compact LC), Sonikator (Skymen), Spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S UV-Vis), syringe filter, vial for HPLC, mikro pipet, pengaduk ultrasonic (Dlab), ayakan 40 mesh, water bath shaker (18-One)

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah minyak goreng bekas penggorengan/minyak jelantah, ampas tebu, asam fosfat 85% (Merck), akrilamida (Sigma Aldrich), aqua pro injeksi, diklorometan (Merck) dan methanol for HPLC.

2.2. CARA KERJA

Penyiapan Bahan

Sampel minyak jelantah disaring dan dimasukkan ke dalam 4 botol dengan masing-masing berisi 50 mL minyak jelantah kemudian ampas tebu yang didapat dari pedagang air tebu di Tasikmalaya dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari, setelah kering ampas tebu tersebut dihaluskan menggunakan blender simplisia.

Pembuatan Fase Gerak

Fase gerak disiapkan dari metanol dan asam fosfat 0,1% dengan perbandingan 5:95. Campuran tersebut dihomogenkan dan disaring menggunakan filter eluen. Udara yang berada pada fase gerak dihilangkan menggunakan pengaduk ultrasonik.

Uji Kesesuaian Sistem KCKT

Sampel simulasi diambil 20 µL dan dimasukkan ke dalam KCKT. Persyaratan kesesuaian uji menurut Office of Solid Waste (OSW) jumlah plat teoritis (N) > 2500, nilai HETP < N. Waktu retensi tR (1 menit < tR < 10 menit) dan faktor kapasitas (1 ≤ k' ≤ 10).

Validasi Metode

Sampel simulasi dibuat dengan cara menyaring minyak baru kemudian di-*spike* dengan akrilamida pembanding dengan variasi konsentrasi 1 sampai 6 ppm.

Linearitas

Sampel simulasi diambil 20 µL dan dianalisis menggunakan KCKT, kemudian luas puncak yang diperoleh dicatat. Setelah itu, kemudian membuat plot kurva antara sumbu x (konsentrasi) dengan y (luas puncak) sehingga didapat persamaan $y = bx + a$ [10].

Presisi

Sampel simulasi disuntikkan ke dalam kolom sebanyak 20 µL dengan keadaan yang telah disesuaikan dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Persen Simpangan Baku Relatif (% SBR) akan diperoleh dengan metode ini. Nilai % SBR yang baik menurut ICH ≤ 2%.

Akurasi

Sampel simulasi dengan kadar 80, 100 dan 120% dari hasil LoD disuntikkan ke dalam kolom sebanyak 20µL dan hitung % Recovery. % Recovery yang baik 80 – 110%[11].

Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi

Batas deteksi (LoD) dan batas kuantifikasi (LoQ) dapat dihitung menggunakan data statistik dengan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi.

$$LoQ = \frac{10 \times \sigma}{b} \quad \dots (1)$$

$$LoD = \frac{3,3 \times \sigma}{b} \quad \dots (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum xi^2}{n(xi - \bar{x})^2}} \quad \dots (3)$$

Dimana b = Slope dan σ = Simpangan baku respon



Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Ampas Tebu Terhadap Kadar Akrilamida

Untuk mengetahui pengaruh penambahan ampas tebu terhadap kadar akrilamida dilakukan percobaan dengan memasukkan ampas tebu ke dalam minyak jelantah yang sudah di-*spike* dengan akrilamida 50 ppm sebanyak 5, 10 dan 15%. Perendaman minyak jelantah menggunakan ampas tebu masing-masing dilakukan selama 24, 48 dan 72 jam.

Penentuan Kinetika Adsorpsi

Sebanyak 5% adsorben dimasukkan ke dalam minyak yang sudah di-*spike* dengan akrilamida kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 45 menit dan didiamkan dengan variasi waktu 12, 24, 48 dan 72 jam. Setelah itu, dilakukan ekstraksi akrilamida untuk memisahkan akrilamida dengan minyak kemudian lakukan analisis kadar akrilamida dengan menggunakan KCKT. Hasil yang diperoleh kemudian di-plot-kan ke dalam model persamaan Santosa, Lagergen dan Ho.

Penentuan Kadar Akrilamida dalam Sampel Minyak Jelantah

Sampel di-*spike* dengan akrilamida pembanding, kemudian ditambahkan adsorben ampas tebu 5% lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 45 menit dan didiamkan selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman 24 jam minyak jelantah tersebut diekstraksi dan dilakukan pengujian menggunakan KCKT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorben Ampas Tebu

Ampas tebu (Gambar 3) memiliki warna putih kekuningan, rasa manis, memiliki aroma harum dan mudah dikeringkan sehingga tidak menghasilkan bau busuk. Batang ampas tebu tidak keras juga tidak fleksibel karena bagian tengah batang terdapat gabus yang cukup tebal.

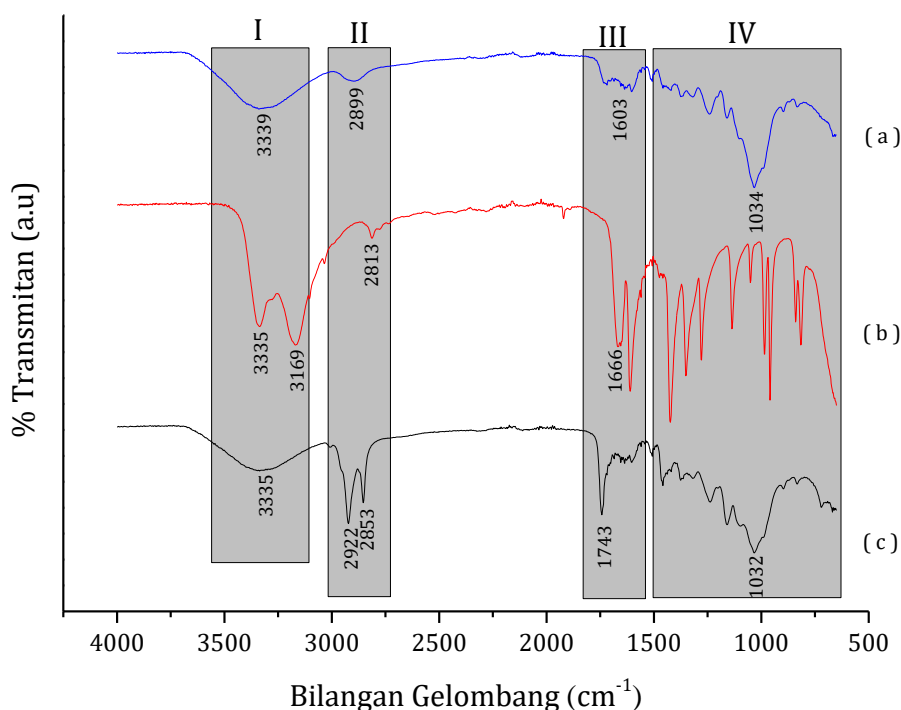


Gambar 3. Serbuk Ampas Tebu

Ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari secara langsung dalam waktu 3 hari berturut-turut bertujuan untuk mendapatkan adsorben yang tidak mudah rusak dan terhindar dari pertumbuhan mikroba dan jamur. Setelah ampas

tebu kering dihaluskan dengan menggunakan blender simplisia kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 40 mesh bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan sehingga memudahkan adsorben untuk menjerat adsorbat.

Ampas tebu mengandung 0,79% lignin [12] dan beberapa gugus organik yang berpotensi sebagai adsorben. Pada Gambar 4.a daerah I terlihat bahwa ampas tebu memiliki serapan pada bilangan gelombang 3339 cm^{-1} . Serapan tersebut mengindikasikan adanya gugus -OH di dalam ampas tebu. Gugus -OH yang terdapat dalam ampas tebu merupakan salah satu gugus yang berpotensi dapat mengikat senyawa akrilamida. Kepolaran akrilamida yang tinggi menyebabkan dapat terikat dengan gugus-gugus polar seperti pada gugus -OH. Serapan -OH tidak terlihat pada spektra 4.b daerah I karena senyawa akrilamida (Gambar 2) tidak mengandung gugus -OH. Namun, pada daerah tersebut terdapat dua serapan yang berdekatan. Serapan tersebut mengindikasikan adanya gugus -NH_2 pada senyawa akrilamida yang dikarakterisasi. Hal ini sesuai dengan struktur akrilamida yang memang mempunyai gugus tersebut. Serapan -NH_2 tidak terlihat pada spektra 4.c yaitu pada ampas tebu setelah direndam oleh minyak jelantah. Gugus -OH inilah yang mempunyai peranan besar dalam proses penyerapan akrilamida.



Gambar 4. Hasil FTIR (a) Ampas Tebu; (b) Akrilamida Pembanding dan (c) Ampas Tebu setelah Penyerapan

Pada Gambar 4 daerah II merupakan serapan dari gugus -CH dengan jenis vibrasi ulur. Serapan -CH semakin terlihat jelas pada gambar 4.c karena pada ampas

tebu yang sudah direndam ke dalam minyak telah menyerap senyawa akrilamid sehingga gugus tersebut bertambah.

Pada Gambar 4.b daerah III terlihat serapan pada bilangan gelombang 1666 cm^{-1} . Hal itu menandakan adanya gugus amina primer ($-\text{CONH}_2$) dalam struktur akrilamida. Gugus tersebut tidak terdeteksi pada spektra 4.c. Hilangnya gugus amina primer dan gugus $-\text{NH}_2$ (pada serapan 3335 cm^{-1}) setelah proses adsorpsi karena dimungkinkan terjadi reaksi dengan sisi-sisi aktif dari adsorben. Reaksi tersebut yang menyebabkan senyawa akrilamida dapat terikat dengan adsorben. Prediksi ini diperkuat dengan munculnya gugus karbonil ester ($-\text{COOR}$) pada spektra 4.c yang diketahui dengan adanya serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1743 cm^{-1} . Dengan demikian, adsorpsi akrilamid oleh adsorben ampas tebu dimungkinkan terjadi reaksi yang mengubah gugus amina primer menjadi gugus karbonil ester.

Daerah IV pada Gambar 4 disebut dengan daerah *fingerprint* (sidik jari). Setiap senyawa memiliki pola spektra yang spesifik pada sidik jari tersebut. Pada Gambar 4.c menunjukkan pola yang sama dengan Gambar 4.a. Hal ini memperlihatkan bahwa secara umum proses adsorpsi yang terjadi tidak mengubah kerangka struktur dari ampas tebu. Serapan yang ada pada bilangan gelombang 1034 cm^{-1} (Gambar 4.a) dan 1032 (Gambar 4.c) merupakan serapan yang berasal dari adanya vibrasi ulur simetrik gugus C-O-C.

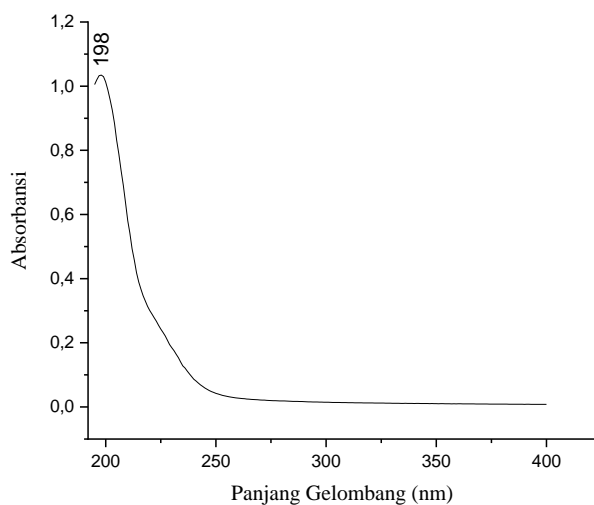
Ekstrak Akrilamida dalam Minyak

Ekstrak akrilamida dalam minyak diperoleh dengan menggunakan senyawa diklorometan, asam fosfat 0,1%, metanol dan etanol 96%. Akrilamid bersifat polar sehingga diekstraksi oleh diklorometan yang dapat mengikat akrilamida, penambahan etanol 96%, asam fosfat 0,1% dan metanol bertujuan untuk mengikat akrilamida yang tersimpan dalam diklorometan ketika dilakukan pemanasan untuk menguapkan diklorometan, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kadar akrilamida yang terdapat dalam minyak.

Panjang Gelombang Maksimum Akrilamida

Akrilamida pembanding dilarutkan dalam larutan H_3PO_4 0,1 % dan metanol dengan perbandingan 95 : 5. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum senyawa akrilamida menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis ialah 198 nm. Akrilamida bisa dideteksi dengan menggunakan spektrofotometri Uv-Vis sebab memiliki gugus kromofor dan auksokrom. Senyawa akrilamida memiliki gugus kromofor diantaranya $\text{C} = \text{C} - \text{C} = \text{O}$ (dienon) sedangkan gugus auksokrom terdiri dari gugus $-\text{NH}_2$ (amin)[11]. Spektrum serapan dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Spektra UV-Vis senyawa akrilamida

Hasil Uji Kesesuaian Sistem

Sistem kromatografi yang dipakai pada penelitian ini menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Metode KCKT yang digunakan adalah fase terbalik karena akrilamida merupakan senyawa polar sehingga digunakan kolom C-18 yang memiliki sifat non polar, detektor yang dipakai UV-Vis dengan panjang gelombang maksimal 198 nm, jenis elusi yang dipakai adalah isokratik dimana komposisi fase gerak sama selama elusi. Fase gerak yang dipakai ialah campuran asam fosfat 0,1% dan metanol (95:5). Pemilihan asam fosfat 0,1% sebagai fase gerak dikarenakan keasaman asam fosfat lebih lemah dibandingkan dengan asam sulfat dan asam klorida yang dapat merusak kolom karena bersifat oksidator, methanol dipilih karena bersifat polar dan memiliki tingkat toksisitas yang rendah. Kondisi yang dipilih laju alir 1 mL.menit⁻¹ dan volume sampel yang diinjeksikan 20µL. Untuk memastikan alat yang digunakan dalam penelitian bekerja dengan baik atau tidak maka sebelumnya dilakukan uji kesesuaian sistem dengan beberapa parameter diantaranya waktu retensi (t_R), plat teoritis (N), nilai HETP dan faktor kapasitas. Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 1), maka dapat diketahui waktu retensi pada 4,939 menit, plat teoritis 39.029 dan nilai HETP 0,00064 serta faktor kapasitas 2,265 menunjukkan bahwa sistem yang digunakan sesuai standar yang ditentukan.

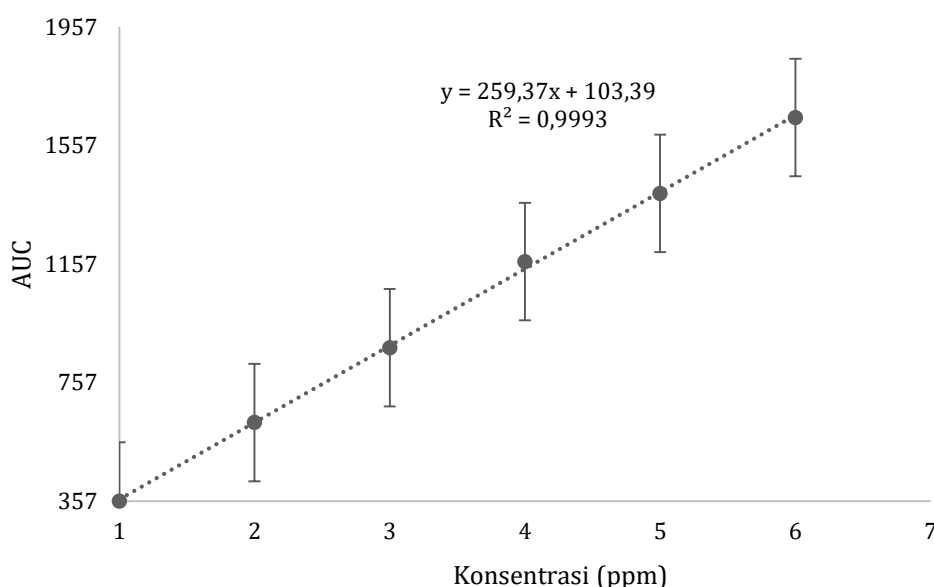
Tabel 1. Uji Kesesuaian Sistem

Parameter KCKT	Hasil	Nilai Standar (OSW EVA Method, 8316)
Waktu Retensi	4,939 Menit	1 - 10 Menit
Plat Teoritis (N)	39,029	N>2500
HETP	0,00064	HETP<N
Faktor Kapasitas (k')	2,265	01-Oct



Hasil Validasi Metode Linearitas

Uji linearitas bertujuan untuk mengetahui hubungan yang linear antara konsentrasi analit dalam hal ini adalah akrilamida dengan respon alat (Kromatografi Cair Tingkat Tinggi) yang dinyatakan dalam koefisien korelasi atau disimbolkan dengan r . Uji linearitas dikerjakan dengan cara mengukur AUC deret sampel simulasi kemudian data diolah menggunakan statistik. Kurva kalibrasi dikatakan linear jika nilai r mendekati 1, nilai intersep yang dihasilkan dari persamaan regresi menunjukkan ada atau tidaknya respon instrumen yang terjadi, jika intersep yang dihasilkan nol maka tidak ada respon instrument yang terjadi atau dapat dikatakan metode pengukuran akurat sedangkan nilai *slope* merupakan ukuran sensitif dari suatu metode pengujian. Kurva kalibrasi sampel simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Kalibrasi Sampel Simulasi

Berdasarkan hasil uji linearitas pada gambar 3 diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,9996 sehingga menghasilkan kelinearitasan yang baik karena sudah memenuhi syarat validasi ($r \geq 0,995$). Nilai intersep yang diperoleh sebesar 103,39 yang berarti ditemukannya respon instrumen pada saat pengukuran, hal tersebut dapat disebabkan karena adanya kontaminasi pada eluen. Nilai *slope* yang diperoleh sebesar 259,37 yang berarti metode pengujian memberikan sensitifitas cukup tinggi, semakin tinggi nilai *slope* maka respon instrument cukup kuat terhadap perubahan kadar.

2. Presisi

Presisi (keseksamaan) merupakan ukuran keterulangan metode analisis yang dinyatakan sebagai Standar Deviasi (SD) dan persen Simpangan Baku Relatif (% SBR), pengujian dilakukan secara reproductibility (Pengulangan). Nilai SBR yang baik

menurut $ICH \leq 2\%$. Hasil uji keterulangan dapat dilihat dari Tabel 2. Berdasarkan hasil data pengujian presisi pada tabel 2, diperoleh nilai % SBR dari setiap sampel < 2% dengan demikian metode yang divalidasi memiliki nilai presisi yang baik, semakin kecil % SBR yang diperoleh maka semakin baik tingkat ketelitiannya.

3. Batas Deteksi (Limit of Detection) dan Batas Kuantifikasi (Limit of Quantification)

Nilai LoD dan LoQ diperoleh dari persamaan kurva kalibrasi, LoD ditentukan untuk mengetahui jumlah konsentrasi terkecil dalam analit yang masih memberikan respon signifikan terhadap metode sedangkan penentuan LoQ bertujuan untuk mengetahui konsentrasi terkecil dalam analit yang masih dapat dikuantifikasi.

Berdasarkan hasil nilai LoD diperoleh sebesar 0,46 ppm menunjukkan bahwa batas minimum kadar yang dapat dideteksi oleh metode ini ialah sebesar 0,46 ppm apabila kadar dalam analit dibawah 0,46 ppm maka metode ini tidak dapat mendeteksi kadar dalam analit dan mungkin memiliki kesalahan yang tinggi. Nilai LoQ yang diperoleh sebesar 1,396 ppm menunjukkan bahwa kadar analit yang dapat dikuantifikasi diatas 1,396 ppm.

Tabel 2. Hasil Uji Presisi

Konsentrasi	Area	Kadar Hasil	Rata-Rata	SB	% SBR
1	357,73	0,980607	0,979746	0,000849	0,07
	357,5	0,97972			
	357,29	0,97891			
2	621,89	1,999075	2,003213	0,005761	0,29
	624,67	2,009793			
	622,33	2,000771			
3	874,57	2,973281	2,965596	0,006656	0,22
	871,58	2,961753			
	871,58	2,961753			
4	1163,98	4,089101	4,09	0,006333	0,15
	1165,96	4,096734			
	1162,7	4,084165			
5	1395,07	4,980067	5,004228	0,021069	0,42
	1405,11	5,018776			
	1403,83	5,013841			
6	1516,65	5,448818	5,446505	0,003841	0,07
	1516,6	5,448626			
	1514,9	5,442071			

4. Akurasi

Akurasi bertujuan untuk mengetahui keakuratan metode yang dipakai dalam suatu penelitian. Suatu metode dikatakan mempunyai akurasi yang baik jika nilai % recovery berada dalam rentang 80-110% [13]. Konsentrasi yang dipilih ialah 80, 100



dan 120% dari kadar akrilamida yang ada pada minyak jelantah. Hasil uji akurasi bisa diamati pada Tabel 3.

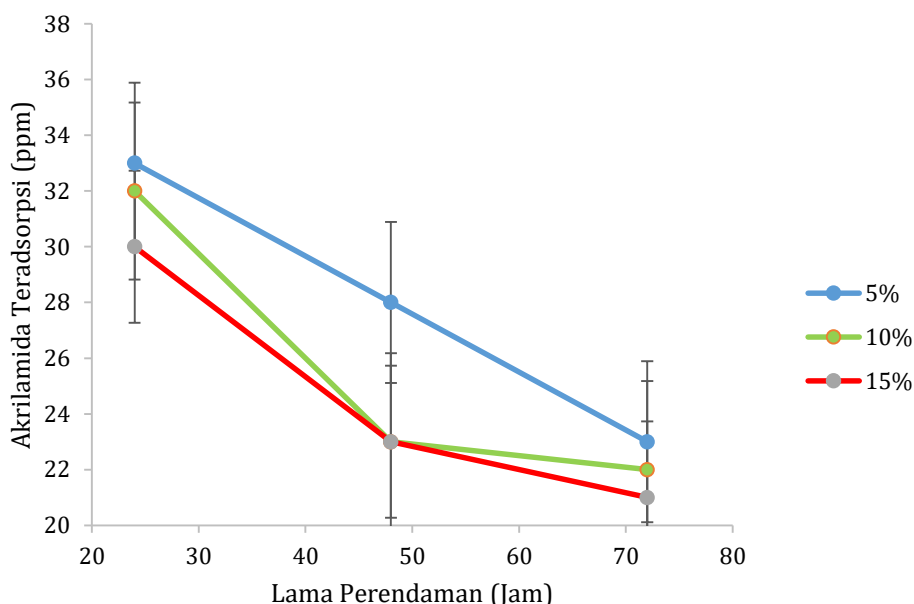
Tabel 3. Hasil Uji Akurasi

Konsentrasi	AUC	Kadar Hasil	% Recovery
2,08 ppm	622,33	2,0008	100,04
2,6 ppm	741,46	2,4583	94,55
3,1 ppm	890	3,0328	97,83

Hasil pengujian akurasi pada tabel 3 diperoleh nilai % Recovery berada pada rentang 94,55 – 100,04%, hasil tersebut memenuhi kriteria syarat, yaitu nilai % Recovery berada dalam rentang 80 – 110%. Dengan demikian metode yang divalidasi ini mempunyai tingkat akurasi yang tinggi.

Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Ampas Tebu Terhadap Kadar Akrilamida

Waktu perendaman ampas tebu sebagai adsorben sangat mempengaruhi jumlah senyawa akrilamida yang dapat terserap. Semakin lama perendaman yang dilakukan membuat kadar akrilamida semakin menurun. Hal ini bisa terlihat pada Gambar 7, bahwa jumlah akrilamida terbanyak yang dapat diserap oleh ampas tebu Ketika direndam selama 24 jam. Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut telah terjadi kesetimbangan dan kejenuhan dari adsorben. Semakin jenuh adsorben tersebut, maka akan terjadi proses desorpsi atau pelepasan Kembali senyawa akrilamida yang telah diserap.

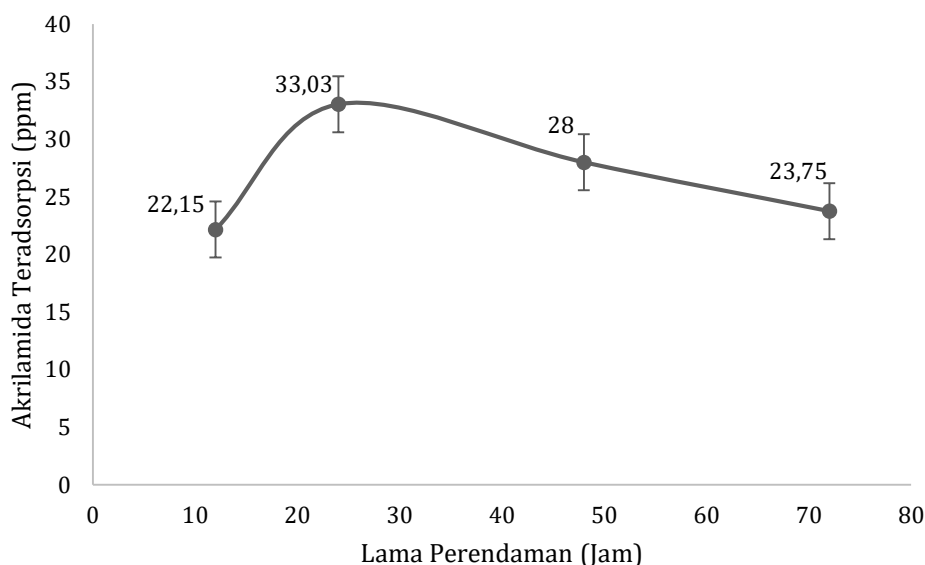


Gambar 7. Pengaruh waktu perendaman ampas tebu berbagai konsentrasi terhadap akrilamida yang teradsorpsi



Jumlah ampas tebu yang terlalu banyak juga dapat menurunkan jumlah akrilamida yang teradsorpsi. Ampas tebu sebanyak 5% dapat mengadsorpsi akrilamida lebih maksimal yaitu sebanyak 33 ppm. Ampas tebu dengan jumlah yang lebih banyak yaitu 10% dan 15% masing-masing hanya mampu menyerap akrilamida sebanyak 32 ppm dan 30 ppm dalam waktu perendaman 24 jam.

Hasil adsorpsi akrilamida menggunakan ampas tebu konsentrasi 5% dengan variasi waktu lama perendaman dapat dilihat pada gambar 8. Berdasarkan gambar 8, kadar akrilamida yang teradsorpsi paling tinggi terjadi pada perendaman minyak dengan ampas tebu selama 24 jam. Sedangkan pada waktu perendaman 48 dan 72 jam mengalami penurunan kembali kadar akrilamida yang teradsorpsi oleh ampas tebu di dalam minyak. Hal ini disebabkan terjadinya desorpsi, proses penyerapan terjadi secara fisika dimana proses penyerapan terjadi secara reversibel yang mengakibatkan adsorbat kembali terlepas ke dalam larutan. Tahap awal adsorpsi merupakan tahap adsorpsi yang paling baik, sehingga ketika sudah berada dalam keadaan kesetimbangan antara adsorpsi dan desorpsi maka akan meningkatnya desorpsi adsorbat[14]. Selain itu proses desorpsi juga bisa disebabkan oleh adanya sifat kompetitif adsorpsi antara konsentrasi yang ada dalam minyak dibuktikan dengan adanya puncak selain akrilamida yang memungkinkan memiliki afinitas yang tinggi sehingga mampu menggantikan adsorbat sehingga terjadi desorpsi.



Gambar 8. Pengaruh waktu perendaman ampas tebu 5% terhadap jumlah akrilamida yang teradsorpsi

Kinetika Adsorpsi

Untuk mengetahui model kinetika adsorpsi yang terbentuk maka dilakukan studi kinetika, model kinetika yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya model persamaan kinetika Santosa, Lagergren dan Ho. Hasil uji kinetika adsorpsi bisa diamati pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, bisa diketahui bahwa adsorpsi senyawa akrilamida oleh ampas tebu mengikuti model kinetika Ho atau pseudo orde dua dengan kapasitas adsorpsi sebesar 47,85 mg/g. Mekanisme adsorpsi umumnya

dipengaruhi oleh dua hal, yaitu difusi permukaan dan difusi intrapartikel. Pada umumnya, faktor difusi intrapartikel yang sering terjadi dalam proses adsorpsi [15]. Pada awal reaksi, laju adsorpsi lebih dominan daripada laju desorpsi sehingga adsorpsi berjalan dengan cepat. Namun, pada saat tertentu laju adsorpsi berjalan lambat, berbalik dengan laju desorpsi yang semakin cepat. Pada saat laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi, maka saat itu disebut dengan keadaan kesetimbangan[16].

Tabel 4. Hasil Parameter Kinetika Adsorpsi

Model Kinetika	R ²	Konstanta Kesetimbangan, (L/mol)	Konstanta Laju Adsorpsi (menit ⁻¹)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Santosa	0,00002	0,0376	0,000001	-
Lagergreen	0,0339	-	0,00003	39,64
Ho	0,9752	-	0,0001	47,85

Ampas tebu dan modifikasinya diketahui mempunyai kemampuan yang baik untuk digunakan sebagai adsorben. Kemampuan ampas tebu dalam menyerap senyawa yang berpotensi sebagai polutan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas Adsorpsi Ampas Tebu dan modifikasinya terhadap Beberapa Senyawa

Senyawa yang diadsorpsi	Kapasitas Adsorpsi	Sumber
<i>Gentian violet</i>	1273,2 mg/g	[17]
Metilen biru	148,5 mg/g	[17]
Ion timbal(II)	51,3 mg/g	[18]
Metilen biru	82 mg/g	[19]
Ion merkuri	178 mg/g	[20]
Pewarna kristal ungu	293,02 mg/g	[21]
<i>Ethylene dichloride</i>	1,1 mg/g	[22]
Ion timbal(II)	1,61 mg/g	[23]
Ion nikel(II)	123,46 mg/g	[23]

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan penambahan konsentrasi ampas tebu tidak mempengaruhi penurunan kandungan senyawa akrilamida dalam minyak jelantah. Lama perendaman ampas tebu dalam minyak jelantah juga tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar akrilamida. Perendaman yang terjadi selama 24 jam dapat menurunkan kadar akrilamida lebih besar dibandingkan dengan perendaman selama 12, 48 dan 72 jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Karouw and C. Indrawanto, "Perubahan mutu minyak kelapa dan minyak sawit selama penggorengan," *Bul. Palma*, vol. 16, no. 1, pp. 1–7, 2015, doi: 10.21082/bp.v16n1.2015.1-7.
- [2] D. Ariani, S. Yanti, and D. S. Saputri, "Studi kualitatif dan kuantitatif minyak goreng yang digunakan oleh penjual gorengan di kota Sumbawa," *J. TAMBORA*, vol. 2, no. 3, pp. 1–8, 2017, doi: 10.36761/jt.v2i3.173.



- [3] A. Talebian-Kiakalaieh, N. A. S. Amin, and H. Hezaveh, "Glycerol for renewable acrolein production by catalytic dehydration," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 40, pp. 28–59, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.07.168.
- [4] N. Sri Gunarti, L. Tuslinah, and S. Amin, "Perbandingan kadar akrilamida pada minyak goreng bekas," *Pharma Xplore J. Sains dan Ilmu Farm.*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [5] Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, *Petunjuk meminimalkan terbentuknya cemaran kimia pada pangan siap saji dan pangan industri rumah tangga sebagai pangan jajanan anak sekolah*. Jakarta: Direktorat Standarisasi Produk Pangan, Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan bahan Berbahaya, BPOM RI, 2012.
- [6] M. H. Youssef, H. A. Abou-Gharbia, and H. A. Abou-Bakr, "Acrylamide in food : an overview," *Alexandria J. Food Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–22, 2004, doi: 10.21608/ajfs.2004.18933.
- [7] E. W. I. Hajar, A. F. W. Purba, P. Handayani, and Mardiah, "Proses pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu untuk pembuatan sabun padat," *J. Integr. Proses*, vol. 6, no. 2, pp. 57–63, 2016.
- [8] Nurdiani, "Pengaruh Ukuran Partikel dan Waktu Perendaman Ampas Tebu pada Peningkatan Kualitas Minyak Jelantah," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [9] N. Sulung, A. Chandra, and D. Fatmi, "Efektivitas ampas tebu sebagai adsorben untuk pemurnian minyak jelantah produk Sanjai," *J. Katalisator*, vol. 4, no. 2, pp. 125–132, 2019.
- [10] H. Swandi, A. Hadriyati, and M. Sanuddin, "Validasi dan analisis kadar akrilamida pada kopi tunggal dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT)," *Ekol. J. Ilm. Ilmu Dasar dan Lingkung. Hidup*, vol. 20, no. 1, pp. 40–44, 2020, doi: 10.33751/ekologia.v20i1.1983.
- [11] Harmita, *Analisis Fisikokimia: Kromatografi*. Jakarta: EGC, 2015.
- [12] E. W. I. Hajar and S. Mufidah, "Penurunan asam lemak bebas pada minyak goreng bekas menggunakan ampas tebu untuk pembuatan sabun," *J. Integr. Proses*, vol. 6, no. 1, pp. 22–27, 2016.
- [13] S. M. Sirait, "Analisis akrilamida dalam minyak goreng bekas pakai secara kromatografi cair kinerja tinggi," Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [14] J. P. Holmberg, "Competitive adsorption and displacement behaviour of heavy metals on peat," Chalmers University of Technology, Goteborg, 2006.
- [15] V. Liem, A. Putranto, and A. Andreas, "Sintesis karbon aktif dari kulit salak aktivasi kimia-senyawa KOH sebagai adsorben proses adosprsi zat warna metilen biru," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 2015, pp. 1–7.
- [16] F. Sukarta, "Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sawit dan tongkol jagung sebagai adsorben logam berat pada limbah batik," Institut Pertanian bogor, 2014.
- [17] K. A. Guimarães Gusmão, L. V. Alves Gurgel, T. M. Sacramento Melo, and L. F. Gil, "Application of succinylated sugarcane bagasse as adsorbent to remove



- methylene blue and gentian violet from aqueous solutions - Kinetic and equilibrium studies," *Dye. Pigment.*, vol. 92, no. 3, pp. 967–974, 2012, doi: 10.1016/j.dyepig.2011.09.005.
- [18] H. C. Tao, H. R. Zhang, J. B. Li, and W. Y. Ding, "Biomass based activated carbon obtained from sludge and sugarcane bagasse for removing lead ion from wastewater," *Bioresour. Technol.*, vol. 192, pp. 611–617, 2015, doi: 10.1016/j.biortech.2015.06.006.
- [19] M. Ge *et al.*, "A maleic anhydride grafted sugarcane bagasse adsorbent and its performance on the removal of methylene blue from related wastewater," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 192, pp. 147–155, 2017, doi: 10.1016/j.matchemphys.2017.01.063.
- [20] N. Sun, X. Wen, and C. Yan, "Adsorption of mercury ions from wastewater aqueous solution by amide functionalized cellulose from sugarcane bagasse," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 108, pp. 1199–1206, 2018, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.027.
- [21] R. F. Wang, L. G. Deng, K. Li, X. J. Fan, W. Li, and H. Q. Lu, "Fabrication and characterization of sugarcane bagasse–calcium carbonate composite for the efficient removal of crystal violet dye from wastewater," *Ceram. Int.*, vol. 46, no. 17, pp. 27484–27492, 2020, doi: 10.1016/j.ceramint.2020.07.237.
- [22] A. Bozorgian, "Chemical Review and Letters Investigation and Comparison of Experimental Data of Ethylene Dichloride Adsorption by Bagasse with Adsorption Isotherm Models," *Chem Rev Lett*, vol. 3, pp. 79–85, 2020.
- [23] B. A. Ezeonuegbu *et al.*, "Agricultural waste of sugarcane bagasse as efficient adsorbent for lead and nickel removal from untreated wastewater: Biosorption, equilibrium isotherms, kinetics and desorption studies," *Biotechnol. Reports*, vol. 30, p. e00614, 2021, doi: 10.1016/j.btre.2021.e00614.

