

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan formalin pada tahu putih yang dijual di Pasar Tradisional Wates Kabupaten Kulon Progo secara kualitatif dan validasi metode. Sampel tahu diambil dari Pasar Tradisional Wates dengan alamat Jl. Diponegoro No.52, Wates, Kec. Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta 55651. Sampel tahu putih diambil berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi pada lima pedagang dan diberikan kode “Sampel” (S) seperti S1, S2, S3, S4 dan S5.

2. Uji Keseragaman Bobot

Tujuan utama dari pengujian keseragaman bobot adalah untuk memastikan bahwa setiap sampel yang akan diuji memiliki bobot yang konsisten dan seragam, sehingga dapat menjamin bahwa hasil pengujian tersebut representatif dan dapat dipercaya dalam menilai kualitas produk secara keseluruhan. Tahu putih ditimbang masing-masing kurang lebih empat gram sebagai sampel dan masing-masing sampel dilakukan 3x replikasi. Bobot sampel tahu putih yang telah diperoleh kemudian dihitung rata-rata, standar deviasi (SD), dan *coefficient of variation* (%CV). Keseragaman bobot sampel tahu dari lima pedagang dapat diamati pada **Tabel 6** berikut. Perhitungan dapat diamati pada **Lampiran 7** dan **Lampiran 8**.

Tabel 6. Uji Keseragaman Bobot pada Sampel Tahu Putih

Sampel	Rata- rata ± CV (g)
S1	4, 025 ± 0,659
S2	4, 027 ± 0,644
S3	4, 014 ± 0,233
S4	4,011 ± 0,406
S5	4,014 ± 0,280

3. Uji Organoleptik

Aspek yang dinilai pada uji ini adalah bau, warna dan tekstur tahu putih yang diamati selama tiga hari. Hasil analisa sampel tahu putih yang diperoleh pada hari ketiga seluruh sampel tahu putih dari lima pedagang tidak memunculkan adanya ciri-ciri positif formalin karena seluruh tahu tidak menunjukkan ciri-ciri positif formalin. Hasil uji organoleptik sampel tahu putih dari lima pedagang pasar Tradisional Wates negatif formalin. Hasil uji organoleptis dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

4. Analisis Kualitatif dengan Uji Tabung

Analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan reagen KMnO_4 , Fehling A, Fehling B, Schiff, dan asam kromatofat serta *scanning* panjang gelombang maksimal. Hasil uji tabung yang diperoleh dari lima sampel tahu putih dengan jumlah data (n) sebesar tiga. Seluruh sampel tidak menunjukkan terjadinya perubahan warna dibandingkan kontrol positif dan negatif sehingga didapatkan data negatif formalin. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 7**, **Lampiran 12**, dan **Lampiran 13**.

Tabel 7. Uji Kualitatif Tahu Putih di Pasar Tradisional Wates

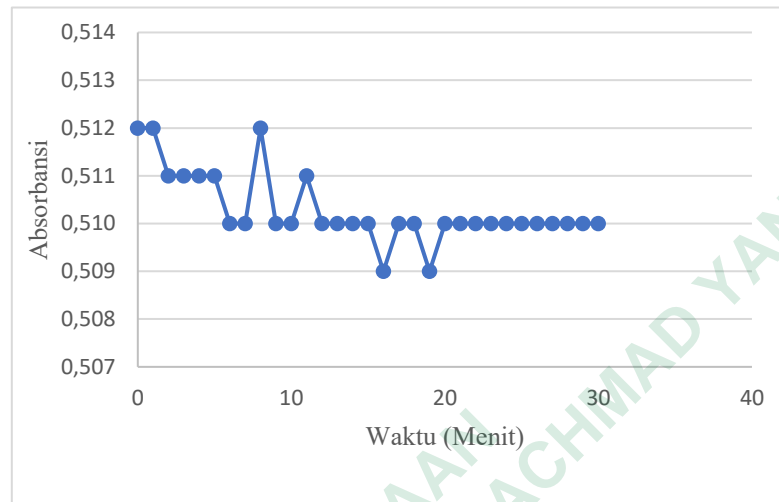
Sampel	Uji Kualitatif				Hasil
	KMnO_4	Schiff	Fehling A&B	Asam Kromatofat	
Kontrol (+)	Cokelat	Ungu	Endapan merah bata	Ungu	Positif
Kontrol (-)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif
S1 (n=3)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif
S2 (n=3)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif
S3 (n=3)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif
S4 (n=3)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif
S5 (n=3)	Ungu	Bening	Biru	Cokelat	Negatif

5. Analisis Kualitatif dengan Spektrofotometri UV-Vis

a. Penentuan *Operating time* pada Standar

Penentuan *operating time* bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan agar reaksi stabil, yang ditunjukkan dengan absorbansi stabil. Pengukuran absorbansi pada waktu ke-0 hingga ke-30 menit pada panjang

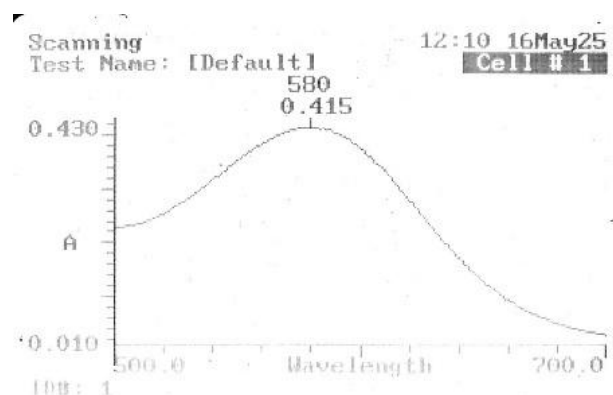
gelombang 580 nm didapatkan data absorbansi stabil dari menit ke-21 sampai menit ke-30. Data *operating time* dapat dilihat pada **Gambar 10** dan **Lampiran 14**.



Gambar 10. Penentuan *Operating Time* Standar Formalin

b. *Scanning* Panjang Gelombang Maksimal Standar Formalin 60 ppm

Scanning panjang gelombang maksimal bertujuan untuk mengetahui spektrum serapan yang dapat dihasilkan yang tercermin dalam nilai absorbansi maksimal pada panjang gelombang tertentu. Penelitian ini didapatkan panjang gelombang maksimal standar 60 ppm sebesar 580 nm. Data dapat diamati pada **Gambar 11**.



Gambar 11. *Scanning* Panjang Gelombang Maksimal Formalin

c. *Scanning* Panjang Gelombang Maksimal pada Sampel

Scanning panjang gelombang maksimal pada sampel dilakukan terhadap sampel yang telah ditambahkan dengan asam kromatofat dan dilakukan pemanasan selama 15 menit dengan suhu 100 °C, lalu dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan seluruh sampel tidak ditemukan kandungan formalin sebagaimana terlihat pada **Tabel 8** dan **Lampiran 15**. Ditemukan sampel S2.2, S4.1 dan S5.3 menunjukkan puncak serapan formalin pada panjang gelombang 559 nm, 565 nm dan 566 nm sedangkan yang lainnya tidak menunjukkan puncak serapan formalin.

Tabel 8. Hasil *Scanning* Panjang Gelombang Sampel

Sampel	Panjang gelombang (nm)			Absorbansi		
	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3
Standar 600 ppm	580	-	-	0,415	-	-
Kontrol (+)	580	-	-	0,329	-	-
Kontrol (-)	504	-	-	0,004	-	-
S1	508	515	516	0,015	0,016	0,017
S2	548	509	559*	0,017	0,010	0,027*
S3	503	507	509	0,028	0,027	0,029
S4	565*	504	509	0,034*	0,004	0,003
S5	515	566*	506	0,012	0,030*	0,023

Keterangan: * = sampel yang menunjukkan puncak serapan formalin.

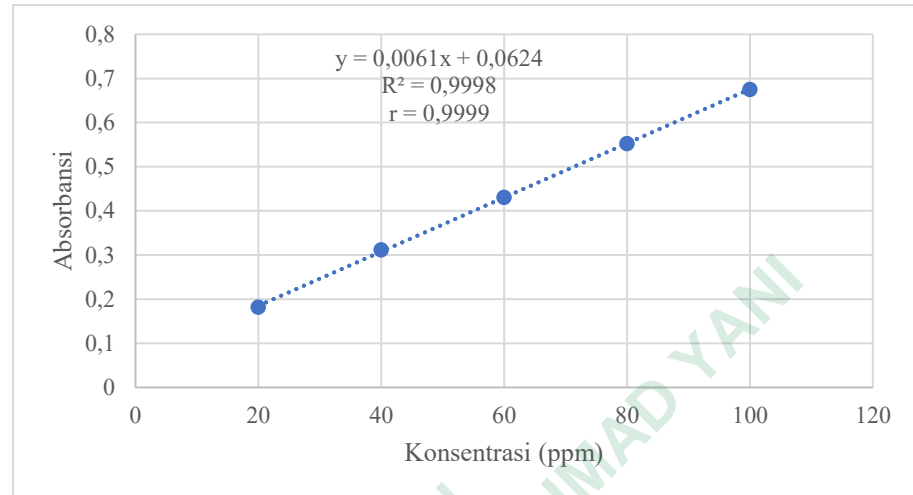
6. Validasi Metode

Validasi metode bertujuan memastikan bahwa metode uji yang digunakan sudah sesuai dengan parameter yang ditetapkan, seperti linieritas (*linearity*), akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), batas kuantitasi (LOQ), batas deteksi (LOD).

a. Linieritas dan Kisaran Linier

Penentuan linieritas dilakukan sebanyak tiga kali replikasi. Pada penelitian ini kurva kalibrasi dipilih dengan syarat nilai r yang baik $\geq 0,997$. Sehingga kisaran linier yang didapatkan $r_1 = 0,999$; $r_2 = 0,999$; dan $r_3 = 0,999$. Pemilihan kurva kalibrasi pada uji linieritas dipilih dari rata-rata ketiga replikasi diperoleh $y = 0,0061x + 0,0624$, nilai a (*intersep*)=

0,0624 dan b (*slope*) = 0,0061 dan $r = 0,999$. Perhitungan dan kurva baku standar formalin dapat diamati pada **Gambar 12 dan Lampiran 17**.



Gambar 12. Uji Linieritas pada Standar Formalin

b. Uji Akurasi

Akurasi dibuat dengan teknik *spiking* yaitu dengan penambahan konsentrasi standar formalin 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm pada masing-masing sampel tahu putih yang pada hari sebelumnya sudah direndam standar formalin 40 ppm. Data dihitung dan ditampilkan pada **Tabel 9 dan Lampiran 18**. Hasil %RSD \pm % *Recovery* (perolehan kembali) menunjukkan data sebesar 1,332% \pm 93,989%, 2,240% \pm 92,007%, dan 1,657% \pm 91,803%.

Tabel 9. Hasil Uji Akurasi

Kons (ppm)	Kadar (ppm)			Rata-rata Kadar (ppm)			SD (ppm)	%RSD (%)	% Recovery (%)
	<i>Spike</i> (S)	<i>Nonspike</i> (Ns)	Baku (S-Ns)	<i>Spike</i> (ppm)	<i>Nonspike</i> (ppm)	Baku (ppm)			
20	59,770	40,918	18,852	59,934	41,137	18,798	0,250	1,332	93,989
	59,607	41,082	18,525						
	60,426	41,410	19,016						
40	77,475	39,770	37,705	77,148	40,317	36,831	0,825	2,240	92,077
	76,820	40,754	36,066						
	77,148	40,426	36,721						
60	93,377	39,115	54,262	94,579	39,497	55,082	0,913	1,657	91,803
	94,361	39,443	54,918						
	96,000	39,934	56,066						

c. Uji Presisi

Pengujian presisi dilakukan secara *intraday* (selama satu hari) dan *interday* (selama tiga hari) untuk mengukur keterulangan data absorbansi atau kadar yang dihasilkan. Uji presisi ini dilakukan pada larutan standar formalin dengan konsentrasi 60 ppm dengan enam replikasi. Hasil perhitungan didapatkan %RSD selama tiga hari sebesar 3,761% yang dapat diamati pada **Tabel 10** dan **Lampiran 19**.

Tabel 10. Hasil Uji Presisi

Hari	Replikasi	Abs	Kadar (ppm)	\bar{x} (ppm)	Rata-rata \bar{x} (ppm)	SD	% RSD (%)
Pertama	1	0,425	59,443	61,546	59,652	2,243	3,761%
	2	0,424	59,279				
	3	0,436	61,246				
	4	0,427	59,770				
	5	0,458	64,852				
	6	0,457	64,689				
Kedua	1	0,403	55,836	57,175	59,652	2,243	3,761%
	2	0,404	56,000				
	3	0,412	57,311				
	4	0,415	57,803				
	5	0,416	57,967				
	6	0,417	58,131				
Ketiga	1	0,439	61,738	60,235	59,652	2,243	3,761%
	2	0,428	59,934				
	3	0,416	57,967				
	4	0,419	58,459				
	5	0,429	60,098				
	6	0,448	63,213				

d. LOD/LOQ

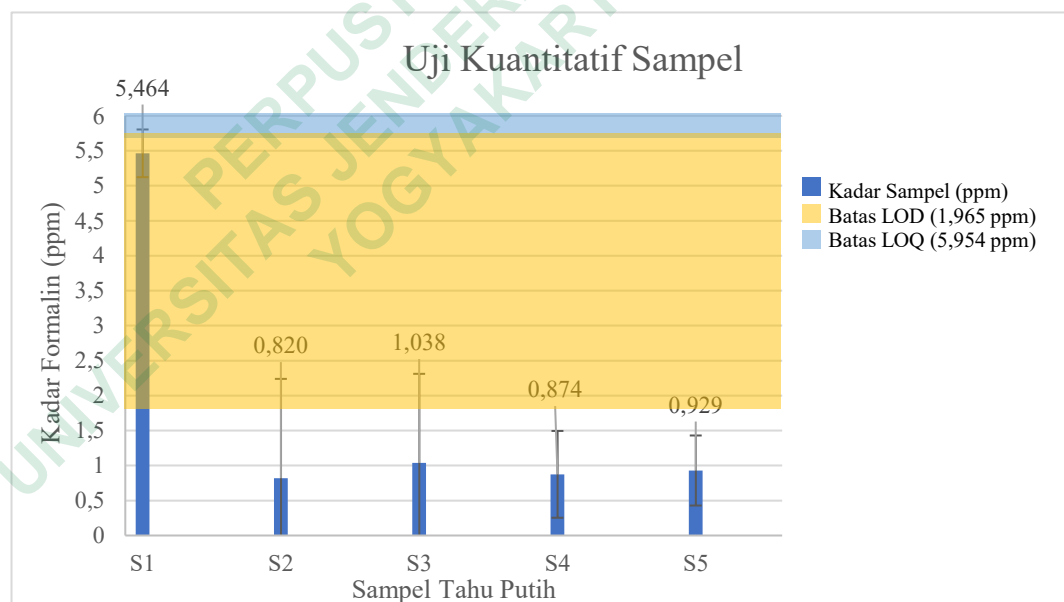
Uji LOD dan LOQ dianalisis berdasarkan data kurva standar formalin pada uji linieritas dengan replikasi sebanyak 3x. LOD dan LOQ dihitung menggunakan persamaan garis linier yakni $y = 0.0061x + 0.0624$ dengan $r = 0,999$. Nilai standar deviasi (SD) diperoleh untuk penentuan nilai LOD dan LOQ yang dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Lampiran 20**. Sehingga data LOD dan LOQ diperoleh sebesar 1,965 ppm dan 5,964 ppm.

Tabel 11. Hasil LOD/LOQ

Konsentrasi (ppm)	Rata-rata absorbansi	y'	$y'-y$	$\sum (y'-y)^2$	Jumlah
20	0,182	0,184	-0,002	$5,760 \times 10^{-6}$	5,276 x 10^{-5}
40	0,312	0,006	0,006	$3,136 \times 10^{-5}$	
60	0,430	0,002	0,002	$3,738 \times 10^{-6}$	
80	0,552	0,002	0,002	$5,138 \times 10^{-6}$	
100	0,675	0,003	0,003	$6,760 \times 10^{-6}$	
SD	0,004				
LOD	1,965 ppm				
LOQ	5,954 ppm				

7. Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif dilakukan pada sampel tahu dengan teknik *spiking*. Hasil pengujian diperoleh kadar sampel tahu putih S1 mendekati nilai LOQ (5,954), sedangkan S2, S3, S4, dan S5 berada dibawah LOD dan LOQ. Hasil dapat diamati pada **Gambar 13** dan **Lampiran 21**.



Gambar 13. Uji Kuantitatif pada Sampel Tahu

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi kualitatif dan kuantitatif dengan penambahan validasi metode dengan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengevaluasi adanya kandungan formalin dalam tahu putih yang dijual di salah satu pasar tradisional yang berada di Kabupaten Kulon Progo yaitu pasar tradisional Wates yang dapat dilihat pada **Lampiran 4** dan **Lampiran 5**. Sampel tahu putih diambil sebanyak lima tahu dari masing-masing lima pedagang tahu putih, sehingga total sampel tahu putih keseluruhan terdapat 25 pcs. Metode pengambilan sampel ditentukan oleh kriteria inklusi dan eksklusi, kriteria inklusi didasarkan oleh penampilan tahu, sedangkan kriteria eksklusi tidak dapat digunakan sebagai sampel yang terpilih.

Tahap pertama yang dilakukan adalah uji keseragaman bobot yang dilakukan untuk menganalisis bobot sampel tahu putih dari masing-masing pedagang. Perhitungan keseragaman bobot ditunjukkan pada **Lampiran 7** dan **Lampiran 8**. Uji keseragaman bobot dilakukan dengan menimbang sampel kurang lebih 4 gram dengan timbangan analitik yang kemudian digunakan untuk menghitung %CV. Data tersebut dapat dikatakan memenuhi syarat apabila memiliki nilai %CV kurang dari 5 % (Rohmani & Rosyanti, 2019). Hasil yang diperoleh seluruh sampel tahu putih dari lima pedagang memenuhi syarat keseragaman bobot (%CV<5%). Keseragaman bobot hanya bertujuan untuk memastikan bahwa sampel yang akan diuji memiliki bobot yang seragam. Kemudian dilanjutkan uji kualitatif untuk identifikasi keberadaan formalin pada tahu putih yang dijual di pasar tradisional Wates.

Kontrol positif yang digunakan sebagai baku pembanding yaitu tahu putih yang sudah direndam dengan standar formalin 40 ppm selama 24 jam. Tujuan perendaman selama 24 jam adalah untuk meningkatkan kadar formalin yang akan terserap dalam tahu sehingga dapat digunakan sebagai baku pembanding sedangkan kontrol negatif dengan sampel tahu putih yang tidak direndam formalin. Baku pembanding kemudian akan dibandingkan dengan hasil uji kualitatif sampel.

Uji organoleptik tahu putih diamati selama tiga hari pada suhu ruang secara organoleptik. Kontrol positif tahu tidak mengalami perubahan yang signifikan pada

hari pertama, kedua hingga hari ketiga. Warna tahu dengan kontrol positif pada hari pertama, kedua dan ketiga tetap berwarna putih (tidak terjadi perubahan warna), sedikit berbau kimia, teksturnya tidak berlendir dan tidak ditumbuhi jamur. Kontrol negatif pada hari pertama belum terjadi perubahan warna, pada hari kedua mengalami perubahan warna menjadi kuning berbau tengik dengan tekstur berlendir dan pada hari ketiga mengalami perubahan warna menjadi kuning, berjamur dan berbau asam menyengat. Seluruh sampel tahu putih yang diamati mengalami perubahan warna menjadi kekuningan, berbau tengik, berlendir, ditumbuhi jamur, hasil tersebut dapat diamati pada **Lampiran 9** dan **Lampiran 10**. Uji organoleptik ini perlu dilanjutkan uji kualitatif untuk mengkonfirmasi kandungan formalin pada sampel tahu putih dengan uji tabung menggunakan reagen KMnO_4 , Fehling A dan Fehling B, Schiff, asam kromatofat dan *scanning* panjang gelombang maksimal dengan Spektrofotometri UV-Vis.

Analisis kualitatif uji tabung dilakukan dengan reagen berupa KMnO_4 , Fehling A dan Fehling B, Schiff, asam kromatofat dan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Identifikasi formalin dengan reagen KMnO_4 menghasilkan perubahan warna dari biru menjadi ungu menandakan terjadinya reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) pada sampel tahu. Reaksi KMnO_4 dengan formalin dapat diamati pada **Gambar 3**. Hasil uji tabung dengan KMnO_4 , kontrol positif berubah warna menjadi coklat dan kontrol negatif tetap berwarna ungu. Sampel S1 hingga S5 dengan tiga kali replikasi tidak menunjukkan adanya perubahan warna menjadi coklat (tetap berwarna ungu). Hal tersebut mengindikasikan bahwa sampel negatif formalin.

Uji reagen kedua dengan reagen Fehling A dan Fehling B untuk mengidentifikasi suatu aldehyd. Metode ini memerlukan pemanasan yang akan menghasilkan asam karboksilat dari reaksi oksidasi pada aldehyd dan membentuk endapan merah bata, reaksi reagen Fehling A dan B dengan formalin dapat dilihat pada **Gambar 4**. Pemanasan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu secara langsung di atas bunsen. Kontrol positif menunjukkan terbentuknya endapan merah bata, sedangkan kontrol negatif akan tetap berwarna biru (Tamaswari, 2024). Seluruh sampel tahu putih yang diuji dengan reagen Fehling A dan Fehling B tetap

berwarna biru, atau tidak adanya endapan merah bata menunjukkan seluruh sampel tahu putih negatif formalin.

Uji reagen Schiff berperan mengikat formalin (aldehid) dari sampel tahu menghasilkan senyawa kompleks berwarna ungu yang mengindikasikan positif mengandung formalin, sedangkan kontrol negatif tetap berwarna bening. Reaksi reagen Schiff dengan formalin dapat diamati pada **Gambar 5**. Hasil penelitian diperoleh seluruh sampel tahu putih dianalisis dengan reagen Schiff secara kualitatif menghasilkan warna bening sehingga seluruh sampel tahu putih negatif formalin.

Reagen terakhir yang digunakan adalah asam kromatofat. Asam kromatofat berfungsi mengikat formalin agar terlepas dari sampel yang mengandung formalin. Kontrol positif formalin akan membentuk warna ungu reaksi tersebut dipercepat dalam lingkungan asam yaitu dengan penambahan H_2SO_4 pada larutan asam kromatofat 60% dan pemanasan dengan suhu $100^\circ C$ selama 15 menit. Reaksi asam kromatofat dengan formalin dapat diamati pada **Gambar 6**. Hasil pengujian yang dilakukan pada seluruh sampel tahu putih menghasilkan warna bening kecoklatan, maka seluruh sampel tahu putih dari kelima pedagang negatif formalin sesuai dengan kontrol negatifnya. Hasil pengujian tabung dapat dilihat lebih rinci pada **Lampiran 12** dan **Lampiran 13**. Hasil uji tabung dengan keempat reagen diketahui negatif formalin, maka dilanjutkan uji kualitatif *scanning* panjang gelombang maksimal dengan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengkonfirmasi keberadaan formalin.

Operating time dilakukan sebelum proses *scanning* pada panjang gelombang maksimum pada sampel, dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan absorbansi yang dicapai pada waktu tertentu. Kestabilan ini terletak pada rentang menit tertentu sehingga hasil pengukuran dapat digunakan secara optimal untuk proses *scanning* panjang gelombang maksimal. Pada penelitian ini, *operating time* yang stabil diperoleh mulai dari menit ke-21 hingga menit ke-30. Pada penelitian sebelumnya *operating time* diperoleh stabil dari menit pertama hingga menit ke-30 (Saputra, 2024), sehingga kurang stabilnya *operating time* disebabkan oleh reaksi antara reagen dan sampel yang belum sempurna.

Uji kualitatif *scanning* panjang gelombang maksimal sampel dilakukan pada sampel yang telah ditambahkan reagen asam kromatofat pengujian dilakukan pada rentang 500-700 nm karena konsentrasi formalin dapat diukur pada rentang tersebut dan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Tujuan *scanning* panjang gelombang maksimal pada sampel adalah untuk mengidentifikasi nilai maksimal panjang gelombang yang dihasilkan oleh suatu sampel mengandung senyawa formalin. Jika sampel tidak mengandung formalin maka kompleks warna tidak terbentuk dan tidak muncul puncak pada panjang gelombang maksimal 580 nm (Anindita, 2019). Pada penelitian ini kontrol positif menunjukkan puncak formalin pada 580 nm serupa dengan penelitian yang telah dilakukan Umaningrum (2020). Hasil data puncak absorbansi pada sampel dapat diamati pada **Lampiran 15**. Hasil *scanning* panjang gelombang pada sampel didapatkan tiga sampel menunjukkan puncak serapan formalin pada panjang gelombang 559 nm, 565 nm, dan 566 nm dengan absorbansi 0,027; 0,034; dan 0,030 sedangkan sampel lainnya tidak menunjukkan puncak serapan ditunjukkan pada **Tabel 8**. Oleh karena itu, untuk memastikan hasil pengujian formalin pada sampel tahu putih akurat diperlukan validasi metode dan uji kuantitatif.

Validasi metode merupakan analisis yang bertujuan untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan penggunaannya (ICH, 2025). USP (*United States Pharmacopeia*) menyatakan validasi metode meliputi linieritas, kisaran (*range*), akurasi, presisi, spesifisitas, LOD dan LOQ. Seluruh parameter tidak diwajibkan untuk diuji, namun tergantung pada persyaratan kategorinya. Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu, linieritas, kisaran (*range*), akurasi, presisi, LOD & LOQ (USP, 2024).

Linieritas adalah kemampuan suatu metode untuk menghasilkan hasil uji yang berbanding lurus dengan konsentrasi analit dalam rentang tertentu secara langsung (Gandjar & Rohman, 2015). Penentuan linieritas dilakukan dengan membuat kurva standar dari lima larutan standar formalin berupa 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm dengan tiga kali replikasi. Kurva standar tersebut didapatkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga absorbansi nilai tersebut sehingga didapatkan suatu garis linier. Pemilihan kurva standar pada uji linieritas dipilih dari

rata-rata ketiga replikasi yaitu $y = 0,0061x + 0,0624$ dengan $r = 0,999$, sehingga memenuhi syarat nilai r yang baik $\geq 0,997$ (Nugroho & Alrayan, 2024). Kisaran linier pun didapatkan nilai r memenuhi syarat $\geq 0,997$ pada ketiga replikasi, maka linearitas dan kisaran linier tervalidasi pada metode ini.

Uji akurasi merupakan kedekatan antara nilai rata-rata yang dihasilkan terhadap nilai konsentrasi sebenarnya dari suatu analit (Rohman, 2016). Uji akurasi dengan teknik *spiking* yaitu metode penambahan minimal tiga konsentrasi berbeda ke dalam sampel yang akan diuji (ICH, 2023). Pengukuran akurasi bertujuan untuk menentukan seberapa banyak analit tersebut dapat diperoleh kembali (*%Recovery*) dalam sampel tahu putih. Sampel tahu berformalin 40 ppm disiapkan 24 jam sebelum pengujian akurasi untuk menghindari penurunan kadar formalin pada tahu putih. Penambahan konsentrasi *spike* pada penelitian ini yaitu standar formalin 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm. Hasil $\%RSD \pm \% Recovery$ (perolehan kembali) menunjukkan data sebesar $1,332\% \pm 93,989\%$; $2,240\% \pm 92,007\%$; dan $1,657\% \pm 91,803\%$. Hasil tersebut dinyatakan memenuhi syarat, karena syarat akurasi memiliki *%Recovery* yaitu 90-107% untuk konsentrasi di bawah 100 ppm (AOAC, 2016).

Uji presisi merupakan ukuran keterulangan metode analisis. Parameter yang diamati meliputi variasi hari, analisis (personil) dan peralatan. Pada penelitian ini dipilih variasi hari secara *intraday* dan *interday* yang dilakukan selama tiga hari untuk mengukur keterulangan nilai absorbansi atau kadar yang dihasilkan. Pengujian dilakukan minimal sebanyak 6x. Pada penelitian ini, standar deviasi (SD) dan standar deviasi relatif (*relative standard deviation / RSD*) digunakan untuk menggambarkan suatu presisi. Batas penerimaan $\%RSD$ Horwitz yaitu $\leq 8\%$ (Hotwitz, 2006). Hasil uji presisi selama tiga hari diperoleh nilai $\%RSD$ 3,761 menunjukkan hasil tersebut memenuhi syarat uji presisi.

Uji LOD (*Limit Of Detection*) didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah dalam sampel yang masih dapat dideteksi, sedangkan LOQ (*Limit of Quantification*) adalah konsentrasi terendah dari analit yang dapat diukur. Perhitungan LOD dan LOQ menggunakan kurva linieritas yang digunakan dari persamaan $y = 0,0061x + 0,00624$, nilai *slope* (b) adalah 0,0061. LOD dievaluasi

dari nilai standar deviasi (SD) dan kemiringan (*slope*) dengan rumus $LOD = 3,3 \times (SD/S)$ dan LOQ didasarkan pada SD dan *slope* dengan rumus $LOQ = 10 \times (SD/S)$ (Rohman, 2016). Pada penelitian sebelumnya diperoleh nilai LOD dan LOQ sebesar 3,145 ppm dan 9,530 ppm (Saputra, 2024). Pada penelitian ini telah memenuhi syarat nilai LOD dan LOQ yaitu 1,965 ppm dan 5,954 ppm. Data yang lebih rinci dapat diamati pada **Tabel 11** dan **Lampiran 20**. Dengan demikian, metode ini memenuhi syarat validasi metode meliputi linieritas, kisaran linier, akurasi, presisi, LOD dan LOQ.

Uji kuantitatif dilakukan dengan Spektrofotometri UV-Vis. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan Spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 500-700 nm. Kontrol positif diperoleh hasil panjang gelombang 580 nm. Seluruh sampel yang diuji tidak memunculkan puncak absorbansi di 580 nm dan nilai absorbansi kecil (*outlier*), sehingga perlu dilakukan teknik *spiking* untuk memastikan akurasi dan validasi metode analisis formalin, dikarenakan pada uji organoleptik dan kualitatif tidak ditemukan kandungan formalin. Larutan standar 40 ppm ditambahkan pada sampel tahu putih S1-S5 yang disebut dengan "*spike*". Perhitungan kadar formalin dilakukan berdasarkan selisih kadar spike dengan kadar larutan standar 40 ppm. Hasil dan perhitungan dapat diamati pada **Lampiran 21**. Hasil rata-rata kadar formalin dalam sampel S1 (5,464) mendekati LOQ (5,954), namun hasil tersebut tidak dapat dikuantifikasi sehingga dianggap sebagai kadar *trace* atau sekelumit. *Trace* tersebut dapat disebabkan oleh kesalahan *random*, sehingga kemungkinan terjadi pada kesalahan *pipeting* berulang.

Keterbatasan dalam penelitian ini terletak pada penggunaan reagen asam kromatofat yang kurang sensitif selama proses validasi metode. Hal ini tercermin pada nilai LOD dan LOQ yang diperoleh, yaitu sebesar 1,965 ppm dan 5,954 ppm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa reagen ini belum cukup sensitif untuk mendeteksi formalin dalam konsentrasi yang sangat rendah. Sebagai perbandingan, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suseno (2021) menggunakan reagen Nash dan menghasilkan nilai LOD dan LOQ yang lebih kecil, yaitu 0,024 ppm dan 0,082 ppm, sehingga menunjukkan sensitivitas metode yang lebih baik. Pemilihan reagen lain dapat menjadi alternatif dalam mendeteksi formalin pada kadar yang

sangat rendah. Pada penelitian ini metode Spektrofotometri UV-Vis belum sensitif untuk mendeteksi formalin pada kadar yang sangat rendah atau kadar *trace*, sehingga dibutuhkan konfirmasi dengan metode lain seperti *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Pada penelitian yang dilakukan oleh Sebaei *et al.* (2018), HPLC mampu mendeteksi formalin hingga batas deteksi sebesar 0,01 ppm. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dikonfirmasi kembali dengan metode yang lebih selektif mengidentifikasi formalin, salah satunya dengan metode HPLC atau Spektrofotometri UV-Vis dengan reagen lain.

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
YOGYAKARTA