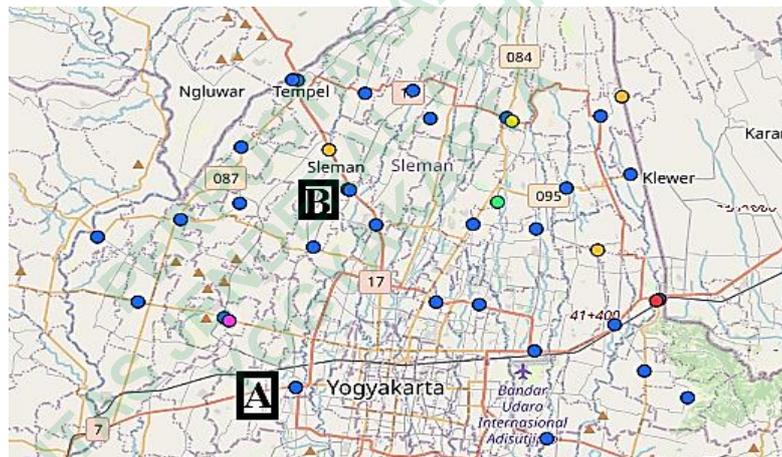


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengambilan sampel tahu putih

Kandungan formalin pada tahu putih yang dibeli di Pasar Gamping dan Sleman, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, adalah subjek penelitian ini. Di Pasar Gamping terdapat lima pedagang tahu putih (G1, G2, G3, G4, G5) sedangkan di Pasar Sleman terdapat 10 pedagang tahu putih (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10).



Gambar 6. Pengambilan sampel tahu putih

Keterangan: Lokasi sampling (A) di Pasar Gamping dan (B) di Pasar Sleman
(<https://geoportal.slemankab.go.id>)

2. Uji organoleptik

Hasil pengamatan pada hari pertama menunjukkan belum adanya perubahan pada semua sampel tahu putih. Pada hari ke dua S1, S9, S10, G1, dan G4 sudah mengalami perubahan bau, tekstur, dan warna yang tidak normal. Sedangkan pengamatan sampai hari ketiga (**Tabel 3**) didapatkan pada 15 sampel tahu putih sudah mengalami kerusakan menjadi berbau asam, bertekstur mudah hancur, hingga sudah ditumbuhi jamur, dan berwarna kuning. Tampilan fisik tahu selama tiga hari dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Tabel 3. Uji organoleptik pada sampel tahu putih

Sampel	Hari	Bau	Tekstur	Warna	Hasil
S1	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Kuning	
S2	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	
S3	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Putih	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	
S4	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	
S5	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	
S6	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Putih	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Sedikit kuning	
S7	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Kuning	
S8	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Putih	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Sedikit kuning	
S9	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Kuning	
S10	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Kuning	
G1	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Sedikit kuning	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	
G2	1	Normal	Normal	Putih	Negatif
	2	Normal	Normal	Putih	

Sampel	Hari	Bau	Tekstur	Warna	Hasil
G3	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Putih Bernoda	Negatif
	1	Normal	Normal	Putih	
	2	Normal	Normal	Putih	
G4	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	Negatif
	1	Normal	Normal	Putih	
	2	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Sedikit Kuning	
G5	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Berjamur)	Kuning	Negatif
	1	Normal	Normal	Putih	
	2	Normal	Normal	Putih	
	3	Tidak Normal	Tidak Normal (Mudah Hancur)	Kuning	

3. Identifikasi secara kualitatif

a. Pereaksi warna

Identifikasi secara kualitatif dengan pereaksi warna meliputi pereaksi KMnO_4 , Schiff, Fehling A, Fehling B, dan asam kromatofat. Hasil identifikasi secara kualitatif dengan pereaksi warna dapat dilihat pada **Tabel 4** menunjukkan semua sampel tidak mengalami perubahan warna dibandingkan kontrol positif sehingga tidak ditemukan adanya kandungan formalin dari Pasar Gamping dengan kode (G) dan sampel dari Pasar Sleman dengan kode sampel (S).

Tabel 4. Hasil uji kualitatif di Pasar Gamping dan Pasar Sleman

No.	Sampel	Pereaksi Warna				Hasil
		KMnO_4	Schiff	Fehling A dan B	Asam kromatofat	
1.	Kontrol (+)	Coklat	Ungu	Endapan Merah Bata	Ungu	Positif
	Kontrol (-)	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
2.	S1	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
3.	S2	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
4.	S3	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
5.	S4	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
6.	S5	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
7.	S6	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
8.	S7	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
9.	S8	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
10.	S9	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif

No.	Sampel	Pereaksi Warna			Asam kromatofat	Hasil
		KMnO ₄	Schiff	Fehling A dan B		
11.	S10	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
12.	G1	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
13.	G2	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
14.	G3	Ungu Kecoklatan	Bening	Biru	Bening	Negatif
15.	G4	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif
16.	G5	Ungu	Bening	Biru	Bening	Negatif

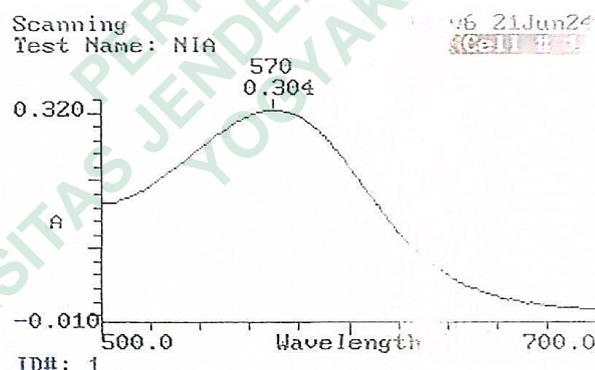
Keterangan: Kontrol positif (+): formalin p.a

Kontrol negatif (-): akuades

b. Uji kualitatif dengan *scanning* panjang gelombang formalin

1) Penentuan panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang maksimum diukur pada rentang panjang gelombang 500 hingga 700 nm dengan larutan formalin standar 10 ppm. Panjang gelombang maksimum adalah 570 nm, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Penentuan panjang gelombang maksimum

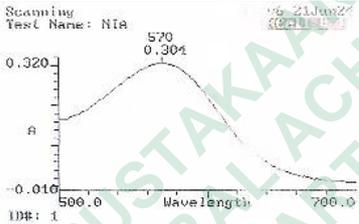
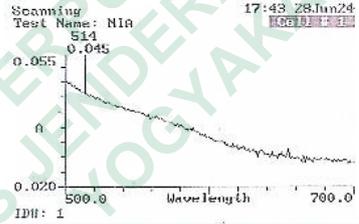
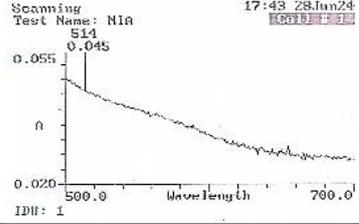
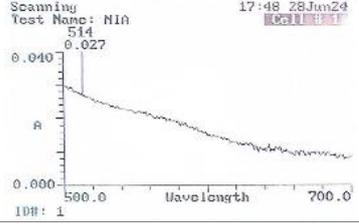
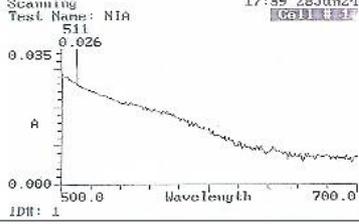
2) Penentuan *operating time*

Optimasi waktu dilakukan untuk menentukan waktu yang stabil pada reaksi formalin dengan asam kromatofat untuk *scanning* panjang gelombang formalin pada rentang 500-700 nm. Hasil penelitian ini digunakan larutan standar 10 ppm dan diamati pada menit ke-0 sampai menit ke-60 sehingga diperoleh absorbansi yang stabil mulai menit ke-11 karena kenaikan dan penurunan absorbansi yang tidak signifikan sebesar $\pm 0,001$ dapat dilihat pada **Lampiran 7**.

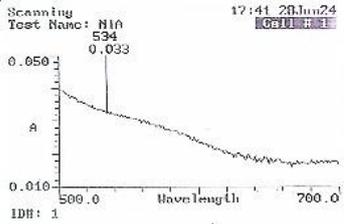
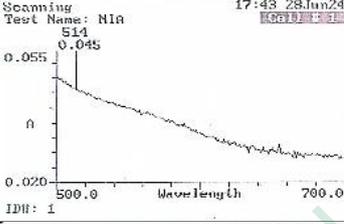
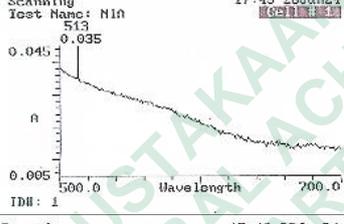
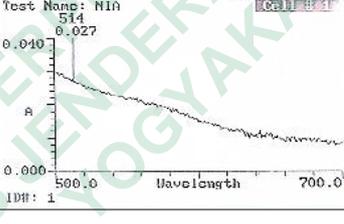
3) *Scanning* panjang gelombang formalin

Hasil *scanning* panjang gelombang formalin pada 15 sampel tahu putih dari Pasar Gamping dan Pasar Sleman dapat menghasilkan nilai absorbansi lebih rendah dibandingkan kontrol positif dilihat pada **Tabel 5**. Kontrol positif menghasilkan absorbansi 0,304 yang menunjukkan puncak pada panjang gelombang 570 nm sedangkan pada sampel tidak adanya puncak pada rentang panjang gelombang 500-700 nm.

Tabel 5. Hasil *scanning* panjang gelombang formalin

Sampel	Hasil <i>Scanning</i>	Panjang Gelombang (nm)
Kontrol (+)		570
S1		-
S2		-
S3		-
S4		-

Sampel	Hasil Scanning	Panjang Gelombang (nm)
S5	<p>Scanning Test Name: N1A 514 0.045</p> <p>0.055 A 0.020 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-
S6	<p>Scanning Test Name: N1A 534 0.033</p> <p>0.050 A 0.010 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-
S7	<p>Scanning Test Name: N1A 513 0.035</p> <p>0.045 A 0.005 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-
S8	<p>Scanning Test Name: N1A 514 0.027</p> <p>0.040 A 0.000 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-
S9	<p>Scanning Test Name: N1A 534 0.033</p> <p>0.050 A 0.010 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-
S10	<p>Scanning Test Name: N1A 570 500 550 0.1490.139 0.125</p> <p>0.180 A 0.110 500.0 Wavelength 700.0 3-Pl Net Value= 0.001 Factor= 1.000</p>	-
G1	<p>Scanning Test Name: N1A 511 0.025</p> <p>0.035 A 0.000 500.0 Wavelength 700.0 ID# : 1</p>	-

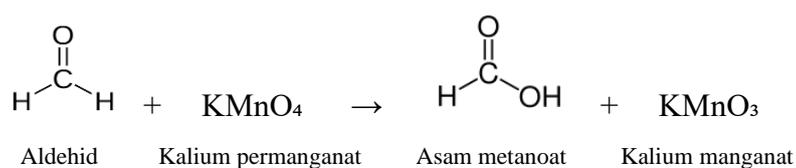
Sampel	Hasil Scanning	Panjang Gelombang (nm)
G2		-
G3		-
G4		-
G5		-

Berdasarkan data dari uji organoleptik dan uji kualitatif berupa pereaksi warna dan *scanning* panjang gelombang formalin dengan Spektrofotometri UV-Vis menunjukkan data negatif mengandung formalin sehingga tidak dilakukan analisis kadar formalin pada sampel tahu putih.

B. Pembahasan

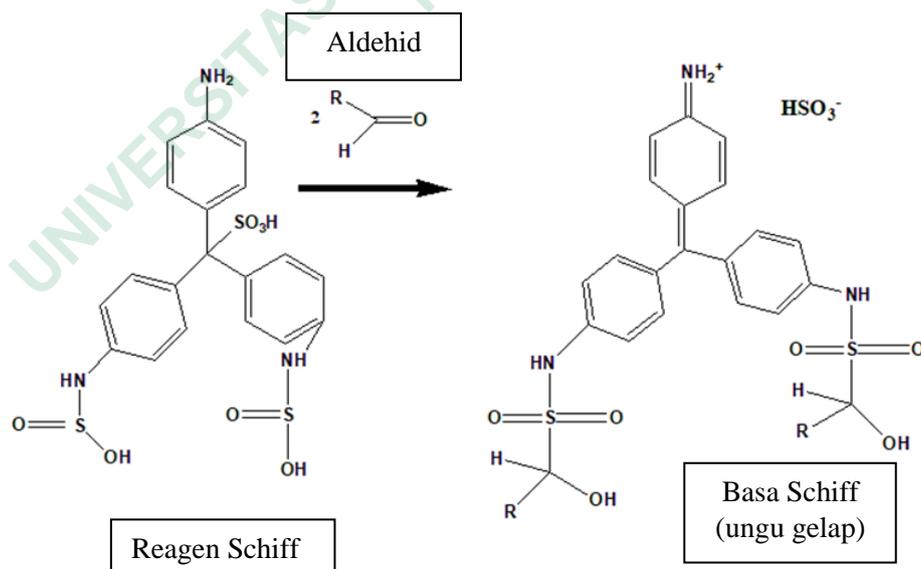
Penelitian ini dilakukan secara uji organoleptik dan kualitatif sebagai skrining awal keberadaan formalin berdasarkan perubahan warna dan *scanning* panjang gelombang formalin di Pasar Gamping dan Pasar Sleman. Pada pengamatan hari pertama pada uji organoleptik tidak mengalami perubahan ciri fisik pada semua sampel tahu putih, sedangkan pada hari kedua dan ketiga mengalami kerusakan pada semua sampel tersebut menjadi berbau asam, bertekstur mudah hancur sudah ditumbuhi jamur dan berwarna kuning. Jamur yang muncul pada tahu putih disebabkan karena tahu putih memiliki kadar air sebagai media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Berdasarkan pengamatan tersebut, hasil uji organoleptik belum ditemukan tahu putih yang dicurigai mengandung formalin. Oleh karena itu, sampel tahu putih perlu dilakukan pengujian lebih lanjut secara kualitatif dengan pereaksi warna dan *scanning* panjang gelombang formalin.

Identifikasi secara kualitatif bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus aldehid yang dimiliki formalin atau formaldehida. Identifikasi secara kualitatif untuk mendeteksi adanya gugus fungsi tersebut dilakukan dengan pereaksi warna meliputi KMnO_4 , Schiff, Fehling A, Fehling B, dan asam kromatofat. Hasil identifikasi secara kualitatif kemudian dibandingkan dengan kontrol positif yaitu formalin p.a dan kontrol negatif yaitu akuades. Kontrol positif yaitu standar formalin p.a digunakan sebagai pembanding untuk mengamati adanya perubahan warna pada sampel tahu putih yang diduga positif mengandung formalin, sedangkan kontrol negatif berupa akuades sebagai pembanding perubahan warna pada sampel yang diduga tidak mengandung formalin. Pereaksi KMnO_4 bertujuan untuk mengidentifikasi adanya gugus aldehid dengan perubahan warna ungu menjadi coklat dengan reaksi pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Reaksi KMnO_4 dengan formalin (Sari *et al.*, 2021)

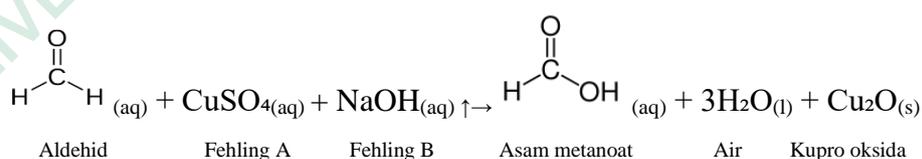
KMnO₄ yang berikatan dengan formalin dapat mengalami reaksi reduksi dan oksidasi. Aldehid pada formalin bereaksi dengan KMnO₄ mengalami reaksi reduksi menghasilkan KMnO₃ yang berwarna coklat sedangkan gugus aldehid pada formalin membentuk asam metanoat akibat reaksi oksidasi (Khaira, 2016). Hal ini dapat dibandingkan dengan kontrol positif yang menunjukkan warna coklat dan kontrol negatif berwarna ungu. Warna ungu yang terbentuk berasal dari warna larutan pereaksi KMnO₄. Delapan sampel (S3, S4, S5, S6, S8, G1, G4, dan G5) tidak mengalami perubahan warna coklat atau tetap berwarna ungu yang menunjukkan tidak memiliki gugus aldehid. Sedangkan tujuh sampel (S1, S2, S7, S9, S10, G2, dan G3) mengalami perubahan warna menjadi ungu kecoklatan karena terdapat gugus aldehid yang berasal dari glukosa yang terkandung dalam sampel tahu putih. Menurut jurnal Ridhani dkk (2021) menjelaskan glukosa merupakan salah satu gula pereduksi dengan ujung rantai berupa gugus aldehid. Gula reduksi memiliki kemampuan mereduksi pada pereaksi KMnO₄ sehingga menyebabkan pereaksi KMnO₄ kurang spesifik untuk uji formalin dalam makanan yang mengandung gula pereduksi (Novitasari *et al.*, 2024). Oleh karena itu, hasil uji tabung dengan pereaksi KMnO₄ perlu dikonfirmasi lebih lanjut dengan pereaksi lainnya.



Gambar 9. Reaksi kimia pereaksi Schiff dengan formalin (Wati *et al.*, 2021)

Pereaksi selanjutnya untuk mengkonfirmasi adanya formalin pada sampel tahu putih dengan pereaksi Schiff. Pereaksi Schiff menghasilkan larutan berwarna ungu dapat dilihat pada **Gambar 9**. Warna ungu pada sampel yang positif mengandung formalin berasal dari reaksi aldehyd dan pereaksi Schiff sehingga terbentuk basa Schiff yang berwarna ungu (Wati *et al.*, 2021). Hasil uji pereaksi Schiff pada 15 sampel tahu putih seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 4** tidak adanya perubahan dari warna bening menjadi ungu sehingga semua sampel negatif mengandung formalin.

Pereaksi Fehling digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus aldehyd pada sampel. Penggunaan pereaksi Fehling dalam penelitian ini dengan perbandingan 1:1 dari Fehling A dan Fehling B. Pencampuran Fehling A dan Fehling B menghasilkan warna biru karena Fehling B memberi suasana basa pada larutan. Formalin direaksikan dengan pereaksi Fehling terbentuk endapan merah bata dari Cu_2O (kupro oksida) yang dapat dilihat pada **Gambar 10**. Reaksi tersebut akibat senyawa aldehyd dioksidasi menjadi senyawa asam karboksilat dan terbentuk Cu_2O . Formalin bereaksi dengan pereaksi Fehling membutuhkan pemanasan agar dapat membentuk endapan merah bata (Novitasari *et al.*, 2024). Hasil uji dengan pereaksi Fehling A dan B pada 15 sampel dapat dilihat pada **Tabel 4** ditandai tidak terbentuknya endapan berwarna merah bata sehingga semua sampel negatif mengandung formalin.



Gambar 10. Reaksi kimia pereaksi Fehling dengan formalin (Novitasari *et al.*, 2024)

Pereaksi asam kromatofat digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus aldehyd pada formalin. Titik kritis pengujian formalin dengan pereaksi asam kromatofat adalah suasana asam (asam sulfat 60%) dan proses pemanasan pada suhu 100°C selama 20 menit sehingga dapat membentuk senyawa kompleks 3,4,5,6-dibenzoxanthylum berwarna ungu (lembayung) dapat dilihat pada

Gambar 4 (Ayuchecaria *et al.*, 2017). Hasil uji dengan pereaksi asam kromatofat pada 15 sampel dapat dilihat pada **Tabel 4** menunjukkan semua sampel berwarna bening kekuningan sehingga semua sampel negatif mengandung formalin. Hal ini terjadi karena tidak terbentuk senyawa kompleks ungu setelah campuran sampel dipanaskan. Kontrol positif berupa standar formalin p.a membentuk warna kompleks ungu, sedangkan kontrol negatif tidak membentuk kompleks warna ungu atau bening kekuningan. Berdasarkan data uji asam kromatofat, semua sampel tahu putih negatif mengandung formalin.

Berdasarkan hasil kualitatif dengan pereaksi warna terutama pada beberapa sampel yang mengalami perubahan warna dengan pereaksi KMnO_4 , sehingga perlu diperkuat dengan *scanning* panjang gelombang formalin untuk memastikan keberadaan formalin pada seluruh sampel dengan metode Spektrofotometri UV-Vis. Sebelum dilakukan *scanning* panjang gelombang sampel tahu putih dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan *operating time* formalin. Penentuan panjang gelombang maksimum digunakan untuk menentukan panjang gelombang pengukuran dimana kompleks antara standar formalin 10 ppm dengan asam kromatofat memberikan absorbansi optimum. Nilai serapan maksimum larutan formalin standar 10 ppm ditemukan pada rentang panjang gelombang 500-700 nm, dengan satu puncak terlihat pada panjang gelombang 570 nm. Penelitian Sarwindah & Wardoyo (2019) dan Suseno (2021) melaporkan hasil serapan maksimum di 570 nm dan 571 nm terhadap formalin dengan asam kromatofat.

Operating time dilakukan untuk menentukan rentang waktu suatu larutan menghasilkan serapan yang stabil dan dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Hasil *operating time* dilakukan selama 60 menit dan didapatkan waktu paling stabil pada menit ke-11 hingga menit ke-33 sehingga pembacaan absorbansi dilakukan pada menit tersebut. Metode Spektrofotometri UV-Vis memiliki sensitivitas yang cukup tinggi pada berbagai sampel larutan. Akan tetapi, formalin adalah larutan yang tidak berwarna tanpa gugus kromofor (Sari *et al.*, 2021). Sedangkan syarat senyawa dapat diukur serapannya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis adalah senyawa yang memiliki gugus kromofor. Gugus kromofor adalah gugus fungsional yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang memberikan serapan pada daerah

ultraviolet atau tampak (visibel) (Rohmah *et al.*, 2021). Formalin membutuhkan penambahan asam kromatofat yang dapat meningkatkan serapan formalin pada daerah UV-Vis. Pada proses pengukuran sampel direaksikan dengan pereaksi asam kromatofat dalam H_2SO_4 60% dapat memberikan spektrum serapan berwarna sehingga dianalisis pada daerah tampak (visibel). Fungsi H_2SO_4 dapat memberikan suasana asam dalam reaksi tersebut pada konsentrasi tertentu sehingga membantu pembentukan kompleks ungu dari 3,4,5,6-dibenzoxanthylum (Xena, 2021). Hasil *scanning* panjang gelombang pada semua sampel tahu putih tidak menunjukkan adanya puncak pada panjang gelombang 500-700 nm, sedangkan pada kontrol positif yaitu formalin menunjukkan adanya puncak pada 570 nm.

Hasil data organoleptik dan kualitatif menunjukkan 15 sampel tahu putih dari Pasar Gamping dan Pasar Sleman disimpulkan tidak menunjukkan perubahan warna dari berbagai pereaksi warna dan tidak memperlihatkan keberadaan puncak formalin pada panjang gelombang tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak adanya kandungan formalin pada sampel tahu putih di Pasar Gamping dan Pasar Sleman. Berdasarkan kesimpulan tersebut penelitian ini tidak dilakukan penetapan kadar formalin pada sampel tahu. Oleh karena itu, masyarakat dapat mengonsumsi tahu putih yang dijual di kedua pasar tradisional dengan aman.