

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dengan Judul “Perbandingan Jumlah Kristal pada Sedimen Urine Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) Segera Diperiksa, ditunda 4 Jam dan 24 Jam Dengan Pengawet Thymol” telah mendapatkan persetujuan dari komisi etik penelitian kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta NO.DP.04.03/e-KEPK.1/792/2026. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember di Laboratorium Kimia Klinik Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Penelitian ini menggunakan 10 sample sisa urine pasien gagal ginjal kronik. Setiap sample diuji sebanyak 3 kali dengan perlakuan berbeda, sehingga diperoleh sejumlah 30 hasil data. Data diperoleh melalui pengukuran jumlah kristal pada urine segar. Selanjutnya, pemeriksaan ulang dilakukan terhadap urine yang telah disimpan selama 4 jam dan 24 jam dengan bahan tambahan thymol.

2. Hasil Penelitian

a. Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah jumlah kristal

pada pasien gagal ginjal kronik segera diperiksa, ditunda 4 jam dan 24 jam dengan pengawet thymol yang dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel. Jumlah kristal pada pasien gagal ginjal kronik segera diperiksa, ditunda 4 jam dan 24 jam dengan pengawet thymol dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Descriptive Statistics Jumlah Kristal

Kristal	Waktu	Mean	Median	Std. Dev	Min	Max
Oksalat	Segera	.60	1.00	.516	0	1
	4 Jam	1.20	1.00	.422	1	2
	24 Jam	1.80	2.00	.422	1	2
Asam Urat	Segera	.50	.50	.527	0	1
	4 Jam	.80	1.00	.422	0	1
	24 Jam	1.50	2.00	.707	0	2
Fosfat	Segera	.60	1.00	.516	0	1
	4 Jam	1.10	1.00	.316	1	2
	24 Jam	1.70	2.00	.483	1	2

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai perubahan jumlah kristal oksalat, asam urat, dan fosfat pada sedimen urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) yang diperiksa segera, ditunda selama 4 jam dengan penambahan pengawet thymol, dan ditunda selama 24 jam dengan penambahan pengawet thymol.

Parameter yang digunakan dalam analisis deskriptif meliputi nilai rata-rata (mean), median, standar deviasi, nilai minimum, dan nilai maksimum. Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan jumlah kristal pada seluruh jenis kristal seiring bertambahnya waktu penundaan pemeriksaan.

Pada kristal oksalat, nilai rata-rata meningkat dari 0,60 pada pemeriksaan segera menjadi 1,20 setelah penundaan 4 jam dan meningkat kembali menjadi 1,80 setelah penundaan 24 jam. Nilai median juga menunjukkan peningkatan dari 1,00 pada pemeriksaan segera dan 4 jam menjadi 2,00 pada pemeriksaan 24 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah kristal oksalat cenderung bertambah selama proses penyimpanan urine meskipun telah ditambahkan pengawet thymol. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa kristal oksalat relatif mudah mengalami presipitasi selama penundaan pemeriksaan sehingga jumlah kristal yang teramati pada mikroskop menjadi lebih banyak dibandingkan pemeriksaan segera.

Pada kristal asam urat, nilai rata-rata mengalami peningkatan dari 0,50 pada pemeriksaan segera menjadi 0,80 setelah penundaan 4 jam dan mencapai 1,50 pada penundaan 24 jam. Nilai median meningkat dari 0,50 pada pemeriksaan segera menjadi 1,00 pada penundaan 4 jam dan menjadi 2,00 pada penundaan 24 jam. Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah kristal asam urat cenderung meningkat seiring lamanya

waktu penyimpanan. Akan tetapi, peningkatan yang terjadi pada penundaan 4 jam masih relatif kecil dibandingkan peningkatan yang terjadi pada penundaan 24 jam. Hal ini menunjukkan bahwa pengawet thymol masih mampu mempertahankan kestabilan kristal asam urat dalam waktu penyimpanan yang lebih singkat, sedangkan pada penyimpanan yang lebih lama terjadi peningkatan jumlah kristal yang lebih nyata.

Pada kristal fosfat, nilai rata-rata meningkat dari 0,60 pada pemeriksaan segera menjadi 1,10 pada penundaan 4 jam dan menjadi 1,70 pada penundaan 24 jam. Nilai median meningkat dari 1,00 pada pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam menjadi 2,00 pada penundaan 24 jam. Hasil ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan jumlah kristal fosfat selama penyimpanan urine. Peningkatan jumlah kristal fosfat dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi urine selama penyimpanan yang menyebabkan terjadinya pengendapan zat-zat terlarut sehingga kristal lebih mudah terbentuk dan terdeteksi pada pemeriksaan mikroskopis.

Secara keseluruhan, hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa seluruh jenis kristal yang diamati mengalami peningkatan jumlah dari pemeriksaan segera, penundaan 4 jam, hingga penundaan 24 jam. Peningkatan paling tinggi terlihat pada pemeriksaan 24 jam untuk semua jenis kristal. Penelitian ini memberikan gambaran awal bahwa lamanya

waktu penundaan pemeriksaan dapat memengaruhi jumlah kristal yang ditemukan dalam sedimen urine pasien gagal ginjal kronik, meskipun sampel telah diberi pengawet thymol. Hasil deskriptif ini selanjutnya diperkuat dengan analisis statistik menggunakan uji Friedman dan uji Wilcoxon untuk mengetahui apakah peningkatan tersebut signifikan secara statistik.

b. Analisis Statistik

Hasil data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan analisis statistik menggunakan *Statistical Product and Service Solution (SPSS)* yang meliputi *Friedman Test (K Related Samples)*. Apabila data masih tidak berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji *Wilcoxon*.

Tabel 2. Hasil Uji Friedman Test

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
<i>Friedman Test</i>			
Kristal Oksalat (Chi-Square=16,000)	< 0,05	0,000	Terdapat perbedaan signifikan
Kristal Asam Urat (Chi-Square=13,923)	< 0,05	0,001	Terdapat perbedaan signifk
Kristal Fosfat (Chi-Square=13,556)	< 0,05	0,001	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji Friedman, diperoleh nilai Chi-Square kristal oksalat sebesar 16,000 dengan nilai signifikansi (Asymp. Sig.) sebesar 0,000. Pada kristal asam urat diperoleh nilai Chi-Square sebesar 13,923 dengan nilai signifikansi sebesar 0,001, sedangkan pada kristal fosfat diperoleh nilai Chi-Square sebesar 13,556 dengan nilai signifikansi sebesar 0,001.

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan jumlah kristal oksalat, asam urat, dan fosfat yang bermakna antara pemeriksaan segera, penundaan 4 jam, dan penundaan 24 jam pada urine pasien gagal ginjal kronik yang diawetkan dengan thymol.

Karena hasil uji Friedman menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, maka analisis dilanjutkan dengan uji Wilcoxon Signed-Rank Test untuk mengetahui pasangan kelompok waktu pemeriksaan yang memiliki perbedaan secara signifikan.

Tabel 3. Mean Rank Friedman Test

Kristal	Segera	Ditunda 4 Jam	Ditunda 24 Jam	Kesimpulan
<i>Mean Rank Friedman Test</i>				
Oksalat	1,20	2,00	2,80	Naik konsisten
Asam Urat	1,45	1,80	2,75	Naik konsisten
Fosfat	1,35	1,95	2,70	Naik konsisten

Berdasarkan hasil Mean Rank Uji Friedman, seluruh jenis kristal menunjukkan peningkatan nilai peringkat rata-rata seiring bertambahnya waktu penundaan pemeriksaan. Pada kristal oksalat, nilai Mean Rank meningkat dari 1,20 pada pemeriksaan segera menjadi 2,00 pada penundaan 4 jam dan 2,80 pada penundaan 24 jam. Pada kristal asam urat, nilai Mean Rank meningkat dari 1,45 menjadi 1,80 dan 2,75, sedangkan pada kristal fosfat meningkat dari 1,35 menjadi 1,95 dan 2,70.

Secara keseluruhan, nilai Mean Rank terendah ditemukan pada pemeriksaan segera dan nilai tertinggi ditemukan pada penundaan 24 jam untuk ketiga jenis kristal. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan jumlah kristal oksalat, asam urat, dan fosfat seiring bertambahnya waktu penundaan pemeriksaan urine. Untuk mengetahui kelompok waktu pemeriksaan yang memiliki perbedaan signifikan secara statistik, analisis dilanjutkan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank Test.

Tabel 4. Hasil Uji Wilcoxon Kristal Oksalat

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
<i>Wilcoxon Signed-Rank Test — Kristal Oksalat</i>			
Segera vs Ditunda 4 Jam (Z=-2,449)	< 0,017	0,014	Terdapat perbedaan signifikan
Segera vs Ditunda 24 Jam (Z=-2,972)	< 0,017	0,003	Terdapat perbedaan signifikan
Ditunda 4 Jam vs 24 Jam (Z=-2,449)	< 0,017	0,014	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan bahwa pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,449 dengan nilai signifikansi sebesar 0,014. Nilai tersebut lebih kecil dari batas signifikansi Bonferroni ($\alpha = 0,017$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam.

Pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,972 dengan nilai signifikansi sebesar 0,003. Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam karena nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,017$.

Sementara itu, pada perbandingan penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,449 dengan nilai signifikansi sebesar 0,014. Nilai tersebut juga lebih kecil dari $\alpha = 0,017$, sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Secara keseluruhan, seluruh pasangan waktu pemeriksaan pada kristal oksalat menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penundaan pemeriksaan urine, baik selama 4 jam maupun 24 jam, dapat menyebabkan perubahan jumlah kristal oksalat pada sampel urine yang diawetkan dengan thymol

Tabel 5. Persentase Kenaikan Kristal Oksalat

Perbandingan	Mean Awal	Mean Akhir	Selisih	% Kenaikan
<i>Kristal Oksalat (Mean: Segera=0,60 4 Jam=1,20 24 Jam=1,80)</i>				
Segera Ditunda 4 Jam	0,60	1,20	+0,60	+100,0%
Segera Ditunda 24 Jam	0,60	1,80	+1,20	+200,0%
Ditunda 4 Jam 24 Jam	1,20	1,80	+0,60	+50,0%

Besarnya perubahan tersebut dapat dilihat dari persentase kenaikan jumlah kristal oksalat antar perlakuan. Berdasarkan nilai rerata, jumlah kristal oksalat meningkat dari 0,60 pada pemeriksaan segera menjadi 1,20 pada penundaan 4 jam dan 1,80 pada penundaan 24 jam. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan sebesar 100% antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam, sebesar 200% antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam, serta sebesar 50% antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Persentase kenaikan tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu penundaan pemeriksaan, semakin besar peningkatan jumlah kristal oksalat yang terbentuk. Temuan ini juga didukung oleh nilai Mean Rank yang meningkat dari 1,20 pada pemeriksaan segera menjadi 2,00 pada penundaan 4 jam dan 2,80 pada penundaan 24 jam, yang menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah kristal oksalat pada setiap perlakuan.

Tabel 6. Hasil Uji Wilcoxon Kristal Asam Urat

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
<i>Wilcoxon Signed-Rank Test — Kristal Asam Urat</i>			
Segera vs Ditunda 4 Jam (Z=-1,732)	$\geq 0,017$	0,083	Tidak terdapat perbedaan signifikan
Segera vs Ditunda 24 Jam (Z=-2,640)	$< 0,017$	0,008	Terdapat perbedaan signifikan
Ditunda 4 Jam vs 24 Jam (Z=-2,646)	$< 0,017$	0,008	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test pada kristal asam urat menunjukkan bahwa perbandingan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam menghasilkan nilai Z sebesar -1,732 dengan nilai signifikansi sebesar 0,083. Nilai tersebut lebih besar dari batas signifikansi Bonferroni ($\alpha = 0,017$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam.

Pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,640 dengan nilai signifikansi sebesar 0,008. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,017$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam.

Selanjutnya, pada perbandingan penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,646 dengan nilai signifikansi sebesar 0,008. Nilai tersebut juga lebih kecil dari $\alpha = 0,017$, sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Secara keseluruhan, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam, namun terdapat perbedaan yang signifikan pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam serta penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Tabel 7. Persentase Kenaikan Kristal Asam Urat

Perbandingan	Mean Awal	Mean Akhir	Selisih	% Kenaikan
<i>Kristal Asam Urat (Mean: Segera=0,50 4 Jam=0,80 24 Jam=1,50)</i>				
Segera Ditunda 4 Jam	0,50	0,80	+0,30	+60,0%
Segera Ditunda 24 Jam	0,50	1,50	+1,00	+200,0%
Ditunda 4 Jam 24 Jam	0,80	1,50	+0,70	+87,5%

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kenaikan jumlah kristal asam urat, terjadi peningkatan rerata kristal dari 0,50 pada pemeriksaan segera menjadi 0,80 pada penundaan 4 jam dan 1,50 pada penundaan 24 jam. Peningkatan tersebut menunjukkan kenaikan sebesar 60% antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam, sebesar 200% antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam, serta sebesar 87,5% antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah kristal asam urat cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu penundaan pemeriksaan urine. Meskipun terjadi peningkatan sebesar 60% pada penundaan 4 jam dibandingkan pemeriksaan

segera, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa perbedaan tersebut belum signifikan secara statistik ($p > 0,017$). Sebaliknya, pada penundaan 24 jam terjadi peningkatan yang lebih besar, yaitu mencapai 200% dibandingkan pemeriksaan segera, dan perbedaan tersebut terbukti signifikan berdasarkan hasil uji Wilcoxon ($p < 0,017$).

Temuan ini juga didukung oleh hasil Mean Rank Uji Friedman yang menunjukkan peningkatan dari 1,45 pada pemeriksaan segera menjadi 1,80 pada penundaan 4 jam dan 2,75 pada penundaan 24 jam. Peningkatan Mean Rank tersebut mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan jumlah kristal asam urat pada setiap perlakuan.

Tabel 8. Hasil Uji Wilcoxon Kristal Fosfat

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
<i>Wilcoxon Signed-Rank Test — Kristal Fosfat</i>			
Segera vs Ditunda 4 Jam ($Z = -2,236$)	$\geq 0,017$	0,025	Tidak terdapat perbedaan signifikan
Segera vs Ditunda 24 Jam ($Z = -2,598$)	$< 0,017$	0,009	Terdapat perbedaan signifikan
Ditunda 4 Jam vs 24 Jam ($Z = -2,449$)	$< 0,017$	0,014	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan Tabel 8, hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test pada kristal fosfat menunjukkan bahwa perbandingan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam menghasilkan nilai Z sebesar -2,236 dengan nilai signifikansi sebesar 0,025. Nilai tersebut lebih besar dari batas signifikansi Bonferroni ($\alpha = 0,017$), sehingga

tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam.

Pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,598 dengan nilai signifikansi sebesar 0,009. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,017$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam.

Selanjutnya, pada perbandingan penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam diperoleh nilai Z sebesar -2,449 dengan nilai signifikansi sebesar 0,014. Nilai tersebut lebih kecil dari $\alpha = 0,017$, sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Secara keseluruhan, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam, namun terdapat perbedaan yang signifikan pada perbandingan pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam serta penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Tabel 9. Persentase Kenaikan Kristal Fosfat

Perbandingan	Mean Awal	Mean Akhir	Selisih	% Kenaikan
<i>Kristal Fosfat (Mean: Segera=0,60 4 Jam=1,10 24 Jam=1,70)</i>				
Segera Ditunda 4 Jam	0,60	1,10	+0,50	+83,3%
Segera Ditunda 24 Jam	0,60	1,70	+1,10	+183,3%
Ditunda 4 Jam 24 Jam	1,10	1,70	+0,60	+54,6%

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kenaikan jumlah kristal fosfat, rerata jumlah kristal meningkat dari 0,60 pada pemeriksaan segera menjadi 1,10 pada penundaan 4 jam dan 1,70 pada penundaan 24 jam. Hasil tersebut menunjukkan adanya kenaikan sebesar 83,3% antara pemeriksaan segera dan penundaan 4 jam, sebesar 183,3% antara pemeriksaan segera dan penundaan 24 jam, serta sebesar 54,6% antara penundaan 4 jam dan penundaan 24 jam.

Peningkatan jumlah kristal fosfat tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu penundaan pemeriksaan urine, semakin besar jumlah kristal fosfat yang terbentuk selama penyimpanan. Meskipun terjadi kenaikan sebesar 83,3% pada penundaan 4 jam dibandingkan pemeriksaan segera, hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa perbedaan tersebut belum signifikan secara statistik ($p=0,025$; $p>0,017$). Sebaliknya, pada penundaan 24 jam terjadi peningkatan yang lebih besar, yaitu sebesar 183,3% dibandingkan pemeriksaan segera, dan perbedaan tersebut terbukti signifikan secara statistik ($p=0,009$; $p<0,017$).

Hasil tersebut juga didukung oleh nilai Mean Rank uji Friedman yang meningkat dari 1,35 pada pemeriksaan segera menjadi 1,95 pada penundaan 4 jam dan 2,70 pada penundaan 24 jam. Peningkatan nilai Mean Rank menunjukkan adanya kecenderungan bertambahnya jumlah kristal fosfat pada setiap perlakuan seiring bertambahnya waktu penundaan pemeriksaan.

Peningkatan jumlah kristal fosfat selama penyimpanan dapat dipengaruhi oleh perubahan pH urine yang cenderung menjadi lebih basa. Kondisi urine yang semakin basa menyebabkan garam fosfat menjadi lebih mudah mengendap dan membentuk kristal. Selain itu, semakin lama urine disimpan, semakin besar kemungkinan terjadinya supersaturasi zat terlarut yang mempercepat proses presipitasi kristal. Meskipun thymol ditambahkan sebagai bahan pengawet, penambahan tersebut tidak sepenuhnya mampu mencegah peningkatan jumlah kristal fosfat selama penyimpanan hingga 24 jam.

B. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) yang disimpan 4 jam dan 24 jam dengan bahan tambahan thymol masih stabil digunakan. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan jumlah kristal pada urine segera diperiksa, ditunda 4 jam dan 24 jam dengan bahan tambahan thymol. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ada pengaruh penundaan urine selama 4 jam dan 24 jam menggunakan tambahan thymol terhadap jumlah kristal oksalat, asam urat dan fosfat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ercan, M.,dkk (2015) yang berjudul “*Stability of urine specimens stored with and without preservatives at room temperature and on ice prior to urinalysis*” menunjukkan bahwa sample tetap stabil di jam ke 2 – 4 dengan bahan tambahan pengawet maupun pendinginan. Namun, di jam ke 24 dapat mengubah hasil sedimen kristal pada urine berdasarkan hasil uji *Wilcoxon* yang menyatakan bahwa tidak berbeda signifikan pada pemeriksaan segera dengan 4 jam untuk kristal asam urat dan fosfat. Namun ada perbedaan yang signifikan pada pemeriksaan 24 jam terhadap semua kristal.

Dalam penelitian ini, konsep kesalahan mengacu pada prinsip mutu pemeriksaan menurut **Clinical Laboratory Improvement Amendments (CLIA)**, yang menyatakan bahwa pemeriksaan mikroskopis urine, termasuk kristal, tidak memiliki batas kesalahan kuantitatif yang baku karena bersifat semi-kuantitatif dan subjektif. Oleh karena itu, kesalahan lebih ditinjau dari adanya perubahan hasil yang tidak mencerminkan kondisi klinis sebenarnya. Berdasarkan hasil analisis statistik, seluruh jenis kristal (oksalat, asam urat, dan fosfat) menunjukkan perbedaan bermakna pada penundaan 24 jam, yang menandakan adanya pengaruh signifikan terhadap hasil pemeriksaan. Kondisi ini mengindikasikan terjadinya kesalahan pra-analitik akibat penundaan waktu, yang menyebabkan perubahan pH, peningkatan supersaturasi, serta proses presipitasi yang memicu peningkatan jumlah kristal selama penyimpanan.

Penundaan pemeriksaan urine dengan penambahan thymol sebagai bahan pengawet dapat mempengaruhi hasil analisis sedimen, khususnya meningkatkan jumlah kristal yang teramati kibat perubahan kondisi urine selama penyimpanan

(**Strasinger & Di Lorenzo, Urinalysis and Body Fluids**). Meskipun thymol berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri dan mempertahankan komposisi urine, senyawa ini dapat mengganggu keseimbangan kelarutan zat-zat di dalam urine (**Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods**). Perubahan tersebut menyebabkan beberapa komponen seperti garam fosfat, oksalat, dan asam urat menjadi lebih mudah mengendap (**Strasinger & Di Lorenzo, Urinalysis and Body Fluids**). Selain itu, selama proses penundaan, dapat terjadi perubahan pH urine yang turut mempengaruhi pembentukan kristal, di mana pH yang lebih basa cenderung meningkatkan kristal fosfat, sedangkan pH asam meningkatkan kristal asam urat (**Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)**).

Faktor waktu penyimpanan juga berperan penting karena semakin lama urine disimpan, semakin besar kemungkinan terjadinya kondisi supersaturasi yang mempercepat proses presipitasi kristal (**Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods**). Di samping itu, thymol juga dilaporkan dapat membentuk artefak yang menyerupai kristal sehingga dapat meningkatkan jumlah kristal yang teramati secara mikroskopis (**Strasinger & Di Lorenzo, Urinalysis and Body Fluids**). Oleh karena itu, peningkatan jumlah kristal pada urine yang ditunda dengan penambahan thymol bukan sepenuhnya mencerminkan kondisi klinis pasien, melainkan dipengaruhi oleh perubahan fisik dan kimia urine selama penyimpanan (**World Health Organization (WHO)**).

Dengan menggunakan sample urine, pemeriksaan jumlah kristal harus segera dilakukan. Penundaan pemeriksaan urine memberikan pengaruh signifikan

terhadap perubahan pH yang selanjutnya berdampak pada jumlah kristal yang terbentuk. Selama urine didiamkan, aktivitas bakteri dapat menguraikan urea menjadi amonia sehingga menyebabkan pH urine meningkat atau menjadi lebih basa (**Strasinger & Di Lorenzo, Urinalysis and Body Fluids**). Peningkatan pH ini akan menurunkan kelarutan beberapa zat, khususnya garam fosfat, sehingga lebih mudah mengendap dan membentuk kristal dalam jumlah yang lebih banyak (**Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)**).

Sebaliknya, pada kondisi tertentu perubahan pH yang cenderung asam juga dapat terjadi, misalnya akibat proses metabolik atau kondisi penyimpanan tertentu, yang dapat memicu pembentukan kristal asam urat. Namun secara umum, penundaan urine lebih sering menyebabkan pH menjadi basa sehingga kristal fosfat lebih dominan meningkat. Perubahan pH ini menciptakan kondisi supersaturasi, yaitu keadaan di mana zat terlarut melebihi batas kelarutannya dan akhirnya mengalami presipitasi menjadi kristal (**Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods**).

Dengan demikian, perubahan pH akibat penundaan urine berperan langsung dalam meningkatkan jumlah kristal yang teramati, sehingga hasil pemeriksaan tidak lagi mencerminkan kondisi asli dalam tubuh pasien, melainkan dipengaruhi oleh perubahan kimia selama penyimpanan (**World Health Organization (WHO)**).

Kelemahan pada penelitian ini adalah peneliti tidak dapat memperkirakan jumlah sampel karena terbatas dan tidak adanya variasi karakteristik responden (misalnya usia, pola makan, atau kondisi kesehatan) dapat mengurangi kekuatan generalisasi hasil penelitian. Terakhir, penelitian ini mungkin tidak

mempertimbangkan semua faktor pengganggu seperti hidrasi pasien, waktu pengambilan sampel, serta jenis urine (pagi atau sewaktu), yang juga dapat mempengaruhi pembentukan kristal. Oleh karena itu, hasil penelitian perlu diinterpretasikan dengan hati-hati karena masih terdapat berbagai keterbatasan metodologis yang dapat mempengaruhi validitas dan reliabilitas data.