

PERBEDAAN JUMLAH KRISTAL PADA SEDIMEN URINE PASIEN
GAGAL GINJAL KRONIK (GGK) SEGERA DIPERIKSA, DITUNDA 4 JAM
DAN 24 JAM DENGAN PENGAWET THYMOL

Miananda Rachma Putri¹, Sujono², Menik Kasiyati³

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Jalan Ngadinegaran MJ III/62 Yogyakarta, Telp. (0274) 374200

Email : mianandarachma@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang : Pemeriksaan sedimen urine merupakan parameter penting dalam evaluasi fungsi ginjal pada pasien Gagal Ginjal Kronik. Penundaan pemeriksaan urine dapat memengaruhi stabilitas kristal akibat perubahan pH, suhu, dan aktivitas bakteri. Penggunaan thymol sebagai pengawet diharapkan dapat mempertahankan kestabilan sedimen urine selama penyimpanan

Tujuan : Mengetahui perbedaan jumlah kristal pada sedimen urine pasien GGK yang diperiksa segera, ditunda 4 jam, dan 24 jam dengan pengawet thymol.

Metode : Penelitian ini merupakan penelitian pre-eksperimental menggunakan sampel urine pasien GGK. Sampel diperiksa segera, ditunda 4 jam, dan ditunda 24 jam dengan penambahan thymol. Analisis statistik menggunakan Friedman, dan Wilcoxon.

Hasil : Penundaan 4 jam masih menunjukkan hasil yang relatif stabil pada kristal asam urat dan fosfat, namun mulai terjadi perubahan pada kristal oksalat. Penundaan 24 jam menunjukkan peningkatan jumlah kristal yang lebih signifikan pada ketiga jenis kristal.

Kesimpulan : Penundaan pemeriksaan urine memengaruhi jumlah kristal sedimen urine. Penundaan 4 jam masih relatif aman untuk kristal tertentu, sedangkan penundaan 24 jam menunjukkan perubahan bermakna.

Kata Kunci : gagal ginjal kronik,, kristal urine, thymol.

DIFFERENCE IN THE NUMBER OF CRYSTAL COUNTS IN URINE
SEDIMENT OF CHRONIC KIDNEY FAILURE (CKF) PATIENTS WHEN
TESTED IMMEDIATELY, DELAYS 4 HOURS, AND 24 HOURS WITH THE
PRESERVATIVE THYMOL

Miananda Rachma Putri¹, Sujono², Menik Kasiyati³

Department of Medical Laboratory Technologi Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Jalan Ngadinegaran MJ III/62 Yogyakarta, Telp. (0274) 374200

Email : mianandarachma@gmail.com

ABSTRACT

Background: Urine sediment examination is an important parameter in evaluating kidney function in patients with chronic kidney disease. Delaying urine examination can affect crystal stability due to changes in pH, temperature, and bacterial activity. The use of thymol as a preservative is expected to maintain urine sediment stability during storage.

Objective: To determine the difference in the number of crystals in urine sediment of CKD patients examined immediately, delayed for 4 hours, and 24 hours with the addition of thymol as the preservative.

Methods: This is a pre-experimental study using urine samples from CKD patients. Samples were examined immediately, delayed for 4 hours, and delayed for 24 hours with the addition of thymol. Statistical analysis used Friedman and Wilcoxon tests.

Results: The 4-hour delay still showed relatively stable results for uric acid and phosphate crystals, but changes began to occur for oxalate crystals. The 24-hour delay showed a more significant increase in the number of crystals for all three types.

Conclusion: Delaying urine examination affects the number of crystals in urine sediment. The 4-hour delay is relatively safe for certain crystals, while the 24-hour delay showed significant changes.

Keywords: chronic renal failure, urine crystals, thymol.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit gagal ginjal kronik (GGK) merupakan masalah kesehatan masyarakat global dengan meningkatnya prevalensi, insiden, morbiditas, dan prognosis gagal ginjal (Nasution *et al.*, 2020). Gagal ginjal sendiri merupakan penyakit irreversible yang mengganggu struktur dan fungsi ginjal sehingga menyebabkan metabolisme serta ketidakseimbangan cairan dan elektrolit (Cahyani *et al.*, 2022). Sedimen urin yang tidak normal merupakan salah satu tanda gagal ginjal (Pratiwi & Suryaningsih, 2020). Batu kristal tersebut terdiri dari bahan organik dan anorganik yang larut dalam urin (Dinda, 2011). Kristal yang saling mengendap membentuk inti batuan (nukleus) yang kemudian akan mengadakan agregasi dan menarik bahan-bahan lain untuk membentuk kristal yang lebih besar (Purnomo, 2015). Sumbatan batu yang terbentuk pada daerah saluran kemih biasanya berupa batu kalsium terutama kalsium oksalat (Rizal Makarim F, 2021).

Gagal ginjal kronik dapat menyebabkan ginjal tidak mampu berkonsentrasi dan mengencerkan urin. Sedimentasi yang tinggi dan penurunan keluaran urin menyebabkan kelainan komposisi urin (Dewi, 2022). Kalsium oksalat dalam urin dapat diidentifikasi dengan mengamati sedimen urin. Pemeriksaan sedimen urin, termasuk pemeriksaan rutin yang digunakan untuk mendeteksi kelainan pada ginjal dan saluran kemih. Selain

itu, pemeriksaan sedimen urin dapat digunakan untuk konfirmasi mengenai hasil pemeriksaan kimia urin. Unsur unsur yang terdapat pada sedimen urin dibagi menjadi 2, yaitu unsur organik dan anorganik. Unsur organik yaitu sel epitel, leukosit, eritrosit, silinder dan lainnya, sedangkan unsur anorganik yaitu meliputi zat-zat amorf dan kristal. Kristal pada sedimen urin bermacam-macam, yaitu kristal asam urat, kalsium oksalat, kolesterol, dan lainnya (Ariffriana,2016).

Pemeriksaan sedimen urin membantu mengevaluasi dan memantau perkembangan penyakit ginjal pada pasien gagal ginjal kronik (Cavanaugh & Perazella, 2019). Pemeriksaan sedimen urine merupakan langkah krusial dalam penilaian kinerja ginjal, terutama pada individu dengan pengidap gagal ginjal kronik karena variasi dalam jumlah dan tipe kristal dapat menggambarkan keadaan biokimia serta perkembangan masalah ginjal. Namun, keberadaan kristal dalam urin sangat dipengaruhi oleh durasi penyimpanan, variasi pH, dan pertumbuhan bakteri setelah pengambilan contoh. Sampel yang diperiksa setelah jeda waktu dapat mengalami pembentukan kristal baru atau pelarutan beberapa kristal, sehingga hasil akhirnya tidak lagi mencerminkan keadaan awal.

Menunda analisis sedimen urine dapat mengakibatkan terciptanya kristal baru yang tidak mencerminkan kondisi sebenarnya, karena perubahan pH saat penyimpanan dapat menyebabkan presipitasi kristal seperti kalsium oksalat dan urat amorf (Albasan H. *et al.* , 2003). Penundaan ini juga bisa membuat beberapa kristal, seperti struvit atau fosfat amorf

larut karena perubahan pH urine yang disebabkan oleh degradasi urea oleh bakteri. Selain itu, penyimpanan yang terlalu lama berisiko tumbuhnya bakteri, yang akan mengubah pH dan osmolalitas urine, sehingga membuat komposisi kristal menjadi tidak stabil atau berubah (Tinjauan Ilmu Laboratorium Medis, 2019). Kristal juga dapat saling menempel atau menggumpal, membuat jumlahnya terlihat lebih banyak atau ukuran lebih besar dibandingkan dengan kondisi aslinya (Di Lorenzo *et al.* 2019). Penundaan selama 4 jam sering dijadikan acuan untuk menggambarkan praktik laboratorium yang umum, karena mayoritas sampel diterima dalam rentang waktu tersebut, dan stabilitas komponen sedimen masih bisa dipertahankan dengan menyimpannya pada suhu 2–8 °C tanpa bahan pengawet (CLSI, 2022). Sebaliknya, penundaan selama 24 jam menunjukkan situasi penyimpanan jangka panjang, seperti pada koleksi urin selama 24 jam atau proses pengiriman dari fasilitas kesehatan lain (Cheesbrough, 2012; Kouri *et al.*, 2000) yang secara signifikan meningkatkan kemungkinan terjadinya perubahan mikrobiologis dan kimiawi. (Simerville *et al.*, 2005; Cheesbrough, 2012).

Penundaan dalam pengujian urin selama beberapa jam mengakibatkan perubahan mikrobiologis yang signifikan, terutama dengan meningkatnya jumlah bakteri sebagai akibat dari pertumbuhan pada suhu ruangan. Penelitian yang dilakukan oleh Aziza *et al.* (2024) menunjukkan bahwa setelah urin disimpan selama 5 jam pada suhu 20–25 °C, jumlah bakteri mengalami lonjakan drastis, menandakan bahwa proses mikroba

Penundaan dalam pengujian urin selama beberapa jam mengakibatkan perubahan mikrobiologis yang signifikan, terutama dengan meningkatnya jumlah bakteri sebagai akibat dari pertumbuhan pada suhu ruangan. Penelitian yang dilakukan oleh Aziza *et al.* (2024) menunjukkan bahwa setelah urin disimpan selama 5 jam pada suhu 20–25 °C, jumlah bakteri mengalami lonjakan drastis, menandakan bahwa proses mikroba penting untuk membandingkan jumlah kristal antara pemeriksaan langsung, penundaan selama 4 jam, dan penundaan selama 24 jam dengan penggunaan thymol untuk mengevaluasi sejauh mana waktu penyimpanan serta penggunaan bahan pengawet mempengaruhi kestabilan kristal urine.

Pada pasien yang menderita Penyakit Ginjal Kronis (CKD), analisis terhadap kristal kalsium oksalat, asam urat, dan fosfat sangat penting dilakukan sebab ketiga kristal ini sering muncul dan menggambarkan perubahan biokimia yang terjadi akibat menurunnya fungsi ginjal. Kristal kalsium oksalat diutamakan karena CKD mengakibatkan penurunan laju filtrasi glomerulus, sehingga kadar oksalat dalam darah meningkat dan lebih mudah terkonsentrasi dalam urine, menjadikannya jenis kristal yang paling umum terdeteksi pada individu dengan masalah ginjal (Fogazzi, 2010). Selain itu, analisis kristal asam urat juga sangat signifikan karena banyak pasien GJK mengalami tingkat asam urat yang tinggi akibat masalah dalam ekskresi purin, dan kondisi urine yang cenderung bersifat asam pada GJK membuat pembentukan kristal ini lebih mungkin terjadi (Burtis & Bruns, 2015). Di sisi lain, kristal fosfat, termasuk struvite, dipilih karena pasien

CKD lebih rentan terhadap infeksi saluran kemih yang memicu peningkatan pH urine, sehingga memperbesar peluang terbentuknya kristal fosfat (Simerville, Maxted & Pahira, 2005). Pemeriksaan ketiga jenis kristal ini memberikan wawasan mengenai stabilitas metabolisme urine, potensi terjadinya nefrolitiasis, serta kemungkinan progresi kerusakan ginjal, sehingga menjadi elemen penting dalam analisis sedimen urine bagi pasien CKD.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik ingin mempelajari melalui penelitian tentang pengamatan kristal pada sedimen urine pasien gagal ginjal kronis dengan tujuan mengetahui hasil dari unsur kristal pada sedimen urine.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada perbedaan jumlah kristal pada urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) yang di awetkan dengan thymol selama 4 jam dan 24 jam ?

C. Tujuan Pemeriksaan

Mengetahui perbedaan jumlah kristal pada sample urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) yang diperiksa langsung dan diawetkan dengan thymol yang disimpan selama 4 jam dan 24 jam.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah bidang Teknologi Laboratorium Medis mencakup Kimia Klinik khususnya pemeriksaan jumlah kristal dalam sedimen urine.

E. Manfaat Penelitian

a. Teoritis

Penelitian diharapkan dapat menambah wawasan dalam melakukan suatu penelitian di bidang ilmu kimia klinik khususnya pemeriksaan jumlah kristal dalam sedimen urine.

b. Manfaat Praktik

Memperoleh bukti bahwa urine yang tunda dengan pengawet thymol yang disimpan selama 4 jam dan 24 jam masih dapat digunakan sebagai sample pemeriksaan terkait jumlah kristal pada pasien gagal ginjal kronik (GGK)

F. Keaslian Penelitian

- a. Penelitian Ercan, M., dkk (2015) dengan judul “*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 seperti sel & kristal pada urine.
- b. Penelitian Ribeiro, dkk. (2013) dengan judul “*urine storage under refrigeration preserves sample in chemical, cellularity and bacteria analysis of ACS*” menunjukkan kristal terendap meningkat, dari 7/80 awal menjadi 36/80 setelah di diamkan 24 jam. Penyimpanan 24 jam sering memicu presipitasi kristal.

- c. Penelitian Fitriani,dkk (2014) dengan judul “ *Pengaruh Penundaan waktu Terhadap Hasil Urinalisis Sedimen Urin* ” menunjukkan bahwa adanya perubahan komponen sedimen urine pada penundaan 4 jam .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Gagal Ginjal Kronik (GGK)

a. Definisi

Ginjal memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan metabolisme. Ginjal bertugas menyaring darah, mengambil kembali air dengan selektif, serta mengeluarkan limbah metabolisme melalui urin untuk mengatur kadar cairan dalam tubuh, elektrolit, dan keseimbangan asam serta basa (Nurjanah *et al.*, 2023). Selain peran dalam pengaturan dan pembuangan, ginjal juga memproduksi renin yang berfungsi untuk mengatur tekanan darah, vitamin D aktif yang mengontrol kalsium, serta eritropoietin yang mendorong pembentukan sel darah merah (Rahayu & Safrudin, 2022).

Gagal ginjal kronis adalah kondisi di mana fungsi ginjal mengalami penurunan yang terus-menerus dan tidak dapat kembali normal, yang mengganggu keseimbangan metabolit, cairan, dan elektrolit. Kerusakan pada ginjal semakin parah seiring berjalannya waktu akibat penumpukan limbah metabolisme (racun uremik) dalam darah (Haksara & Rahmanti, 2021). Penyakit Ginjal Tahap Akhir (ESRD) adalah kondisi gagal ginjal kronis yang

menyebabkan kerusakan permanent pada ginjal. Hemodialisis dapat membantu pasien yang mengalami gagal ginjal kronis untuk dapat bertahan hidup (Natassia & Pistanty, 2020).

a. Klasifikasi dan Stadium Gagal Ginjal Kronis

Gagal ginjal kronis (GGK) diatur berdasarkan laju penyaringan glomerulus (LFG/eGFR) dan tingkat albuminuria sesuai dengan pedoman Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). CKD dibagi menjadi lima tahap berdasarkan nilai eGFR, yaitu

- 1) Tahap 1 dengan $\text{eGFR} \geq 90 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$ yang menunjukkan adanya kerusakan ginjal.
- 2) Tahap 2 dengan $\text{eGFR} 60\text{--}89 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$ yang mencerminkan penurunan fungsi ginjal ringan.
- 3) Tahap 3 yang terdiri dari tahap 3a ($\text{eGFR} 45\text{--}59 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$) dan tahap 3b ($\text{eGFR} 30\text{--}44 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$) yang menandakan penurunan fungsi ginjal dari ringan hingga sedang.
- 4) Tahap 4 dengan $\text{eGFR} 15\text{--}29 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$ yang menunjukkan penurunan fungsi ginjal yang serius.
- 5) Tahap 5 dengan eGFR di bawah $15 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$, yang digunakan untuk menilai seberapa serius penyakit serta potensi komplikasi kardiovaskular dan risiko progresif pada pasien GGK (KDIGO, 2013; KDIGO, 2024).

b. Perubahan fungsi ginjal pada GGK

Pada gagal ginjal kronik (GGK), terjadi penurunan fungsi ginjal yang bersifat progresif dan irreversible akibat kerusakan nefron secara bertahap, sehingga kemampuan ginjal dalam melakukan filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi zat terlarut menjadi terganggu (Price & Wilson, 2014). Penurunan laju filtrasi glomerulus menyebabkan akumulasi sisa metabolisme seperti ureum dan kreatinin dalam darah, serta gangguan keseimbangan cairan, elektrolit, dan asam basa (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, fungsi tubulus ginjal juga mengalami penurunan sehingga reabsorpsi dan ekskresi zat seperti natrium, kalium, fosfat, dan kalsium menjadi tidak optimal, yang dapat memicu kelainan elektrolit dan pembentukan kristal dalam urin (KDIGO, 2013). Kerusakan ginjal yang berlanjut juga menyebabkan penurunan produksi eritropoietin dan aktivasi vitamin D, sehingga dapat menimbulkan anemia serta gangguan metabolisme tulang dan mineral pada pasien GGK (Kemenkes RI, 2017).

c. Dampak Gagal Ginjal Kronik terhadap komposisi urine

Gagal ginjal kronik (GGK) menyebabkan perubahan signifikan pada komposisi urine akibat menurunnya fungsi filtrasi glomerulus serta gangguan proses reabsorpsi dan sekresi di tubulus ginjal (Guyton & Hall, 2021). Penurunan laju filtrasi glomerulus mengakibatkan perubahan konsentrasi zat terlarut dalam urine, seperti peningkatan ekskresi protein (proteinuria/albuminuria),

perubahan kadar elektrolit, serta meningkatnya konsentrasi zat sisa metabolisme seperti urea, kreatinin, asam urat, dan fosfat (KDIGO, 2013). Selain itu, gangguan fungsi tubulus menyebabkan kemampuan ginjal dalam memekatkan dan mengencerkan urine menurun, sehingga urine cenderung menjadi isostenurik dengan berat jenis yang relatif tetap (Price & Wilson, 2014). Perubahan pH urine juga sering terjadi pada pasien GGK akibat gangguan keseimbangan asam basa, yang dapat memicu terbentuknya kristal urin dan sedimen tertentu serta meningkatkan risiko komplikasi saluran kemih (Kemenkes RI, 2017).

d. Hubungan Gagal Ginjal Kronik dengan pembentukan kristal urine

Gagal ginjal kronik (GGK) memiliki kaitan yang kuat dengan pembentukan kristal dalam urin karena penurunan kemampuan ginjal menyebabkan gangguan pada proses filtrasi glomeruli serta reabsorpsi dan sekresi di tubulus ginjal. Akibatnya, zat terlarut tidak dapat dikeluarkan secara efisien (Price & Wilson, 2014). Penurunan laju filtrasi glomerulus terkait GGK mengarah pada peningkatan konsentrasi zat sisa metabolik seperti asam urat, kalsium, fosfat, dan oksalat di urin, yang berpotensi menciptakan kondisi supersaturasi dan memfasilitasi proses pembentukan kristal (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, perubahan pH urin yang disebabkan oleh ketidakseimbangan asam-basa pada pasien GGK

juga berpengaruh pada jenis dan jumlah kristal yang terbentuk, seperti kristal asam urat pada urin yang bersifat asam atau kristal kalsium fosfat pada urin yang bersifat alkalis (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

Gangguan dalam aliran urin, adanya proteinuria, serta berkurangnya kemampuan ginjal untuk mengatur keseimbangan elektrolit pada pasien GJK dapat mempercepat penggabungan kristal dan meningkatkan jumlah endapan kristal dalam urin (KDIGO, 2013).

2. Urine dan Sedimen Urine

a. Pengertian Urine

Urine merupakan cairan buangan dari proses metabolisme tubuh yang dihasilkan oleh ginjal melalui berbagai langkah fisiologis. Proses ini mencakup penyaringan darah di glomerulus, pengembalian zat-zat penting yang diperlukan oleh tubuh, serta pengeluaran sisa-sisa dan kelebihan elektrolit di saluran ginjal. Setelah itu, urine mengalir melalui pelvis ginjal, ureter, disimpan sementara di kandung kemih, dan akhirnya dikeluarkan melalui uretra (Guyton & Hall, 2021). Urine memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan homeostasis tubuh, terutama dalam mengatur keseimbangan cairan, elektrolit, tekanan osmotik, dan keseimbangan asam

basa. Oleh karena itu, perubahan dalam volume maupun komposisi urine bisa menunjukkan adanya gangguan pada fungsi ginjal atau sistem metabolisme tubuh (Price & Wilson, 2014).

Secara umum, urine terdiri dari sekitar 95% air dan 5% zat terlarut, yang mencakup urea sebagai produk utama dari metabolisme protein, kreatinin yang berasal dari metabolisme otot, asam urat hasil pemecahan purin, serta beragam elektrolit seperti natrium, kalium, klorida, kalsium, dan fosfat. pH serta berat jenis urine dapat bervariasi tergantung pada kondisi fisiologis masing-masing individu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Selain berfungsi sebagai media ekskresi, urine juga memiliki nilai

diagnostik yang signifikan, karena analisis fisik, kimia, dan mikroskopis terhadap urine dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi kemampuan ginjal, mendeteksi infeksi saluran kemih, serta mengidentifikasi gangguan metabolik dan berbagai penyakit sistemik lainnya (Kemenkes RI, 2017)

b. Komposisi urine

Komposisi urine yang normal terdiri dari kira-kira 95% air dan sekitar 5% zat terlarut, yang merupakan produk akhir dari metabolisme tubuh serta kelebihan bahan yang tidak dibutuhkan, di mana zat-zat tersebut dikeluarkan

melalui ginjal sebagai bagian dari sistem homeostasis tubuh (Guyton & Hall, 2021). Komponen zat terlarut utama dalam urine normal mencakup urea sebagai hasil dari metabolisme protein, kreatinin yang berasal dari metabolisme otot, serta asam urat yang terbentuk dari pemecahan purin, yang dikeluarkan dalam jumlah bervariasi bergantung pada fungsi ginjal dan kondisi metabolik seseorang (Price & Wilson, 2014). Di samping itu, urine normal juga terdapat elektrolit seperti natrium, kalium, klorida, kalsium, magnesium, fosfat, dan sulfat, yang berfungsi dalam pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh (Guyton & Hall, 2021).

Dari segi fisik dan kimia, urine normal memiliki warna kuning yang jernih, dengan pH berkisar antara 4,5 hingga 8,0, berat jenis sekitar 1,005 hingga 1,030, dan tidak mengandung protein, glukosa, keton, bilirubin, atau darah dalam jumlah yang secara klinis bermakna (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Pemeriksaan komposisi urine yang normal sangat penting untuk menilai fungsi ginjal dan mendeteksi kemungkinan adanya kelainan patologis jika terjadi penyimpangan *dari nilai yang dianggap normal (Kemenkes RI, 2017)*.

c. Pengertian sedimen urine

Sedimen urine merupakan elemen padat yang berasal dari urine setelah dilakukan proses sentrifugasi, dan selanjutnya diperiksa dengan mikroskop untuk mengenali berbagai komponen seluler maupun non-seluler yang ada di dalamnya (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Sedimen urine berasal dari ginjal serta saluran kemih, sehingga kandungan dan jumlah elemennya sangat dipengaruhi oleh aktivitas filtrasi glomerulus, reabsorpsi, sekresi pada tubulus, dan juga kondisi patologis yang terjadi di ginjal dan saluran kemih (Price & Wilson, 2014). Umumnya, komponen yang terdapat dalam sedimen urine termasuk sel darah merah, sel darah putih, sel epitel dari ginjal dan saluran kemih, serta silinder (casts) yang terbentuk dalam tubulus ginjal, kristal urine, mikroorganisme seperti bakteri atau jamur, dan juga unsur lainnya seperti lendir dan debris amorf (Strasinger & Di Lorenzo, 2022). Analisis sedimen urine memiliki nilai diagnostik yang signifikan karena dapat membantu dalam mengidentifikasi adanya infeksi saluran kemih, peradangan, perdarahan, kerusakan pada parenkim ginjal, masalah metabolik, hingga kemungkinan terbentuknya batu ginjal, sehingga penelitian sedimen urine merupakan elemen penting dalam pemeriksaan urine reguler dalam praktik klinik serta laboratorium (Kemenkes RI, 2017).

d. Proses pemeriksaan sedimen urine

Pemeriksaan sedimen urine adalah komponen dari analisis urine rutin yang bertujuan untuk mengenali elemen seluler dan non- seluler dalam urine melalui pengamatan di bawah mikroskop (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Langkah pertama dalam pemeriksaan ini meliputi pengambilan sampel urine yang baru, biasanya urine yang diambil sewaktu atau urine pagi, yang selanjutnya dicampur secara merata dan disentrifugasi pada kecepatan sekitar 1. 500-2. 000 rpm selama lima menit untuk memisahkan partikel padat (Kemenkes RI, 2017). Setelah proses sentrifugasi, sebagian supernatan dibuang dan endapan (sedimen) dilarutkan kembali, kemudian diambil sedikit dan diletakkan pada kaca objek, serta ditutup dengan kaca penutup untuk diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan berbagai pembesaran rendah dan tinggi (Price & Wilson, 2014). Dalam tahap ini, dilakukan identifikasi serta penilaian terhadap kuantitas dan kualitas komponen sedimen seperti sel darah merah, sel darah putih, sel epitel, silinder, kristal, dan mikroorganisme. Hasil dari pemeriksaan ini digunakan untuk memahami kondisi ginjal dan saluran kemih pasien (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

e. Faktor yang memengaruhi hasil sedimen urine

Hasil dari analisis sedimen urine dipengaruhi oleh berbagai elemen, baik yang berasal dari kondisi individu pasien maupun faktor-faktor pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik dari pemeriksaan tersebut (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Unsur pra-analitik mencakup metode dan waktu pengumpulan sampel urine, dengan disarankan untuk menggunakan urine pagi karena konsentrasinya yang lebih tinggi, serta teknik pengambilan yang tidak steril bisa menyebabkan munculnya kontaminasi sel epitel, bakteri, atau sisa-sisa yang berdampak pada hasil sedimen (Kemenkes RI, 2017). Penundaan dalam pemeriksaan dan cara penyimpanan juga memiliki dampak yang signifikan, karena urine yang dibiarkan terlalu lama pada suhu ruangan dapat mengalami variasi pH, pertumbuhan bakteri, serta kerusakan sel yang mengakibatkan perubahan dalam jumlah sel dan pembentukan kristal baru (Price & Wilson, 2014).

Di samping itu, unsur analitik seperti kecepatan dan durasi sentrifugasi, volume urine yang digunakan, serta keterampilan petugas dalam menyiapkan dan memeriksa preparat mikroskopis juga sangat mempengaruhi tingkat akurasi hasil sedimen urine (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

Selain itu, keadaan pasien seperti tingkat hidrasi, pola makan, penggunaan obat, dan adanya penyakit tertentu juga dapat berperan dalam memengaruhi komposisi sedimen urine yang terdeteksi (Guyton & Hall, 2021).

3. Kristal dalam Urine

a. Pengertian Kristal Urine

Kristal urine merupakan suatu bentuk padatan yang memiliki konfigurasi geometris yang terjadi akibat endapan senyawa- senyawa terlarut dalam urine saat kondisi supersaturasi terjadi. Hal ini terjadi ketika konsentrasi zat melampaui kapasitas urine untuk mempertahankan zat tersebut dalam bentuk terlarut. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi ini termasuk pH, temperatur, jumlah elektrolit, dan durasi penyimpanan urine (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Kristal urine dapat berasal dari senyawa yang dihasilkan oleh tubuh seperti kalsium oksalat, asam urat, kalsium fosfat, amonium urat, dan sistin, maupun dari senyawa yang masuk dari luar seperti beberapa jenis obat. Masing-masing senyawa ini memiliki bentuk yang unik dan dapat dikenali melalui analisis mikroskopis dari sedimen urine (Price & Wilson, 2014).

Dalam keadaan normal, kristal bisa ditemukan dalam jumlah sedikit tanpa menunjukkan masalah, tetapi jika

jumlahnya meningkat atau terdapat jenis kristal tertentu, hal tersebut bisa menjadi tanda adanya gangguan metabolisme, perubahan keseimbangan asam dan basa, infeksi di saluran kemih, atau penurunan fungsi ginjal. Kristal juga dapat menjadi indikator awal terjadinya pembentukan batu di saluran kemih (urolitiasis) (Guyton & Hall, 2021). Oleh karena itu, pengenalan kristal urine sangat penting untuk diagnosis dalam menilai fungsi ginjal serta metabolisme tubuh dan untuk menilai kemungkinan risiko terjadinya batu ginjal (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

b. Mekanisme Terbentuknya Kristal Urine

Proses terbentuknya kristal dalam urin dimulai dengan adanya kondisi supersaturasi, yaitu situasi di mana konsentrasi zat terlarut dalam urin seperti kalsium, oksalat, fosfat, atau asam urat melebihi tingkat kelarutannya sehingga zat-zat tersebut tidak dapat tetap larut dan mulai mengendap (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Kondisi supersaturasi ini dipengaruhi oleh beberapa hal, termasuk peningkatan pengeluaran bahan tertentu, penurunan jumlah urin, dan perubahan pH urin yang dapat menurunkan kelarutan zat terlarut tertentu, contohnya adalah kristal asam urat yang cenderung

terbentuk di urin yang bersifat asam dan kristal kalsium fosfat yang muncul di urin bersifat alkalis (Price & Wilson, 2014).

Setelah terjadinya supersaturasi, tahap nukleasi dimulai, yang merupakan proses pembentukan inti kristal kecil yang kemudian berkembang menjadi kristal lebih besar dengan tambahan molekul-molekul serupa dari urin di sekitarnya (Guyton & Hall, 2021). Kristal yang sudah terbentuk selanjutnya dapat mengalami agregasi, yaitu proses penggabungan sejumlah kristal kecil menjadi satu kristal yang lebih besar, yang dipengaruhi oleh aliran urin, keberadaan protein dalam urin, serta kerusakan pada epitel tubulus ginjal (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Selain itu, penurunan zat-zat yang menghambat kristalisasi secara alami dalam urin, seperti sitrat dan magnesium, serta gangguan fungsi ginjal seperti pada kondisi gagal ginjal kronis, dapat mempercepat pembentukan dan penumpukan kristal urin, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya sedimentasi kristal dan batu di saluran kemih (KDIGO, 2013).

c. Jenis-Jenis Kristal

Jenis-jenis kristal yang terdapat dalam urine bisa dikelompokkan berdasarkan pH dan komposisi kimianya, karena pembentukan kristal sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan urine, terutama tingkat keasaman, konsentrasi zat terlarut, serta suhu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Dalam urine yang bersifat asam, jenis kristal yang paling umum dijumpai mencakup kristal asam urat, yang memiliki bentuk rombus, roset, atau barrel dan sering kali memiliki warna kuning kecokelatan; kristal kalsium oksalat, yang berbentuk amplop atau dumbbell dan dapat hadir baik dalam urine yang normal maupun yang patologis; serta kristal sistin, yang berbentuk heksagonal dan bersifat patologis karena berkaitan dengan gangguan metabolik yang diturunkan (Price & Wilson, 2014). Dalam urine yang bersifat alkalis, jenis kristal yang biasa ditemukan termasuk kristal kalsium fosfat yang berbentuk roset atau jarum, kristal triple fosfat (magnesium ammonium fosfat) yang menyerupai penutup peti mati dan seringkali terkait dengan infeksi saluran kemih oleh bakteri yang memproduksi urease, serta kristal amonium urat

yang memiliki bentuk bulat dengan duri (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Selain itu, terdapat juga kristal patologis seperti kristal tirosin, leusin, dan kolesterol, yang umumnya berhubungan dengan gangguan metabolik yang serius atau penyakit hati serta ginjal kronis, sehingga pengenalan jenis kristal dalam urine memiliki nilai diagnostik yang penting untuk menilai kondisi metabolik dan fungsi ginjal pasien (Guyton & Hall, 2021).

d. Kristal yang sering ditemukan pada pasien GGK

Pada pasien gagal ginjal kronik (GGK), beberapa jenis kristal urine lebih sering ditemukan akibat gangguan fungsi ginjal yang menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme, perubahan pH urine, serta peningkatan konsentrasi zat terlarut dalam urine. Antara lain :

1) Kristal kalsium oksalat

Kristal kalsium oksalat sering kali muncul dalam sedimen urine individu dengan gagal ginjal kronik karena adanya masalah pada fungsi ginjal yang mengarah ke ketidakseimbangan dalam metabolisme kalsium dan oksalat serta

kemampuan ginjal yang berkurang untuk menjaga kelarutan zat-zat terlarut dalam urine (Price & Wilson, 2014). Pada kondisi gagal ginjal kronik, penurunan laju filtrasi glomerulus mengakibatkan terjadinya akumulasi sisa metabolik, termasuk kalsium dan oksalat, sehingga konsentrasi kedua zat tersebut dalam urine meningkat dan mendorong terjadinya supersaturasi yang memudahkan proses kristalisasi kalsium oksalat (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, disfungsi tubulus ginjal pada pasien dengan gagal ginjal kronik menyebabkan penurunan dalam reabsorpsi kalsium dan modifikasi ekskresi oksalat, yang semakin menambah kemungkinan terbentuknya kristal kalsium oksalat dalam urine (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

Perubahan pH urine pada individu dengan gagal ginjal kronik juga berperan penting dalam terbentuknya kristal

kalsium oksalat, karena kristal ini dapat terbentuk dalam urine yang bersifat asam maupun netral, sehingga lebih mudah muncul daripada jenis kristal lainnya yang sangat bergantung pada pH tertentu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Di samping itu, pada kondisi gagal ginjal kronik sering terjadi penurunan volume urine akibat gangguan kemampuan ginjal dalam mengelola keseimbangan cairan, sehingga urine menjadi lebih pekat dan meningkatkan kemungkinan terjadinya pengendapan kalsium oksalat (Guyton & Hall, 2021). Kondisi lain yang umum terjadi pada pasien dengan gagal ginjal kronik, seperti hiperfosfatemia, gangguan dalam metabolisme vitamin D, serta perubahan keseimbangan elektrolit, juga berkontribusi pada meningkatnya ekskresi kalsium dan pembentukan kristal dalam sedimentasi urine (KDIGO, 2013). Dengan demikian, kombinasi antara penurunan fungsi filtrasi ginjal, gangguan

reabsorpsi tubulus, perubahan pH dan volume urine, serta kelainan metabolik pada gagal ginjal

kronik membuat kristal kalsium oksalat menjadi jenis kristal yang paling sering dijumpai dalam sedimen urine pasien gagal ginjal kronik (Price & Wilson, 2014).

2) Kristal Asam Urat

Kristal asam urat sering ditemukan pada sedimen urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) karena penurunan fungsi ginjal menyebabkan gangguan ekskresi asam urat sehingga terjadi peningkatan konsentrasi asam urat dalam darah dan urine (Price & Wilson, 2014). Pada GGK, penurunan laju filtrasi glomerulus menghambat pembuangan asam urat hasil metabolisme purin, sehingga ginjal berusaha mengkompensasi dengan meningkatkan sekresi asam urat melalui tubulus, yang pada akhirnya meningkatkan kadar asam urat di dalam

lumen tubulus dan urine (Guyton & Hall, 2021). Kondisi ini diperberat oleh gangguan fungsi tubulus ginjal pada GSK yang menyebabkan ketidakseimbangan reabsorpsi dan sekresi ion hidrogen, sehingga urine cenderung menjadi lebih asam, yang merupakan lingkungan optimal untuk pengendapan kristal asam urat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Selain itu, pasien GSK sering mengalami dehidrasi relatif, penurunan volume urine, serta perubahan metabolisme akibat uremia, yang menyebabkan urine menjadi lebih pekat dan meningkatkan supersaturasi asam urat sehingga mempercepat proses kristalisasi (KDIGO, 2013). Faktor tambahan seperti diet tinggi purin, penggunaan obat-obatan tertentu, serta kondisi inflamasi kronik yang sering menyertai GSK juga berkontribusi terhadap peningkatan produksi asam urat dan tingginya kejadian kristal asam urat pada sedimen urine pasien GSK

(Kemenkes RI, 2017).

3) Kristal Fosfat

Kristal fosfat kerap dijumpai di dalam sedimen urine pada individu yang mengalami gagal ginjal kronik (GGK) akibat adanya kelainan dalam fungsi ginjal yang berdampak pada metabolisme fosfor, kalsium, serta keseimbangan asam basa tubuh secara perlahan. Pada kondisi GGK, penurunan laju filtrasi glomerulus berakibat pada tingginya kadar fosfat dalam darah (hiperfosfatemia) karena menurunnya efisiensi ginjal dalam mengeluarkan fosfat dengan cukup, sehingga terjadi peningkatan beban fosfat yang kemudian terbuang melalui urine dan mendorong pembentukan kristal fosfat (Guyton & Hall, 2021).

Selain itu, GGK sering kali disertai dengan gangguan fungsi tubulus ginjal yang mengakibatkan penurunan kemampuan reabsorpsi dan sekresi ion secara spesifik, termasuk ion hidrogen,

yang mengakibatkan urine menjadi lebih alkalis, sebuah kondisi yang sangat mendukung terbentuknya kristal fosfat seperti kalsium fosfat dan magnesium ammonium fosfat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Perubahan dalam metabolisme kalsium akibat penurunan aktivasi vitamin D serta hiperparatiroidisme sekunder pada pasien GGK juga dapat mengakibatkan ketidakseimbangan antara kalsium dan fosfat, yang meningkatkan konsentrasi kalsium fosfat dalam urine dan mempercepat proses pembentukan kristal (Price & Wilson, 2014). Di samping itu, infeksi saluran kemih yang lebih umum terjadi pada pasien GGK dapat meningkatkan pH urine melalui aktivitas bakteri penghasil urease, sehingga makin menambah kemungkinan terjadinya kristal fosfat dalam sedimen urine (Kemenkes RI, 2017).

Kehadiran kristal asam urat, fosfat, dan oksalat dalam urin pasien dengan gagal ginjal kronis membawa makna klinis yang signifikan, karena hal tersebut menunjukkan adanya gangguan pada fungsi ginjal, masalah metabolisme, serta peningkatan kemungkinan komplikasi di saluran kemih. Kristal asam urat yang dijumpai pada pasien GGK mengindikasikan adanya masalah dalam pengeluaran asam urat, yang disebabkan oleh berkurangnya laju filtrasi glomerulus, akibatnya terjadi penumpukan asam urat dalam darah dan urin serta sering berkaitan dengan keasaman urin yang lebih tinggi. Hal ini dapat menjadi tanda hiperurisemia dan meningkatkan kemungkinan pembentukan batu asam urat. Kristal fosfat, terutama yang berupa kalsium fosfat atau fosfat amorf, mencerminkan adanya masalah dalam metabolisme fosfat yang sering ditemukan pada pasien GGK, yang disebabkan oleh penurunan kemampuan ginjal dalam mengeluarkan fosfat. Kondisi ini sering disertai dengan perubahan pH urin yang menjadi lebih alkalis dan berkaitan dengan masalah mineral dan tulang pada individu dengan GGK.

Di sisi lain, kristal oksalat, terutama kalsium oksalat, menunjukkan adanya sup saturasi kalsium dan oksalat dalam urin, yang disebabkan oleh gangguan dalam reabsorpsi di tubulus serta ketidakseimbangan antara kalsium dan fosfat pada pasien GGK, serta memberikan arti klinis sebagai indikator risiko tinggi dalam pembentukan batu ginjal serta kerusakan ginjal yang lebih lanjut. Secara keseluruhan, keberadaan ketiga jenis kristal tersebut dalam sedimen urin pasien GGK bukan hanya mencerminkan tingkat keparahan gangguan fungsi ginjal, tetapi juga berfungsi sebagai pertanda risiko perkembangan penyakit dan komplikasi urolitiasis, sehingga memiliki nilai penting dalam diagnosis dan prognosis selama pemantauan pasien GGK

4. Pengawet Thymol

a. Definisi

Thymol merupakan senyawa fenolik alami yang diperoleh dari minyak atsiri tanaman *Thymus vulgaris* (thyme) dan dimanfaatkan sebagai pengawet sampel urine dalam pemeriksaan laboratorium. Senyawa ini bekerja dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta aktivitas enzim,

sehingga mampu menjaga kestabilan komposisi kimia urine selama proses penyimpanan dan penundaan pemeriksaan tanpa menimbulkan perubahan bermakna pada komponen sedimen urine, seperti sel, silinder, maupun kristal. Oleh sebab itu, thymol banyak digunakan pada pemeriksaan urine yang tidak dapat dilakukan segera, khususnya untuk mempertahankan kualitas sampel hingga 24 jam penyimpanan (Gandasoebrata, 2013).

b. Mekanisme Kerja Thymol Pada Penundaan Urine

Thymol digunakan sebagai bahan pengawet pada pemeriksaan sedimen urine untuk menghambat pertumbuhan dan aktivitas metabolik bakteri selama penundaan pemeriksaan. Mekanisme kerjanya melalui gangguan pada membran sel bakteri dan penghambatan enzim intraseluler, termasuk enzim urease, sehingga pemecahan urea menjadi amonia dapat ditekan dan peningkatan pH urine dapat diperlambat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Pada penundaan 4 jam, thymol umumnya efektif menjaga stabilitas urine dengan meminimalkan perubahan pH, kerusakan sel, dan pembentukan kristal baru sehingga sedimen urine masih mendekati kondisi

urine segar (Kemenkes RI, 2017). Namun, pada penundaan 24 jam, efektivitas thymol dapat menurun seiring lamanya penyimpanan, sehingga masih berpotensi terjadi perubahan fisik dan kimia urine, termasuk presipitasi kristal artifisial dan terbentuknya endapan amorf yang dapat menyerupai kristal patologis, sehingga hasil pemeriksaan perlu diinterpretasikan dengan hati-hati (Price & Wilson, 2014; Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

c. Keunggulan dan Kelemahan Thymol Pada Penundaan 4 Jam dan 24 Jam

Penggunaan thymol sebagai bahan pengawet pada pemeriksaan sedimen urine memiliki beberapa keunggulan, terutama dalam menekan pertumbuhan dan aktivitas metabolik bakteri selama penundaan pemeriksaan. Thymol bersifat antimikroba sehingga mampu menghambat aktivitas enzim urease bakteri yang dapat meningkatkan pH urine, sehingga membantu mempertahankan kestabilan pH dan komposisi sedimen urine, khususnya pada penundaan pemeriksaan selama 4 jam (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Pada penundaan 4 jam, thymol relatif efektif dalam menjaga integritas unsur

sedimen seperti sel, silinder, dan kristal, sehingga hasil pemeriksaan masih mendekati kondisi urine segar dan lebih representatif terhadap kondisi klinis pasien (Kemenkes RI, 2017).

Namun, penggunaan thymol juga memiliki kelemahan, terutama pada penundaan pemeriksaan yang lebih lama yaitu 24 jam. Meskipun thymol masih dapat menghambat pertumbuhan bakteri, efektivitasnya dapat menurun seiring lamanya waktu penyimpanan, sehingga perubahan fisik dan kimia urine seperti pergeseran pH, peningkatan kejenuhan zat terlarut, dan pembentukan kristal artifisial tetap dapat terjadi (Price & Wilson, 2014). Selain itu, thymol dapat memengaruhi kelarutan beberapa komponen urine dan menyebabkan terbentuknya endapan amorf yang menyerupai kristal patologis, sehingga berpotensi menimbulkan interpretasi keliru pada pemeriksaan mikroskopis sedimen urine, khususnya pada penundaan 24 jam (Strasinger & Di Lorenzo, 2020)

d. Pengaruh Thymol Terhadap Sedimen Urine dan Kristal Pada Penundaan 4 jam dan 24 Jam

Penggunaan thymol sebagai pengawet urine berperan penting dalam menjaga stabilitas sedimen urine dan kristal pada penundaan pemeriksaan. Thymol bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri serta aktivitas enzim yang dapat mengubah pH urine, sehingga sel-sel, silinder, dan partikel sedimen lainnya tetap stabil. Kristal kalsium oksalat relatif tahan terhadap perubahan, dan dengan adanya thymol jumlahnya cenderung tetap stabil baik pada penundaan 4 jam maupun 24 jam. Kristal asam urat yang lebih sensitif terhadap perubahan pH tetap terjaga karena thymol mempertahankan kondisi kimia urine, sehingga jumlah kristal tidak berkurang signifikan. Begitu pula kristal fosfat, yang biasanya mengendap akibat peningkatan pH dari aktivitas bakteri, tetap stabil karena pengaruh thymol. Dengan demikian, thymol efektif mempertahankan komposisi sedimen urine dan jumlah kristal oksalat, asam urat, dan fosfat pada pemeriksaan yang ditunda hingga 24 jam (Gandasoebrata, 2013).

5. Pengaruh Suhu & Waktu Penundaan Pemeriksaan Urine

a. Pemeriksaan Segera

Pemeriksaan urine segar sangat krusial dalam menilai kristal asam urat, kalsium oksalat, dan fosfat karena kristal-kristal ini sangat dipengaruhi oleh waktu pengujian, suhu, dan perubahan pH pada urine setelah dikeluarkan dari tubuh. Dalam urine segar yang dianalisis dalam waktu satu jam atau kurang setelah pengambilan, komposisi kimia urine masih mencerminkan keadaan di dalam tubuh, sehingga kristal yang ditemukan benar-benar terbentuk di saluran kemih dan bukan hasil dari perubahan setelah pengambilan (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Kristal asam urat lebih mudah diidentifikasi dengan tepat pada urine segar yang bersifat asam, karena keterlambatan dalam pemeriksaan dapat menyebabkan perubahan pH akibat aktivitas bakteri yang mengubah bentuk dan jumlah kristal yang terlihat (Price & Wilson, 2014). Kristal kalsium oksalat cukup stabil, tetapi urine yang ditinggalkan terlalu lama dapat mengalami peningkatan konsentrasi karena penguapan air dan penurunan suhu, yang membuat jumlah kristal terlihat lebih

banyak dibandingkan kondisi sebenarnya (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Sedangkan, kristal fosfat biasanya terbentuk pada urine yang bersifat alkalis sangat terpengaruh oleh peningkatan pH selama penyimpanan, sehingga pemeriksaan yang tidak segera dapat menyebabkan kemunculan kristal fosfat semu yang tidak mencerminkan kondisi klinis pasien (Kemenkes RI, 2017). Karena itu, pengujian urine segera menjadi standar penting dalam analisis kristal urine untuk mencegah kesalahan dalam interpretasi, terutama bagi pasien dengan gagal ginjal kronis yang memiliki risiko tinggi dalam pembentukan kristal akibat gangguan fungsi ginjal dan metabolisme (KDIGO, 2013).

b. Penundaan Suhu dan Waktu Dalam Pemeriksaan Urin

Waktu dan suhu penundaan pemeriksaan urine berpengaruh langsung terhadap stabilitas sedimen kristal, termasuk kristal oksalat, fosfat, dan asam urat. Penundaan pemeriksaan pada suhu kamar selama beberapa jam dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri dan perubahan pH urine, sehingga memicu presipitasi kristal fosfat akibat alkalinisasi urine serta memengaruhi jumlah dan bentuk kristal asam urat

yang lebih stabil pada kondisi asam (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Kristal kalsium oksalat relatif lebih stabil terhadap perubahan pH, tetapi perubahan suhu dan penguapan air selama penundaan dapat meningkatkan kejenuhan zat terlarut, sehingga terjadi pembentukan kristal tambahan yang tidak mencerminkan kondisi urine segar (Price & Wilson, 2014). Penyimpanan pada suhu dingin (2–8°C) dapat memperlambat pertumbuhan bakteri dan menjaga kestabilan kimia urine, sehingga jumlah dan jenis kristal yang teramati lebih mendekati kondisi asli saat pengeluaran urine. Oleh karena itu, kontrol waktu dan suhu penyimpanan sangat penting untuk memperoleh hasil pemeriksaan.

1) Penundaan 4 Jam

Penundaan pemeriksaan urine selama 4 jam dengan penambahan pengawet thymol pada skripsi berjudul “Perbandingan Jumlah Kristal pada Sedimen Urine Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) Segera Diperiksa dan Ditunda dengan Tambahan Pengawet Thymol” didasarkan pada pertimbangan pra-analitik

laboratorium klinik bahwa dalam praktik pelayanan kesehatan sering terjadi keterlambatan pemeriksaan urine akibat keterbatasan waktu, tenaga, atau jarak pengiriman sampel, sehingga diperlukan upaya untuk mempertahankan stabilitas komponen urine dalam jangka waktu tertentu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Waktu penundaan 4 jam dipilih karena masih dianggap sebagai batas penundaan jangka pendek yang umum terjadi di laboratorium dan secara teoritis masih memungkinkan menjaga integritas sedimen urine apabila ditambahkan pengawet yang sesuai (Kemenkes RI, 2017).

Penyimpanan sampel urine pada suhu 20–25°C untuk penundaan pemeriksaan sedimen selama 4 jam dipilih karena mempertimbangkan kestabilan komponen urine sekaligus kemudahan penanganan di laboratorium. Suhu ruang ini mampu menjaga kondisi kimia urine, termasuk pH dan kelarutan zat terlarut, sehingga jumlah dan

jenis kristal seperti asam urat, kalsium oksalat, dan fosfat relatif stabil selama periode penundaan singkat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Dalam penundaan 4 jam, penyimpanan pada suhu ini membantu meminimalkan perubahan fisik dan kimia yang signifikan tanpa perlu pendinginan tambahan, sehingga sedimen urine tetap mewakili kondisi urine segar pasien (Kemenkes RI, 2017). Oleh karena itu, suhu 20–25°C dipandang sebagai pilihan yang seimbang antara menjaga kestabilan sampel dan mempermudah prosedur laboratorium untuk penundaan singkat.

2) Penundaan 24 jam

Penundaan pemeriksaan urine selama 24 jam dengan penambahan pengawet thymol pada skripsi berjudul “Perbandingan Jumlah Kristal pada Sedimen Urine Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) Segera Diperiksa, Ditunda dengan Tambahan Pengawet Thymol” dilakukan berdasarkan pertimbangan kestabilan sampel urine dalam kondisi penyimpanan tertentu serta untuk mensimulasikan situasi yang

sering terjadi di layanan laboratorium klinik. Waktu penundaan 24 jam dipilih untuk menilai kemampuan thymol dalam mempertahankan komposisi sedimen urine, terutama kristal asam urat, kalsium oksalat, dan fosfat, dalam jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan penundaan singkat, sehingga dapat menggambarkan kondisi pengiriman atau penyimpanan sampel dari fasilitas kesehatan dengan keterbatasan jarak dan waktu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

Thymol berperan sebagai bahan pengawet dengan aktivitas antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri selama penyimpanan, sehingga perubahan pH urine dan kerusakan komponen sedimen akibat aktivitas bakteri dapat diperlambat, yang pada akhirnya memengaruhi stabilitas jumlah dan jenis kristal urine (Kemenkes RI, 2017). Meskipun demikian, penyimpanan urine hingga 24 jam tetap berpotensi menimbulkan perubahan fisik dan kimia, seperti perubahan pH dan konsentrasi zat terlarut, sehingga pemilihan durasi ini bertujuan untuk mengevaluasi batas kestabilan sedimen urine dengan penambahan thymol serta membandingkannya dengan

hasil pemeriksaan urine segar dan penundaan dengan durasi yang lebih singkat pada pasien GGK (Price & Wilson, 2014).

Penyimpanan sampel urine pada suhu 2–8°C selama penundaan pemeriksaan sedimen urine 24 jam dipilih untuk mempertahankan stabilitas fisik dan kimia urine dalam waktu yang lebih lama. Suhu rendah ini efektif memperlambat pertumbuhan bakteri dan aktivitas metabolik mikroorganisme, sehingga perubahan pH, kerusakan sel, dan terbentuknya kristal artefaktual dapat diminimalkan, khususnya pada kristal asam urat, kalsium oksalat, dan fosfat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Dengan kondisi dingin, kelarutan zat terlarut dalam urine tetap terjaga, sehingga jumlah dan jenis kristal yang diamati lebih mendekati kondisi asli urine pasien meskipun sampel disimpan hingga 24 jam (Kemenkes RI, 2017). Oleh sebab itu, penyimpanan pada suhu 2– 8°C dianggap sebagai metode optimal untuk menjaga integritas sedimen urine pada penundaan jangka panjang.

c. Peran Pertumbuhan Bakteri Terhadap Pembentukan Kristal Palsu

Pertumbuhan bakteri dalam urine memiliki peran

yang signifikan terhadap terbentuknya serta perubahan jumlah kristal asam urat, oksalat, dan fosfat, terutama melalui perubahan pH dan komposisi kimia urine selama proses penyimpanan atau penundaan pemeriksaan. Aktivitas metabolisme bakteri, khususnya bakteri yang menghasilkan enzim urease, dapat memecah urea menjadi amonia sehingga menyebabkan peningkatan pH urine ke arah alkalis, kondisi yang mendukung terjadinya presipitasi kristal fosfat seperti kalsium fosfat dan magnesium amonium fosfat (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Perubahan pH yang dipicu oleh pertumbuhan bakteri juga memengaruhi kestabilan kristal asam urat, karena urine yang semula bersifat asam dapat mengalami perubahan lingkungan kimia sehingga jumlah atau morfologi kristal asam urat yang teramati menjadi berbeda (Price & Wilson, 2014).

Selain itu, aktivitas bakteri dapat menyebabkan pemanfaatan atau degradasi zat terlarut tertentu serta lisis sel dalam urine, yang secara tidak langsung meningkatkan kejenuhan ion kalsium dan oksalat sehingga mempercepat terjadinya

supersaturasi dan pembentukan kristal kalsium oksalat (Guyton & Hall, 2021). Dengan demikian, pertumbuhan bakteri selama penundaan pemeriksaan urine berpotensi menyebabkan hasil pemeriksaan kristal tidak mencerminkan kondisi klinis sebenarnya, khususnya pada pasien gagal ginjal kronik yang memiliki komposisi urine lebih mudah berubah (Kemenkes RI, 2017).

1) Penundaan 4 jam

Pada penundaan pemeriksaan urine selama 4 jam dengan penambahan pengawet thymol, aktivitas bakteri umumnya dapat ditekan namun tidak sepenuhnya dihilangkan, sehingga masih berpotensi memengaruhi pembentukan kristal urine termasuk terjadinya kristal palsu atau artefaktual. Thymol berperan sebagai zat antimikroba yang menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri, sehingga dapat menekan proses penguraian urea menjadi amonia dan memperlambat kenaikan pH urine yang biasanya dipicu

oleh aktivitas bakteri penghasil urease (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Akan tetapi, apabila jumlah bakteri awal dalam sampel cukup tinggi atau proses penambahan thymol tidak tercampur secara merata, sebagian bakteri masih dapat bertahan dan melakukan aktivitas metabolik terbatas yang secara perlahan mengubah pH serta komposisi kimia urine selama masa penundaan (Price & Wilson, 2014).

Perubahan kondisi fisik dan kimia tersebut, termasuk fluktuasi pH dan suhu penyimpanan, dapat meningkatkan kejenuhan zat terlarut seperti kalsium, fosfat, oksalat, maupun asam urat, sehingga memicu pengendapan kristal yang terbentuk setelah urine dikeluarkan dari tubuh dan bukan mencerminkan kondisi *in vivo* pasien, yang dikenal sebagai kristal palsu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Selain itu, penggunaan thymol dalam konsentrasi yang tidak tepat

juga dapat memengaruhi kelarutan zat tertentu dalam urine dan menyebabkan terbentuknya endapan amorf atau kristal yang menyerupai kristal patologis pada pemeriksaan mikroskopis (Kemenkes RI, 2017). Dengan demikian, meskipun penundaan urine selama 4 jam dengan penambahan thymol relatif lebih stabil dibandingkan tanpa pengawet, risiko terbentuknya kristal palsu tetap ada akibat kombinasi sisa aktivitas bakteri, perubahan pH, dan proses fisikokimia selama penyimpanan urine (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

2) Penundaan 24 Jam

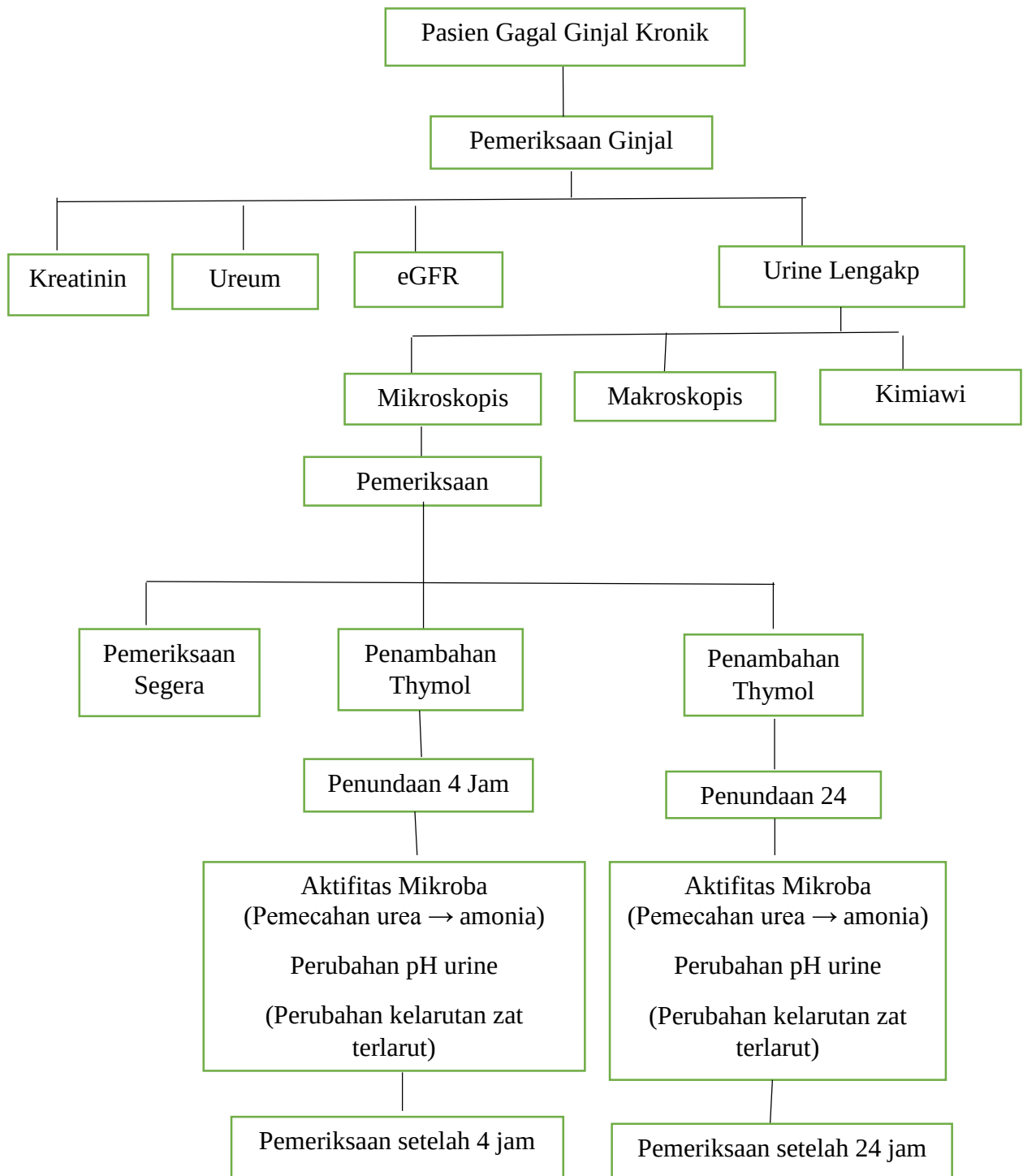
Pada penundaan pemeriksaan urine selama 24 jam dengan penambahan pengawet thymol, aktivitas bakteri pada umumnya dapat ditekan secara bermakna, namun tidak selalu dapat dihentikan sepenuhnya, sehingga stabilitas sedimen urine masih berpotensi terganggu dan memungkinkan terbentuknya kristal palsu

atau artefaktual. Thymol berperan sebagai zat antimikroba yang menghambat pertumbuhan serta aktivitas metabolik bakteri, terutama bakteri penghasil enzim urease, sehingga proses pemecahan urea menjadi amonia dapat diperlambat dan peningkatan pH urine dapat dikendalikan (Strasinger & Di Lorenzo, 2020). Akan tetapi, pada durasi penundaan yang relatif panjang seperti 24 jam, bakteri yang masih bertahan atau kontaminasi sekunder selama penyimpanan tetap dapat melakukan aktivitas metabolik minimal yang secara bertahap mengubah pH serta komposisi kimia urine (Price & Wilson, 2014). Perubahan pH, fluktuasi suhu, dan kemungkinan penguapan cairan selama penyimpanan jangka panjang dapat meningkatkan kondisi supersaturasi berbagai zat terlarut seperti kalsium, fosfat, oksalat, dan asam urat, sehingga memicu presipitasi kristal yang terbentuk setelah urine dikeluarkan

dari tubuh dan tidak mencerminkan kondisi klinis sebenarnya, yang dikenal sebagai kristal palsu (Strasinger & Di Lorenzo, 2020).

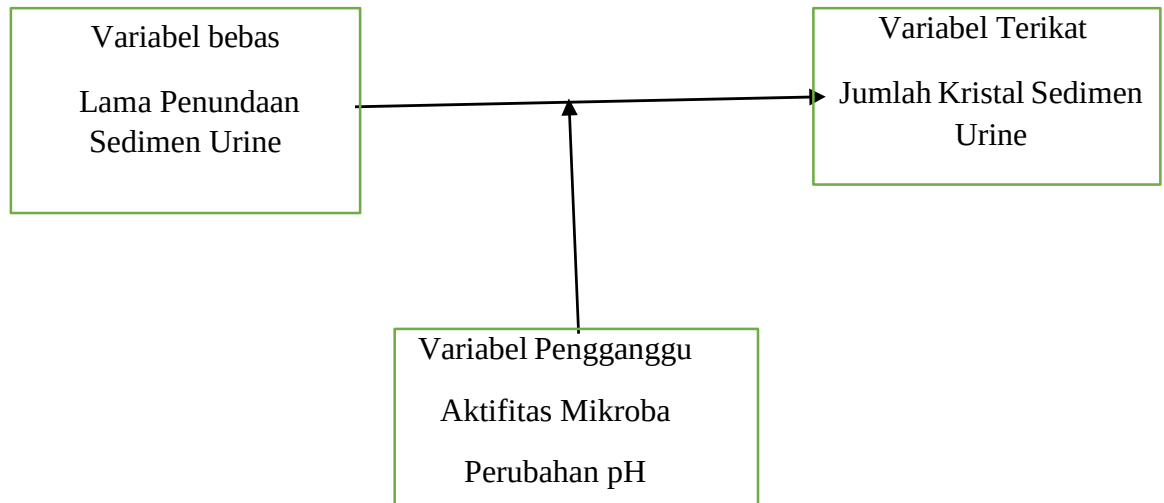
Selain itu, paparan thymol dalam waktu simpan yang lama juga dapat memengaruhi keseimbangan kelarutan zat-zat tertentu dalam urine dan menyebabkan terbentuknya endapan amorf atau kristal artifisial yang menyerupai kristal patologis pada pemeriksaan mikroskopis (Kemenkes RI, 2017). Dengan demikian, meskipun penambahan thymol pada penundaan 24 jam bertujuan mempertahankan stabilitas sampel, risiko munculnya kristal palsu tetap ada akibat kombinasi sisa aktivitas bakteri, perubahan fisikokimia urine, serta efek penyimpanan jangka panjang (Strasinger & Di Lorenzo, 2020)

B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Kerangka Teori Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Terdapat perbedaan jumlah kristal pada pasien gagal ginjal kronis (GGK) dari yang segera diperiksa dengan ditunda 4 jam dan 24 jam dengan pengawet Thymol

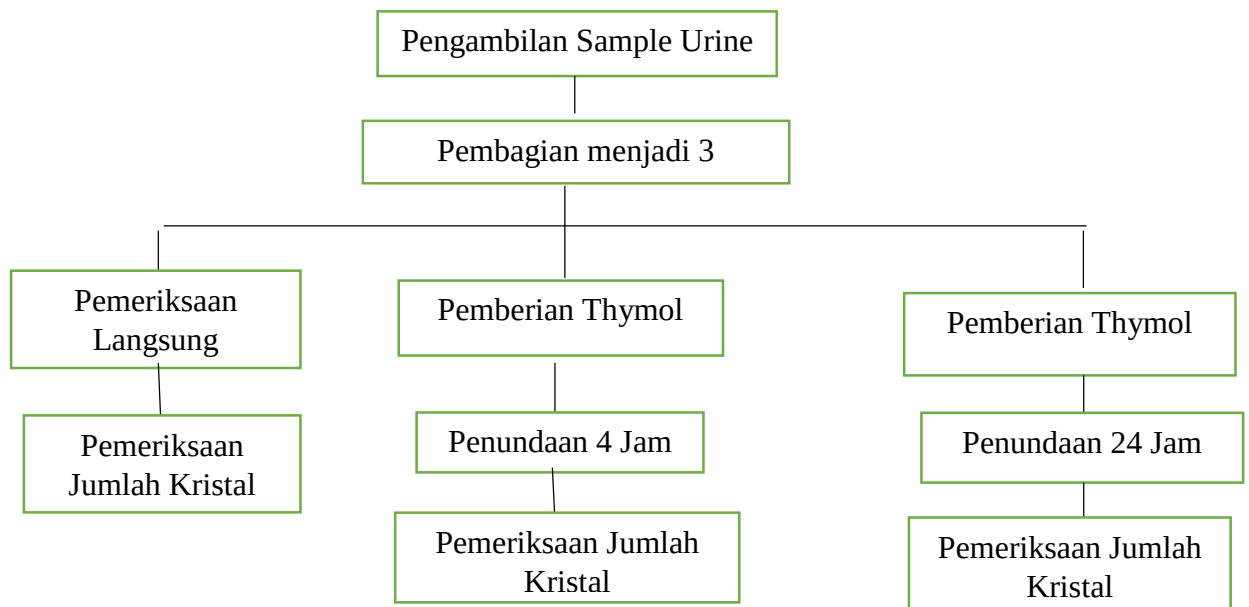
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah tipe penelitian preksperimental yang bertujuan untuk menemukan efek dari perlakuan tertentu dalam situasi yang terkontrol. Perlakuan yang diterapkan dalam studi ini meliputi penyimpanan urin untuk pemeriksaan jumlah kristal selama dua periode penyimpanan, yaitu 4 jam dan 24 jam. Hasil dari perlakuan ini ditunjukkan melalui pemeriksaan jumlah kristal yang diukur menggunakan teknik mikroskopis dengan bantuan mikroskop.

B. Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian

C. Populasi dan Sample

1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah pasien gagal ginjal kronik (GGK) di Rumah Sakit Umum Pusat dr. Sardjito

2. Sample

Contoh dalam studi ini adalah urine yang dianalisis jumlah kristalnya dengan segera dan disimpan selama 4 jam & 24 jam dengan tambahan bahan thymol. Kriteria inklusi merupakan karakteristik yang harus dipenuhi oleh setiap individu dalam populasi yang dapat dipilih sebagai sampel. Kriteria eksklusi adalah karakteristik pada anggota populasi yang tidak diperkenankan untuk diambil sebagai sampel.

a. Kriteria Inklusi

- 1) Pasien penderita gagal ginjal kronik (GGK)
- 2) Volume pasien serum pemeriksaan jumlah kristal pada urine mencukupi > 10 mL
- 3) Bersedia menjadi subjek penelitian

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Pasien dengan infeksi saluran kemih (ISK)
- 2) Urine dengan hematuria masif (kekeruhan tinggi akibat darah / lendir berlebihan)
- 3) Sample urine terkontaminasi (air, feses / wadah tidak steril)

D. Perhitunngan Besar Sample

Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini menggunakan Rumus Federer yang umum diterapkan pada desain eksperimen laboratorium dengan analisis varians (ANOVA). Rumus Federer menyatakan bahwa degree of freedom error (E) minimal harus 15 agar analisis statistik valid, dengan persamaan:

$$E = N - k \geq 15$$

dimana N adalah total jumlah sampel dan k adalah jumlah kelompok atau perlakuan. Pada penelitian ini terdapat tiga perlakuan urine, yaitu urine segar, urine ditunda 4 jam dengan thymol, dan urine ditunda 24 jam dengan thymol. Dengan substitusi nilai $k = 3$, diperoleh $N \geq 15 + 3$
 $= 18$.

sehingga jumlah minimal sampel total adalah 18.

Selanjutnya, jumlah sampel per grup dihitung dengan membagi total sampel dengan jumlah perlakuan, sehingga diperoleh 6 sampel per perlakuan. Untuk mengantisipasi kemungkinan dropout atau sampel rusak, jumlah sampel ditambah sekitar 10–20%, sehingga direkomendasikan 7–8 sampel per perlakuan, dengan total sampel 21– 24 pasien. Pendekatan ini memastikan data yang diperoleh cukup untuk analisis statistik yang valid dan representatif.

E. Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2025

b. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Klinik
Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes
Yogyakarta

F. Variabel Penelitian

a. Variabel bebas

1) Lama penundaan sedimen urine.

b. Variabel terikat

1) Hasil pemeriksaan jumlah kristal pada sedimen
urine pasien gagal ginjal kronik (GGK).

c. Variabel Pengganggu

1) Aktifitas mikroba
2) Perubahan Ph

G. Definisi Operasional

Berdasarkan objek penelitian dan metode penelitian yang
digunakan, maka definisi operasional variabel ini yaitu :

a. Variabel bebas

Variabel bebas adalah jenis variabel yang
mempengaruhi menjadi penyebab pada variabel lain

dalam suatu penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah lama penundaan sedimen urin.

Satuan : Jam

Skala : Ordinal

b. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil pemeriksaan jumlah kristal sedimen urine, dilakukan menggunakan metode mikroskopis.

Satuan : /LPB

Skala : Ordinal

H. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

a. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah sumber data yang didapat dengan cara melakukan penelitian secara langsung oleh peneliti. Data dari penelitian ini didapatkan dari sample urine pasien gagal ginjal kronik (GGK) di Rumah Sakit Umum Pusat dr. Sardjito.

b. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan melakukan observasi dan pengukuran jumlah kristal pada masing-masing perlakuan sample urine yang segera diperiksa dan disimpan selama 4 jam dan 24 jam pada

penderita gagal ginjal kronik (GGK)

I. Instrumen dan Bahan Penelitian

a. Alat

- 1) Wadah urine steril
- 2) Pipet tetes
- 3) Tabung reksi
- 4) Centrifuge
- 5) Objek glass
- 6) Cover glass
- 7) Mikroskop
- 8) Timer
- 9) Spidol
- 10) APD

b. Bahan

- 1) Sample urine pasien gagal ginjal kronik (GGK)
- 2) Thymol
- 3) Aquades
- 4) Etanol

J. Uji Validitas Instrumen

Validitas dan reliabilitas merupakan ketepatan dan kepercayaan instrumen dalam pengukuran dan subjek yang diukur (Yusup, 2018). Instrumen yang digunakan untuk penelitian ini adalah mikroskop. QC menggunakan urine tanpa penyimpanan yang diperiksa satu kali sebelum pemeriksaan dilakukan. Pada penelitian ini, data yang dihasilkan adalah data ordinal karena hasil pemeriksaan kristal urine dinyatakan dalam bentuk tingkatan atau kategori berurutan, yaitu:

- Negatif (-)
- +1
- +2
- +3

Kategori tersebut menunjukkan tingkat jumlah kristal dari rendah ke tinggi, tetapi jarak antar kategori tidak memiliki nilai pasti seperti data numerik murni. Oleh karena itu, data pada penelitian ini termasuk data ordinal dengan desain pengukuran berulang (*repeated measures*), karena sampel urine yang sama diperiksa pada tiga waktu berbeda, yaitu segera, ditunda 4 jam, dan ditunda 24 jam.

K. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- b. Membuat pengajuan kajian etik (*Ethical Clearance*) ke Komisi Etik

Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

c. Melakukan perizinan pengambilan sample urine di Rumah Sakit

Umum Pusat Sardjito untuk bahan pemeriksaan jumlah kristal pada pasien gagal ginjal kronik (GGK)

2. Tahap Pra Analitik

a. Membuat larutan thymol

- 1) Menyiapkan alat dan bahan
- 2) Menimbang thymol 1 gram
- 3) Meletakkan thymol dalam gelas kimia
- 4) Menambahkan sedikit pelarut etanol 10 mL dalam gelas kimia
- 5) Mengaduk thymol sampai larut
- 6) Menambahkan sedikit demi sedikit aquades dengan mengaduk
- 7) Menambahkan hingga volume 1000 mL (1 liter)
- 8) Menyimpan hasil larutan dalam botol kaca gelap
- 9) Menghasilkan larutan thymol 0,1% (1 g/ L)

Pengambilan sample

- 1) Memperkenalkan diri dan menyampaikan keperluan
- 2) Meminta izin kepada petugas kesehatan
- 3) Memberikan panduan prosedur pengambilan sample
- 4) Setelah penampung sudah diberikan, terima dan ucapkan terimakasih

5) Pamitan dengan sopa

b. Pembagian sample

Apabila di dapatkan urin sebanyak 10 mL maka,

- 1) Pemeriksaan segera = 3,3 mL
- 2) Pemeriksaan ditunda 4 jam = 3,3 mL
- 3) Pemeriksaan ditunda 24 jam = 3,4 mL

3. Tahap Analitik

a. Pemeriksaan Segera

- 1) Urine di homogen untuk mencampur rata sedimen
- 2) Tuang urine dalam tabung reaksi
- 3) Menyentrifuge sample dengan kecepatan 1.500 – 2.000 rpm selama 5 menit
- 4) Membuang supernatan dan menghomogenkan sedimen
- 5) Menenetskan sedimen ke atas obyek glass dan ditutup dengan cover glass
- 6) Membaca preparat dengan bantuan mikroskop dengan perbesaran 10x untuk *scanning field* dan 40x untuk mengidentifikasi bentuk kristal
- 7) Mencatat hasil

b. Pemeriksaan diunda 4 jam

- 1) Menambahkan larutan thymol kedalam penampung urine sebanyak 1 tetes
- 2) Mengaduk hingga homogen

- 3) Menyimpan sample pada suhu ruang (20-25 °C) selama 4 jam dengan menghindari paparan sinar matahari & mencatat jam awal dan akhir penyimpanan
- 4) Setelah disimpan 4 jam, menghomogenkan kembali sample
- 5) Perlakukan dengan sama seperti prosedur pemeriksaan segera

c. Pemeriksaan ditunda 24 jam

- 1) Menambahkan larutan thymol kedalam penampung urine sebanyak 1 tetes
- 2) Mengaduk hingga homogen
- 3) Menyimpan sample pada suhu ruang (2-8 °C) selama 24 jam dengan menghindari paparan sinar matahari & mencatat jam awal dan akhir penyimpanan
- 4) Setelah disimpan 24 jam, menghomogenkan kembali sample
- 5) Perlakukan dengan sama seperti prosedur pemeriksaan segera

4. Tahap Pasca Analitik

- a. Catat hasil yang di dapat dan laporkan
- b. Pembuangan limbah sisa urin dengan baycline
- c. Kembalikan alat ke tempat semula

L. Manajemen Data

Data yang telah didapatkan diolah dengan cara uji deskriptif dan uji statistik. Data dari penelitian ini disajikan dalam format tabel. Analisis data pada penelitian ini menggunakan uji statistik non-parametrik karena data yang dihasilkan berupa data ordinal dalam bentuk kategori negatif (-), +1, dan +2 serta menggunakan pengukuran berulang pada sampel yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini tidak menggunakan uji normalitas dan langsung dilakukan analisis menggunakan Friedman test untuk mengetahui perbedaan jumlah kristal oksalat, asam urat, dan fosfat pada pemeriksaan segera, ditunda 4 jam, dan ditunda 24 jam. Apabila hasil Friedman Test menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, maka analisis dilanjutkan menggunakan Wilcoxon signed-rank test sebagai uji post hoc untuk mengetahui pasangan kelompok yang memiliki perbedaan bermakna

M. Etik Penelitian

Proposal ini diajukan ke Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Yogyakarta untuk memperoleh surat layak etik penelitian. Surat persetujuan etik diperoleh setelah proposal penelitian dinilai layak dan aman dilaksanakan. Telah mendapatkan persetujuan dari komisi etik penelitian kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta NO.DP.04.03/e-KEPK.1/792/2026

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 signifikan
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 Ditunda 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 penambahan thymol masih stabil digunakan. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan jumlah kristal pada urine segera diperiksa, ditunda 4 jam dan 24 jam dengan penambahan thymol. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ada pengaruh penundaan urine selama 4 jam dan 24 jam menggunakan penambahan 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 akibat 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.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penundaan 4 jam masih relatif aman untuk kristal Asam Urat dan Fosfat, namun sudah menunjukkan perbedaan pada kristal Oksalat. Terdapat perbedaan bermakna jumlah kristal pada penundaan 24 jam untuk ketiga jenis kristal.

B. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemeriksaan sedimen urine, khususnya analisis kristal, dilakukan sesegera mungkin setelah sampel dikumpulkan untuk menjaga keakuratan hasil. Penundaan pemeriksaan, terutama hingga 24 jam, terbukti dapat menyebabkan peningkatan jumlah kristal yang tidak mencerminkan kondisi klinis sebenarnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan jumlah sampel yang lebih besar serta melakukan pengujian variabel lain yang dapat mempengaruhi pembentukan kristal, seperti pH urine dan kondisi klinis pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, A. S., Maulana, A. E. F., Putradana, A., & Marvia, E. (2022). *Hubungan Hipertensi Dengan Kejadian Gagal Ginjal Kronik Di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Lombok Utara*. *Research of Service Administration Health and Sains Healthys*, 3(2).
- Agussalim, A.S. 2022. *Hubungan Hipertensi Dengan Kejadian Gagal Ginjal Kronik Di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Lombok Utara*. *Research of Service Administration Health and Sains Healthys*, 3(2), pp. 2830–4772. Available at: <https://doi.org/10.58258/rehat.v3i1.4691/>.
- Albasan, H. et al. (2003). *Effects of storage time and temperature on crystal formation in urine samples*. *On jurnal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)*.
- Albasan, H., Lulich, J. P., Osborne, C. A., Lekcharoensuk, C., Ulrich, L. K., dan Carpenter, K. A. (2003). *Effects of storage time and temperature on crystal formation in urine samples*. *Veterinary Clinical Pathology*
- Anwar, E. N., dan Jais, A. (2021). *Effect of Delayed Examination of the Morning Urine Sample After 3 Hours at Room Temperature*. *ANJANI Journal (Medical Science & Healthcare Studies)*, 1(1). <https://doi.org/10.37638/anjani.v1i1.297>
- Apriliani, E. A. P. (2023). *Hubungan Kepatuhan Menjalani Terapi Hemodialisa dengan Kualitas Hidup Pasien Gagal Ginjal Kronis di Unit Hemodialisa Rumah Sakit Panti Waluya Sawahan Malang*. *STIKes Panti Waluya Malang*.
- Ariffriana D, Taher E, Wahidah N, 2016. *Kimia Klinik*. Jakarta:EGC
- Asni, Ira Mawanti, dan Atik Martsiningsih. (2019). *Perbedaan Hasil Pemeriksaan Eritrosit Pada Sedimen Urine secara Kuantitatif Menggunakan Metode Shih-Yung Dan Flowcytometry*. *Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*.
- Astuti, E., Yulianingsih, P., dan Dewi, E. U. (2022). *Peningkatan peran keluarga dalam mendukung kepatuhan pembatasan cairan pada pasien hemodialisa di RS. William Booth Surabaya*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 22–26. <https://doi.org/10.47560/pengabmas.v3i2.396>.
- Aziza, V. et al. (2024). *Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Urine terhadap Jumlah Bakteri*. *Medical Scope Journal*
- Beňovská. (2016). *Casts. Laboratory Methods*. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/mikroskop/web/pages/valce_en.html

- Bhat, N. A., Bhat, K. A., Zargar, M. Y., Teli, M. A., Nazir, M., dan Zargar, S. M. (2010). *Current Status Of Angular Leaf Spot (Pseudomonas syringae pv. lachrymans) Of Cucumber: A Review*. International Journal of Current Research, 8, pp.001-011.
- Brown, J., Adams, R., Clark, S., dan Miller, P. (2021). *Renal tubular handling of urate in chronic kidney disease and its therapeutic implications*. Journal of Nephrology Research
- Brown, T., dan Davies, R. (2018). *Dietary, intestinal, and endogenous sources of oxalate in chronic kidney disease*. Journal of Renal Nutrition and Metabolism, 6(3), 140–149.
- Budiyono, D. (2019). *Perbandingan Kadar Kreatinin Pasien CAPD Pascaperitonitis dan Non-peritonitis di Rumah Sakit Dr. Moewardi*.
- Cavanaugh, C., dan Perazella, M. A. (2019). *Urine Sediment Examination in the Diagnosis and Management of Kidney Disease: Core Curriculum 2019*. American Journal of Kidney Diseases, 73(2), 258–272. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2018.07.012>
- Cheesbrough, M. (2012). *District Laboratory Practice in Tropical Countries, Part 2*. Cambridge University Press.
- Chen, J., dan Wang, W. (2022). *Urate transporters and their roles in renal handling of uric acid: Updates and mechanisms*. Journal of Nephrology Research
- Chen, K. (2019). *Tubular injury and interstitial fibrosis driven by crystalline deposition in kidney disease*. Renal Pathophysiology Reviews, 7(4), 223–231.
- Chen, Y., Wang, H., dan Zhao, L. (2021). *Regulation of phosphate homeostasis by PTH and FGF-23 in chronic kidney disease*. Journal of Mineral and Bone Metabolism, 29(4), 512–520.
- Chumairoh, A. (2022). *Pengaruh Variasi Penambahan Dosis Vitamin C pada Urine Terhadap Kadar Glukosa dengan Metode Benedict dan Metode Dipstick pada Mahasiswa Universitas Binawan*. Universitas Binawan.
- CLSI. (2022). *Urinalysis; Approved Guideline*. Clinical and Laboratory Standards Institute.
- DeSai C, Agarwal A. *Anatomy, Back, Vertebral Column*. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Dec 13, 2018
- Dewi, N. K. S. (2022). *Gambaran Interdialytic Weight Gain (IDWG) Pada Pasien Gagal Ginjal Kronis yang Menjalani Terapi Hemodialisa di RSUD*

Tabanan Tahun 2022. Poltekkes Kemenkes Denpasar Jurusan Keperawatan.

Daudon, M., Frochot, V., Bazin, D., dan Jungers, P. (2016). *Crystalluria analysis improves significantly etiologic diagnosis and therapeutic monitoring of nephrolithiasis*. Comptes Rendus Chimie, diterbitkan oleh Elsevier.

Dwipayanti, I. A. K. (2022). *Gambaran Kristal Urine Pada Pekerja Bata Merah Di Desa Keramas, Blahbatuh, Gianyar*. Politeknik Kesehatan Denpasar.

El-Shenawy, A. M., Abeer, E. K. M., Alsokary, E. T., dan Gad, D. M. (2020). *Impact of Carbohydrate to Lipid Ratio and Bile Salts Supplementation on Performance, Body Gain and Body Composition of Nile Tilapia Fish*. International Journal Fisheries and Aquatic Studi, 8(3), 88–97.

Faren, P. (2022). *Hubungan Kadar Glukosa Darah dengan Kadar Glukosa Urine Metode Benedict*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Fogazzi, G. B. And Garigali, G. (2018). *Urinalysis. Comprehensive Clinical Nephrology Sixth Edition*, 4, 39-52. E1.

Garcia, L., & Rodriguez, M. (2019). *Phosphate retention and mineral imbalance in chronic kidney disease: Mechanisms and clinical impact*. International Journal of Nephrology and Renal Disorders, 12(3), 210–218.

Haksara, E., & Rahmanti, A. (2021). *Pengaruh Dosis Hemodialisis Terhadap Kejadian Ascites pada Pasien Gagal Ginjal Kronis yang Menjalani Hemodialisis di RST dr. Soedjono Magelang*. JURNAL KEPERAWATAN SISTHANA, 6(2), 48–53. <https://doi.org/10.55606/sisthana.v6i2.77>

Hasibuan, N. H. (2021). *Analisa Kadar Sedimen Urine Pada Peminum Kopi*. Politeknik Kesehatan Medan.

Hernández, A. (2021). *Hyaline Casts*. Elsevier. <https://www.osmosis.org/answers/hyaline-casts#>

Hotmauli, H., Fitri, I., Irawan, M. P., dan Azhari, S. F. (2021). *Gambaran Leukosit pada Sedimen Urine Ibu Hamil*. Jurnal Penelitian Perawat Profesional, 3(3), 541–548. <https://doi.org/10.37287/jppp.v3i3.544>

Jaya, I. F. (2023). *Edukasi Pengetahuan Pembatasan Cairan Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik Yang Menjalani Hemodialisis*. Indonesian Journal Of Community Service, 3(2), 61–68.

[Jones, M., dan Brown, T. \(2018\). Secondary hyperparathyroidism in chronic kidney disease: Pathophysiology and clinical implications. Journal of Renal Endocrinology, 12\(3\), 145–153.](#)

[Johnson, L., dan Smith, A. \(2022\). Glomerular filtration decline and its impact on plasma oxalate accumulation. International Journal of Renal Physiology, 14\(3\), 189–197.](#)

Kasper, D, et al. 2018. *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 20th edn, New York: McGraw-Hill Education

Kemenkes RI. (2022). *Gagal Ginjal Kronik dan Penyebabnya*. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/582/gagal-ginjal-kronik-danpenyebabnya.

Kim, P. (2024). *Urinary oxalate excretion as an independent predictor of CKD progression and end-stage renal disease*. *Clinical Nephrology Research*, 19(1), 12–21.

Kim, J., Park, S., dan Lee, H. (2019). *Endothelial dysfunction and renal vascular alterations mediated by uric acid–induced renin–angiotensin system activation*. *International Journal of Kidney Vascular Research*, 11(4), 250–259

Kouri, T., Fogazzi, G., & Lunetta, M. et al. (2000). *European Urinalysis Guidelines*. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*.

Lee, M., dan Garcia, R. (2020). *Oxalate-induced NLRP3 inflammasome activation and renal inflammation*. *Journal of Inflammatory Nephrology*, 12(2), 101–110.

Lee, S. dan Kim, H. (2020). *Renal impairment and its impact on vitamin D metabolism in chronic kidney disease*. *Journal of Nephrology Research*, 45(2), 112–120

Lisnawati, L. S. R. I. (2020). *Literature Review: Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kepatuhan Pasien Gagal Ginjal Kronik Dalam Menjalani Hemodialisa*.

Lorenzo, M. S dan Strasinger, S. K. 2016. *Blood Collection: A Short Course*. Philadelphia: F. A. Davis Company..

Lydia, A. (2020). *Peran Continous Ambulatory Peritoneal Dialysis dalam Pemerataan Layanan Pengganti Ginjal di Indonesia*. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 7(3), 186. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v7i3.469>

Marchese, A., Orhan, I.E., Daglia, M., Barbieri, R., Di Lorenzo, A., Nabavi, S.F., Gortzi, O., Izadi, M., dan Nabavi, S.M. *Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature*. *Food Chem.*, 210, 402–414.

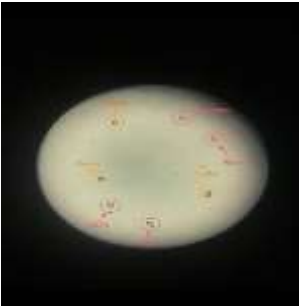
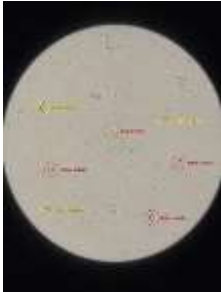
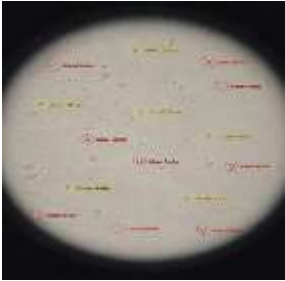
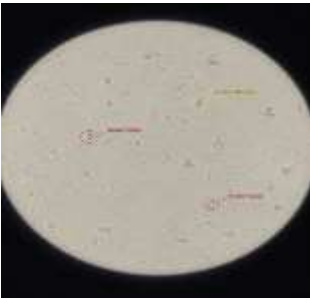
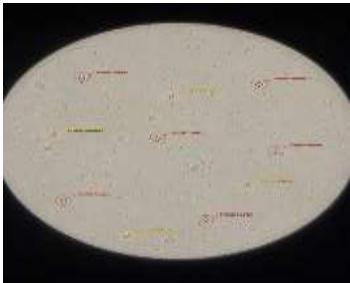
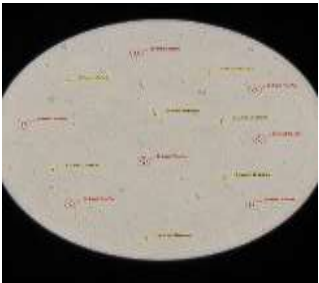
- McPherson, R. A. dan Pincus, M. R. 2022. *Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods (24th ed.)*. Elsevier.
- Miller, A., dan White, B. (2020). *Renal phosphate handling and its clinical implications in chronic kidney disease*. Journal of Nephrology Research, 45(2), 123–131.
- Muri, Yusuf. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan Edisi Pertama Cetakan ke-5*. Jakarta. Kencana Prenadamedia Group.
- Natassia, K., dan Pistanty, M. A. (2020). *Efektivitas Aromaterapi Lavender Terhadap Penurunan Tingkat Stress Penderita Gagal Ginjal Kronik*. The Shine Cahaya Dunia S-1 Keperawatan, 5(1).
- Natsir, R. (2023). *BUKU AJAR KIMIA KLINIK 1*. Selat Media
- Nasution, A., Siregar, R., dan Lubis, D. (2020). *Analisis Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Sedimen Urine*. Jurnal Analis Kesehatan Indonesia, 9(2), 123-130. <https://doi.org/10.1234/jaki.v9i2.2020>
- Neuendorf, J. (2020). *Urine Sediment*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15911-5>
- Novitasari, A. E. N., dan Thorifah, E. (2023). *Aktivitas Enzim Bromelin Dalam Urin Wanita Usia Produktif Yang Mengonsumsi Buah Nanas Dengan Metode Spektrofotometri*. Termometer: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan Dan Kedokteran, 1(1), 87–95.
- Nurjanah, M. H., Sulastri, R. D. M., Muadifah, A., Siswidiani, M. D., dan Wijaya, R. A. (2023). *Penyuluhan dan Pemeriksaan Urinalisa sebagai Awal Skrining Kesehatan Ginjal di Desa Jabalsari*. Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM), 6(7), 2963–2971.
- Patel, V., dan Sharma, R. (2021). *Drug-drug interactions: A comprehensive review on its mechanisms and clinical significance*. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 13(5), 7343739.
- Patel, R. (2022). *Calciprotein particles and their role in mineral metabolism disorders*. Clinical Kidney Pathophysiology, 9(1), 34–42.
- Patel, R., dan Singh, A. (2020). *Urate-induced NLRP3 inflammasome activation and inflammatory pathways in renal disease*. Journal of Renal Immunology, 15(2), 88–97.
- Perubahan Urine Setelah Pemeriksaan Tertunda*. (2019). Tinjauan Ilmu Laboratorium Medis

- Pratiwi, S. N., dan Suryaningsih, R. (2020). *Gambaran Klinis Penderita Penyakit Ginjal Kronik yang Menjalani Hemodialisis Di RS PKU Muhammadiyah Surakarta*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 3, 427–439.
- Purnomo.(2015). *Hubungan Dukungan Keluarga Dengan Harga Diri Pasien Gagal Ginjal Kronik Yang Dilakukan Tindakan Hemodialisa di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta*.(tidak dipublikasikan).
- Putri, A. C. (2023). *Gambaran Kadar Elektrolit (Na, K, Cl) pada Pasien Gagal Ginjal di Rumah Sakit Nahdlatul Ulama Jombang*. ITS Kes Insan Cendekia Medika Jombang.
- Putri, S. I., Dewi, T. K., dan Ludiana, L. (2023). *Penerapan slow deep breathing terhadap kelelahan (fatigue) pada pasien gagal ginjal kronik di ruang hd rsud jendral ahmad yani metro tahun 2022*. Jurnal Cendekia Muda, 3(2), 291–299.
- Rahayu, S. R. P., dan Safrudin, B. (2022). *Analisis Praktik Keperawatan pada Pasien Chronic Kidney Disease (CKD) dengan Intervensi Inovasi Massage dan Foot Soak terhadap Penurunan Tingkat Kelelahan Klien di Samarinda*.
- Reko, G. C. (2019). *Gambaran Kristal Sedimen Urin Pada Sopir Bus Di Terminal Bus Oebobo Kota Kupang Tahun 2019*. Poltekkes Kemenkes Kupang.
- Rizki, P. V. (2020). *Pengaruh Penggunaan Pengawet Formalin 20% dan 37% Terhadap Hasil Pemeriksaan Jumlah Epitel pada Sedimen Urine dengan Metode Flowcytometry*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
- Roberts, J. (2023). *Oxalate metabolism and impaired renal excretion in chronic kidney disease*. Journal of Clinical Nephrology and Metabolism, 18(2), 75–84
- Saputra, S. I., Berawi, K. N., Susianti, S., dan Hadibrata, E. (2023). *Hubungan diabetes melitus dengan kejadian gagal ginjal kronik*. Medical Profession Journal of Lampung, 13(5), 787–791.
- Sari, Y. D., dan Rachmawati, R. (2020). *Kontribusi zat gizi makanan jajanan terhadap asupan energi sehari di indonesia [analisis data survey konsumsi makanan individu 2014] (food away from home [fafh] contribution of nutrition to daily total energy intake in indonesia)*. (The Journal of Nutrition and Food Research), 30
- Setiawan, D., Putri, D. A., Yulianti, D. K., dan Farihatun, A. (2022). *Penggunaan Faktor Koreksi Volume Pemeriksaan Sedimen Urine*. Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia, 1, 91–98.

- Simerville, J. A., Maxted, W. C., dan Pahira, J. J. (2005). *Urinalysis: A Comprehensive Review*. American Family Physician
- Šimundić, A. M. (2009). *Measures of diagnostic accuracy: Basic definitions*. EJIFCC, 19(4), 203-211.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4975285/>
- Skorecki, K., Chertow, G. M., Marsden, P. A., Taal, M. W., Yu, A. S. L., dan Wasser, W. G. (2016). *Brenner and Rector's The Kidney (10th ed.)*. Elsevier
- Smith, C. (2020). *The connection between chronic kidney disease and hyperuricemia: A review of pathophysiological mechanisms*. Journal of Renal Studies
- [Smith, J. \(2023\). Klotho deficiency and impaired FGF-23 signaling in advanced chronic kidney disease. Journal of Renal Pathophysiology, 18\(1\), 45–53.](#)
- Soniawati, D., dan Ulfah, M. (2023). *Penerapan Terapi Foot Massage Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik yang Menjalani Hemodialisa*. Jurnal Inovasi Penelitian, 4(1), 7–12.
- Strasinger, S. K., dan Di Lorenzo, M. S. (2019). *Urinalysis and Body Fluids* (6th ed.). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Dan Pengembangan Research Dan Development*. Bandung : Alfabeta
- Surya, I. K. Y. A. (2021). *Optimisme pada Pasien Gagal Ginjal Kronik di RSUD Sanjiwani Gianyar*
- Tampubolon, L. S. (2022). *Pengaruh Penundaan Waktu Pemeriksaan Terhadap Hasil Urinalisis Sedimen Urin*.
- Thomas B. Folino; Erind Muco; Anthony O. Safadi; Lance J. Parks. Propofol - StatPearls - NCBI Bookshelf. 2023.
- Utami, Y. W., Ulfa, K., Fatma, E. P. L., & Dewi, E. S. (2023). *Assistance in Exit Site Care for Patients with Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis (CAPD) Catheter Installation*. Caring: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(3), 1–9.
- Wahyuni P, Miro S, Kurniawan E. *Hubungan Lama Menjalani Hemodialisis dengan Kualitas Hidup Pasien Penyakit Ginjal Kronik dengan Diabetes Melitus di RSUP Dr. M Djamil Padang*. J Kesehat Andalas. 2018;7(4):480
- Walker, H. K., Hall, W. D., dan Hurst, J. W. (Eds.). (1990). *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd edition. Boston: Butterworths. National Center for Biotechnology Information (NCBI) Bookshelf.

- Wang, H., Zhao, L., dan Chen, Y. (2021). *Calcium oxalate deposition and nephrocalcinosis: Mechanisms of tubular obstruction in kidney disease*. Journal of Nephrology and Mineral Disorders, 33(1), 52–60.
- Wang, Y., dan Liu, X. (2017). *Vascular calcification and tubular injury induced by phosphate overload: Molecular mechanisms and clinical relevance*. International Journal of Nephrology Research, 28(4), 210–218.
- World Health Organization. (2021). The World Health Organization: *Global Kidney Disease Report*.
- Zahran, H. S. et al. (2018) 'Long-term control medication use and asthma control status among children and adults with asthma Hatice', 54(10), pp. 1065–1072. doi: 10.1080/02770903.2017.1290105.Long-term.

LAMPIRAN

 Pada pasien 1 (Segera) +1 Oksalat, - Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 1 (Penundaan 4 Jam) +2 Oksalat, +1 Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 1 (Penundaan 24 Jam) +2 Oksalat, +2 Asam urat dan + 2 Fosfat
 Pada pasien 2 (Segera) - Oksalat, +1Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 2 (Penundaan 4 Jam) +1 Oksalat, +1 Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 2 (Penundaan 24 Jam) +1 Oksalat, +2 Asam urat dan + 1 Fosfat
 Pada pasien 3 (Segera) +1 Oksalat, - Asam urat dan - Fosfat	 Pada pasien 3 (Penundaan 4 Jam) +1 Oksalat, - Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 3 (Penundaan 24 Jam) +1 Oksalat, +2 Asam urat dan + 1 Fosfat
 Pada pasien 4 (Segera) +1 Oksalat, - Asam urat dan + 1 Fosfat	 Pada pasien 4 (Penundaan 4 Jam) +1 Oksalat, - Asam urat dan + 2 Fosfat	 Pada pasien 4 (Penundaan 24 Jam) +2 Oksalat, +1 Asam urat dan + 2 Fosfat

Lampiran 1. Dokumentasi Preparat Hasil Penelitian

NO	Kristal Oksalat			Kristal Asam Urat			Kristal Fosfat		
	Segera	Ditunda 4 jam	Ditunda 24 jam	Segera	Ditunda 4 Jam	Ditunda 24 Jam	Segera	Ditunda 4 Jam	Ditunda 24 Jam
1	+1	+2	+2	Negatif (-)	+1	+2	+1	+1	+2
2	Negatif (-)	+1	+1	+1	+1	+2	+1	+1	+1
3	+1	+1	+2	Negatif (-)	Negatif (-)	Negatif (-)	Negatif (-)	+1	+2
4	+1	+1	+2	Negatif (-)	Negatif (-)	+1	+1	+2	+2
5	+1	+1	+2	+1	+1	+2	Negatif (-)	+1	+1
6	Negatif (-)	+1	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1
7	+1	+1	+2	Negatif (-)	+1	+1	+1	+1	+2
8	Negatif (-)	+1	+2	+1	+1	+2	Negatif (-)	+1	+2
9	+1	+2	+2	Negatif (-)	+1	+2	+1	+1	+2
10	Negatif (-)	+1	+1	+1	+1	+2	Negatif (-)	+1	+2

Lampiran 2. Hasil Penelitian

Nomor : LB.02.01/F.XIX.15/394/2026
Lamp : -
Hal : Permohonan Ethical Clearance

Yogyakarta, 24 April 2026

Kepada Yth,
Ketua Komisi Etik Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
di-
Yogyakarta

Dengan hormat,
Sehubungan dengan akan dilaksanakannya penelitian bagi mahasiswa Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Program Sarjana Terapan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, maka dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan *Ethical Clearance* dari Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, atas nama mahasiswa :

N a m a	: Miananda Rachma Putri
N I M	: P07134222007
Judul Penelitian	: Perbandingan Jumlah Kristal pada Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) Segera Diperiksa, ditunda 4 Jam dan 24 Jam dengan Pengawet Thymol
Jenis Penelitian	: Preksperimental
Tempat Penelitian	: Laboratorium Kimia Klinik Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Pembimbing	: 1. Sujono, SKM, M.Sc 2. Menik Kasiyati, S. ST. M. Imun

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan

Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc.
NIP. 196606151985112001



Terakreditasi KEPPKN No. 005/KEPPKN/AKT/IV/2024

Kementerian Kesehatan

Poltekkes Yogyakarta

Komite Etik Penelitian Kesehatan

Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,
Sleman, D.I. Yogyakarta 55293

(0274) 617601

<https://poltekkesjogja.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION"

No.DP.04.03/e-KEPK.1/792/2026

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama : MIANANDA RACHMA PUTRI
Principal In Investigator

Nama Institusi : POLTEKKES KEMENKES
YOGYAKARTA
Name of the Institution

Dengan judul:
Title

**"PERBANDINGAN JUMLAH KRISTAL PADA SEDIMEN URINE PASIEN GAGAL GINJAL KRONIK (GGK)
SEGERA DIPERIKSA, DI TUNDA 4 JAM, 24 JAM DENGAN BAHAN TAMBAHAN THYMOL"**

**"COMPARISON OF THE NUMBER OF CRYSTAL COUNTS IN URINE SEDIMENT OF CHRONIC KIDNEY FAILURE
(CKF) PATIENTS CHECKED IMMEDIATELY, DELAYED 4 HOURS, AND 24 HOURS WITH THE ADDITIONAL
INGREDIENT THYMOL"**

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 30 April 2026 sampai dengan tanggal 30 April 2027.

This declaration of ethics applies during the period April 30, 2026 until April 30, 2027.



April 30, 2026
Chairperson,



Dr. drg. Wiworo Haryani, M.Kes.

Lampiran 4. Surat Layak Etik



Kementerian Kesehatan
Poltekkes Yogyakarta

Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,
Sleman, D.I. Yogyakarta 55293
(0274) 617601
<https://poltekkesjogja.ac.id>

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN
Nomor : TL.02.01.337

Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama : MIANANDA RACHMA PUTRI
NIM : P07134222007
Institusi : Prodi STe Teknologi Laboratorium Medik Poltekkes Kemenkes
Yogyakarta.
Judul penelitian : URINALISA

Bahwasanya mahasiswa tersebut di atas telah selesai melakukan penelitian di Laboratorium
Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 Mei 2026

Ketua Jurusan

Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc.
NIP. 196606151985112001

Lampiran 5. Surat Selesai Penelitian

Perbandingan Jumlah Kristal pada Pasien GGK Segera Diperiksa, Ditunda 4 Jam, dan 24 Jam dengan Pengawet Thymol

1. Descriptive Statistics

Data berikut diambil dari tabel Descriptives output SPSS dan wajib dilaporkan sebagai data pendukung yang menggambarkan perubahan secara deskriptif.

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

Tabel 1 menunjukkan nilai Mean dan Median yang meningkat secara konsisten dari pemeriksaan segera, ditunda 4 jam, hingga ditunda 24 jam pada ketiga jenis kristal. Data deskriptif ini memperkuat hasil uji statistik secara kuantitatif.

2. Friedman Test

Analyze Nonparametric Tests Legacy Dialogs K Related Samples centang
Friedman

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 signifikan
Kristal Fosfat (Chi-Square=13,556)	< 0,05	0,001	Terdapat perbedaan signifikan

Tabel 2 menunjukkan bahwa ketiga jenis kristal memiliki nilai Asymp. Sig. < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan bermakna jumlah kristal berdasarkan waktu pemeriksaan. Karena semua signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji post-hoc Wilcoxon.

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

Tabel 3 menunjukkan Mean Rank yang meningkat secara konsisten dari Segera 4 Jam 24 Jam pada ketiga kristal, membuktikan adanya tren kenaikan jumlah kristal seiring lamanya penundaan pemeriksaan.

Kristal Oksalat (Sig.=0,000): Perbedaan sangat bermakna. Mean Rank naik konsisten 1,20 2,00 2,80. Oksalat paling sensitif terhadap penundaan — bahkan 4 jam sudah bermakna.

Kristal Asam Urat (Sig.=0,001): Perbedaan bermakna. Mean Rank 1,45 1,80 2,75. Lonjakan terbesar di 24 jam, penundaan 4 jam relatif stabil.

Kristal Fosfat (**Sig.=0,001**): Perbedaan bermakna. Mean Rank 1,35 1,95 2,70. Pola serupa Asam Urat — efek penundaan bermakna nyata di 24 jam.

3. Wilcoxon Signed-Rank Test + Bonferroni

Batas signifikansi Bonferroni = 0,017.

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

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%

Kristal Oksalat — semua pasangan berbeda signifikan

Segera vs 4 Jam (Sig.=0,014): Berbeda. Kenaikan mean +100%.

Segera vs 24 Jam (Sig.=0,003): Berbeda. Kenaikan mean +200% — perubahan paling besar.

4 Jam vs 24 Jam (Sig.=0,014): Berbeda. Kenaikan mean +50%.

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

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%

Tabel 6. Hasil Uji Wilcoxon Kristal Fosfat

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
<i>Wilcoxon Signed-Rank Test — Kristal Fosfat</i>			

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
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

C. Persentase Kenaikan Antar Perlakuan

Persentase kenaikan dihitung berdasarkan nilai Mean dari Descriptive Statistics SPSS menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kenaikan} = ((\text{Mean Akhir} - \text{Mean Awal}) \div \text{Mean Awal}) \times 100\%$$

Tabel 7. 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%

Tabel 8. 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%

Perbandingan	Mean Awal	Mean Akhir	Selisih	% Kenaikan
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%

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%