

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di RSUD Surya Husadha Denpasar yang berlokasi di Jalan Pulau Serangan No. 7, Dauh Puri Klod, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar, Provinsi Bali. RSUD Surya Husadha Denpasar merupakan rumah sakit swasta yang telah berdiri sejak tahun 1987 dan menjadi salah satu fasilitas pelayanan kesehatan yang melayani masyarakat Kota Denpasar dan sekitarnya. Rumah sakit ini menyediakan pelayanan kesehatan secara terpadu dengan didukung berbagai dokter spesialis, fasilitas penunjang medis, serta pelayanan rawat jalan dan rawat inap.

Salah satu fasilitas penunjang medis di RSUD Surya Husadha Denpasar adalah laboratorium klinik yang berperan penting dalam membantu proses diagnosis, pemantauan kondisi pasien, dan evaluasi terapi. Pelayanan laboratorium mencakup berbagai pemeriksaan, seperti hematologi, kimia klinik, imunoserologi, serta urinalisis. Pemeriksaan urinalisis dilakukan untuk menilai kondisi urine secara fisik, kimia, dan mikroskopis, termasuk pemeriksaan sedimen urine seperti leukosit yang dapat membantu menunjang diagnosis infeksi saluran kemih (ISK).

2. Hasil rata-rata hitung jumlah leukosit

a. Rata-rata hitung jumlah leukosit pada suhu ruang (25°C-27°C)

Rata-rata hitung jumlah leukosit pada suhu ruang (25°C–27°C) adalah sebagai berikut:

Tabel 2

Hasil jumlah leukosit urine pada pemeriksaan segera (0 jam) dan dengan lama penyimpanan 2 jam dan 4 jam pada suhu ruang (25°C-27°C)

Perlakuan		Jumlah Leukosit			Rerata±SD
0 Jam (Kontrol)	86,1	42,6	64,3	59,3	63,1±17,9
2 Jam	28,5	24,5	31,4	29,9	28,6±3,0
4 Jam	23,4	17,7	29,2	19,4	22,4±5,1

Berdasarkan tabel 2 di atas, hasil perhitungan rata-rata jumlah leukosit/LPB pada suhu ruang menunjukkan bahwa rerata jumlah leukosit tertinggi diperoleh pada kelompok pemeriksaan segera (0 jam) sebagai kontrol dengan nilai 63,1 sel/LPB. Sedangkan rerata terendah diperoleh pada kelompok dengan penundaan pemeriksaan 4 jam dengan nilai 22,4 sel/LPB. Dengan demikian terlihat adanya penurunan jumlah leukosit urine antara kelompok kontrol (0 jam) dengan pemeriksaan yang ditunda 2 jam dan 4 jam, dimana pada penundaan 2 jam diperoleh rerata sebesar 28,6 sel/LPB dan pada penundaan 4 jam sebesar 22,4 sel/LPB. Hal ini menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan pada suhu ruang cenderung menyebabkan penurunan jumlah leukosit.

b. Rata-rata hitung jumlah leukosit pada suhu dingin (4°C–8°C)

Rata-rata hitung jumlah leukosit pada suhu dingin (4°C–8°C) adalah sebagai berikut:

Tabel 3

Jumlah leukosit urine pada pemeriksaan segera (0 jam) dan dengan lama penyimpanan 2 jam dan 4 jam pada suhu dingin (4°C-8°C)

Perlakuan	Jumlah Leukosit				Rerata±SD
0 Jam (Kontrol)	86,1	42,6	64,3	59,3	63,1±16,6
2 Jam	75,2	38,2	63,1	38,0	53,6±17,5
4 Jam	48,3	23,0	34,8	37,0	35,7±10,4

Berdasarkan tabel 3 di atas, hasil perhitungan rata-rata jumlah leukosit/LPB pada suhu dingin menunjukkan bahwa rerata jumlah leukosit tertinggi diperoleh pada kelompok pemeriksaan segera (0 jam) sebagai kontrol dengan nilai 63,1 sel/LPB. Sedangkan rerata terendah diperoleh pada kelompok dengan penundaan pemeriksaan 4 jam dengan nilai sebesar 35,7 sel/LPB. Dengan demikian, terlihat adanya penurunan jumlah leukosit antara kelompok kontrol (0 jam) dengan pemeriksaan yang ditunda 2 jam dan 4 jam, dimana pada penundaan 2 jam diperoleh rerata sebesar 53,6 sel/LPB dan pada penundaan 4 jam sebesar 35,7 sel/LPB. Hal ini menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan pada suhu dingin juga menyebabkan penurunan jumlah leukosit urine, namun penurunannya tidak sebesar pada suhu ruang.

- c. Rata-rata hitung jumlah leukosit pada suhu ruang (25°C-27°C) dan suhu dingin (4°C-8°C)

Rerata hasil pemeriksaan hitung jumlah leukosit urine pada penderita suspect ISK dengan berbagai perlakuan suhu dan lama penyimpanan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4

Perbandingan rerata jumlah leukosit urine pada berbagai suhu dan lama penyimpanan

Waktu Penyimpanan	Rerata Jumlah Leukosit Suhu Ruang (25°C-27°C)	Rerata Jumlah Leukosit Suhu Dingin (4°C-8°C)	Rerata±SD
0 Jam (Kontrol)	63,1±16,6	63,1±16,6	63,1±16,6
2 Jam	28,6±3,0	53,6±17,5	41,1±12,6
4 Jam	22,4±5,1	35,7±10,4	29,1±8,2

Berdasarkan Tabel 4 di atas, terlihat adanya penurunan rerata jumlah leukosit urine seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada kedua perlakuan suhu. Pada suhu ruang (25°C–27°C), rerata jumlah leukosit mengalami penurunan dari 63,1±16,6 pada 0 jam menjadi 28,6±3,0 pada penyimpanan 2 jam dan 22,4±5,1 pada penyimpanan 4 jam. Sementara itu, pada suhu dingin (4°C–8°C), rerata jumlah leukosit menurun dari 63,1±16,6 menjadi 53,6±17,5 pada penyimpanan 2 jam dan 35,7±10,4 pada penyimpanan 4 jam. Secara keseluruhan, rerata gabungan jumlah leukosit menunjukkan penurunan dari 63,1±16,6 pada 0 jam menjadi 41,1±12,6 pada penyimpanan 2 jam dan 29,0±8,2 pada penyimpanan 4 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, jumlah leukosit urine cenderung mengalami penurunan, terutama pada penyimpanan suhu ruang.

3. Hasil analisis data statistik jumlah leukosit

a. Uji normalitas *Shapiro-wilk*

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak, yang merupakan syarat utama dalam penggunaan

statistik parametrik *Two-way Anova*. Dikarenakan data asli jumlah leukosit memiliki sebaran dengan variasi yang cukup besar, maka dilakukan transformasi data ke dalam bentuk Log10 untuk memperbaiki sebaran data agar memenuhi asumsi normalitas.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *Shaporo-wilk* karena jumlah sampel dalam penelitian ini relatif kecil (< 50). Adapun hasil uji normalitas data jumlah leukosit setelah dilakukan transformasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5
Hasil uji normalitas data

Perlakuan		Sig
Faktor	Kategori	
Suhu	Suhu Ruang (25°C-27°C)	0,349
	Suhu Dingin (4°C-8°C)	0,819
Waktu	0 jam	0,213
	2 jam	0,214
	4 jam	0,803

Berdasarkan tabel 5 di atas, diketahui bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai sig. $>0,05$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data hasil pemeriksaan jumlah leukosit berdistribusi normal. Karena asumsi normalitas telah terpenuhi, maka analisis data dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas *levane test*.

b. Uji homogenitas *Levene test*

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene test* untuk memastikan varians antar kelompok data bersifat sama (homogen). Hal ini merupakan prasyarat sebelum dilakukan analisis statistik *Two-way Anova*. Hasil uji homogenitas jumlah leukosit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6

Hasil uji homogenitas varians (*Levene test*)

Variabel	Levene Statistic	Sig.	Keterangan
Suhu	0,820	0,375	Homogen
Waktu	0,647	0,534	Homogen

Berdasarkan tabel 6 di atas, hasil uji *Levene test* menunjukkan nilai probabilitas (p) untuk faktor suhu sebesar 0,375 dan faktor lama penyimpanan sebesar 0,534. Nilai probabilitas kedua faktor tersebut lebih besar daripada nilai α (0,05) atau $p > \alpha$. Hal ini menunjukkan bahwa varians data jumlah leukosit pada setiap kelompok perlakuan adalah homogen. Karena data penelitian telah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas varians, maka analisis data dapat dilanjutkan menggunakan uji statistik *Two-way ANOVA*.

c. Hasil analisis statistik uji *Two-way anova*

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari perbedaan suhu dan lama penyimpanan terhadap jumlah leukosit urine, dilakukan uji statistik *Two-way ANOVA* sebagai berikut:

Tabel 7
Hasil uji *Two-way Anova*

Perlakuan	Kategori	Rerata $\pm$ SD	Sig. (<i>p-value</i>)
Waktu	0 Jam (Kontrol)	63,1 $\pm$ 16,6	0,000
	2 Jam	41,1 $\pm$ 12,6	
	4 Jam	29,1 $\pm$ 8,2	
Suhu	Suhu Ruang (25°C-27°C)	38,0 $\pm$ 21,1	0,006
	Suhu Dingin (4°C-8°C)	50,8 $\pm$ 18,7	

Berdasarkan Tabel 7 di atas, hasil uji *Two-way Anova* menunjukkan bahwa faktor suhu memiliki nilai signifikansi $p = 0,006$ ($p < 0,05$) dan faktor waktu penyimpanan memiliki nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, baik perbedaan suhu maupun lamanya waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang bermakna terhadap jumlah leukosit dalam urine penderita suspect ISK. Karena terdapat pengaruh yang signifikan pada variabel lama penyimpanan, maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Post-hoc Tukey HSD* untuk mengidentifikasi kelompok waktu penyimpanan mana yang memiliki perbedaan penurunan jumlah sel yang paling signifikan.

d. Uji lanjut *Post hoc Tukey HSD*

Setelah dilakukan uji *Two-way Anova* dan diketahui terdapat pengaruh yang signifikan pada variabel lama penyimpanan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Post hoc test Tukey HSD*. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelompok waktu penyimpanan mana saja yang memiliki perbedaan rerata jumlah leukosit secara signifikan. Adapun hasil uji lanjut *Tukey HSD* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8
Hasil uji lanjut (*Post Hoc Test*) Tukey HSD

(I)Waktu	(J) Waktu	<i>Mean Difference (I-J)</i>	Sig.	Keterangan
0 Jam	2 Jam	0,2046*	0,007	Signifikan
	4 Jam	0,3457*	0,000	Signifikan
2 Jam	4 Jam	0,1411	0,069	Tidak Signifikan

Keterangan*= Terdapat perbedaan

Berdasarkan tabel 8 di atas, hasil uji lanjut *Tukey HSD* menunjukkan adanya perbedaan signifikan jumlah leukosit antara pemeriksaan segera (0 jam) dengan penyimpanan 2 jam ($p = 0,007$) dan 4 jam ($p = 0,000$). Hal ini mengindikasikan bahwa penundaan pemeriksaan urine selama 2 jam sudah memberikan perubahan hasil yang bermakna secara statistik. Namun, jika dibandingkan antara penyimpanan 2 jam dengan 4 jam, diperoleh nilai ($p > 0,05$) yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua waktu penundaan tersebut.

B. Pembahasan

1. Pengaruh lama penyimpanan terhadap jumlah leukosit urine pada suhu ruang (25°C-27°C)

Berdasarkan Tabel 3, hasil perhitungan rata-rata jumlah leukosit per lapang pandang besar (LPB) pada suhu ruang (25°C–27°C) menunjukkan tren penurunan yang konsisten dan bermakna seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Rerata jumlah leukosit tertinggi diperoleh pada kelompok pemeriksaan segera (0 jam) sebesar $63,1 \pm 16,6$ sel/LPB, kemudian menurun signifikan menjadi $28,6 \pm 3,0$ sel/LPB pada penundaan 2 jam, dan terus menurun hingga mencapai nilai terendah sebesar $22,4 \pm 5,1$ sel/LPB pada penundaan 4 jam. Persentase penurunan jumlah leukosit dari 0 jam ke 2 jam mencapai sekitar 54,7%, dan dari 0 jam ke 4 jam mencapai sekitar 64,5%.

Penurunan jumlah leukosit yang cukup signifikan pada suhu ruang sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya. Leukosit merupakan sel yang mudah rusak dan sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama suhu, pH, dan osmolalitas urine. Pada penyimpanan suhu ruang, aktivitas bakteri dalam sampel urine dapat meningkat sehingga menghasilkan enzim urease yang mengubah urea menjadi amonia (NH_3). Peningkatan kadar amonia tersebut menyebabkan pH urine menjadi lebih basa dan mempercepat kerusakan atau lisis membran leukosit akibat perubahan tekanan osmotik serta aktivitas enzim litik di dalam sel. Menurut ulasan oleh Oyaert & Delanghe (2019), keterlambatan pemeriksaan urinalisis termasuk salah satu faktor pra-analitik yang paling sering menyebabkan perubahan hasil pemeriksaan, terutama pada jumlah leukosit dalam sedimen urine.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Krisdianti, Puspitasari, Aliviameita (2023). Penelitian tersebut menggunakan 35 sampel urine pasien ISK

dengan metode *Two-Way ANOVA* dan menunjukkan bahwa lama penundaan pemeriksaan merupakan faktor pra-analitik yang berpengaruh signifikan terhadap hasil pemeriksaan sedimen urine. Pada penelitian tersebut, pemeriksaan urine disarankan dilakukan tidak lebih dari 2 jam setelah pengambilan sampel pada suhu 20–25°C. Temuan ini menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan, meskipun hanya beberapa jam, dapat memengaruhi kestabilan sel leukosit dalam urine.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dewanti, Sarihati, dan Burhannuddin (2019) juga menunjukkan hasil yang serupa. Penelitian tersebut menemukan bahwa penundaan pemeriksaan urine selama 3 jam pada suhu ruang dapat menyebabkan penurunan jumlah leukosit yang signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diperiksa sebelum 30 menit, khususnya pada pasien ISK. Hasil tersebut mendukung penelitian ini bahwa kerusakan atau degradasi leukosit pada suhu ruang terjadi cukup cepat dan mulai menunjukkan perubahan bermakna sejak 2 jam pertama penyimpanan.

Dari aspek fisiologis, leukosit dalam urine yang bersifat hipotonik atau basa dapat mengalami pembengkakan osmotik yang akhirnya menyebabkan pecahnya membran sel (lisis). Selain itu, penyimpanan pada suhu ruang juga dapat meningkatkan aktivitas enzim proteolitik yang berasal dari bakteri maupun dari lisosom leukosit yang telah rusak, sehingga proses autolisis sel berlangsung lebih cepat. Hal ini didukung oleh temuan dalam artikel *Discrepancy Results Dipstick vs Microscopy* tahun 2021 yang menjelaskan bahwa leukosit sangat sensitif pada urine hipotonik dengan densitas < 1.010 dan urine alkalis dengan $\text{pH} > 7,0$. Kondisi seperti adanya bakteriuria, suhu penyimpanan yang tinggi, serta proses sentrifugasi

yang kurang tepat dapat memicu lisis leukosit dan menyebabkan hasil negatif palsu pada pemeriksaan mikroskopis.

2. Pengaruh lama penyimpanan terhadap jumlah leukosit urine pada suhu dingin (4°C-8°C)

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata jumlah leukosit/LPB pada penyimpanan suhu dingin (4°C–8°C) juga menunjukkan penurunan seiring bertambahnya waktu penyimpanan, tetapi penurunannya lebih lambat dibandingkan pada suhu ruang. Nilai rerata pada pemeriksaan segera (0 jam) sebesar $63,1 \pm 17,9$ sel/LPB, kemudian menurun menjadi $53,6 \pm 17,5$ sel/LPB setelah penundaan 2 jam dengan persentase penurunan sekitar 15,1%, dan kembali turun menjadi $35,7 \pm 10,4$ sel/LPB pada penundaan 4 jam atau sekitar 43,4%. Nilai rerata pada suhu dingin tetap lebih tinggi dibandingkan kelompok suhu ruang pada waktu penyimpanan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu dingin lebih mampu mempertahankan stabilitas dan keutuhan leukosit dalam urine.

Efektivitas suhu dingin dalam memperlambat penurunan jumlah leukosit dapat dijelaskan melalui hambatan terhadap aktivitas enzim dan pertumbuhan bakteri. Suhu rendah (4°C–8°C) merupakan kondisi yang kurang mendukung bagi pertumbuhan bakteri mesofilik yang umumnya ditemukan pada ISK, sehingga produksi enzim urease dan pembentukan amonia berlangsung lebih lambat. Walaupun penyimpanan pada suhu 0–8°C tidak sepenuhnya menghentikan pertumbuhan bakteri, kondisi tersebut tetap mampu memperlambat proses kerusakan sel leukosit secara signifikan. Hal ini didukung oleh penelitian Krisdianti, Puspitasari, Alviameita (2023) yang menyatakan bahwa penyimpanan urine pada suhu 4°C–8°C lebih efektif dalam mempertahankan keutuhan leukosit

dibandingkan penyimpanan pada suhu 25°C–27°C, meskipun jumlah leukosit tetap mengalami penurunan seiring lamanya waktu penyimpanan.

Penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dkk (2023) mengenai perbedaan hasil pemeriksaan leukosit urine dengan penundaan 3 jam pada suhu kamar 25°C dan suhu 4°C juga menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 4°C lebih mampu mempertahankan jumlah leukosit dibandingkan suhu ruang. Hasil tersebut sejalan dengan pedoman dari *Clinical and Laboratory Standards Institute* yang menyarankan penyimpanan spesimen urine pada suhu 2–8°C apabila pemeriksaan tidak dapat dilakukan dalam waktu 2 jam setelah pengambilan sampel (CLSI, 2009).

Meskipun penyimpanan pada suhu dingin lebih efektif dibandingkan suhu ruang, kondisi tersebut tetap tidak dapat sepenuhnya mencegah penurunan jumlah leukosit. Hal ini menunjukkan bahwa proses degradasi biologis masih tetap berlangsung, meskipun dengan kecepatan yang lebih lambat. Oleh karena itu, pemeriksaan sedimen urine yang paling baik tetap dilakukan sesegera mungkin setelah pengambilan sampel, sedangkan penyimpanan pada suhu dingin hanya digunakan sebagai alternatif sementara apabila penundaan pemeriksaan tidak dapat dihindari. Pernyataan ini juga didukung oleh rekomendasi Oyaert *et al*, (2022) dalam *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* yang menekankan pentingnya penerapan kriteria verifikasi yang tepat pada analisis sedimen urine agar hasil pemeriksaan lebih akurat secara klinis.

3. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap jumlah leukosit urine

Sebelum dilakukan analisis Two-way ANOVA, data terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk. Uji ini dipilih karena dinilai lebih

sensitif dan sesuai digunakan pada jumlah sampel kecil ($n < 50$). Berdasarkan hasil pada Tabel 6, seluruh kelompok perlakuan menunjukkan nilai signifikansi (p) $> 0,05$, baik pada faktor suhu maupun waktu penyimpanan. Pada faktor suhu, nilai signifikansi suhu ruang sebesar 0,349 dan suhu dingin sebesar 0,819. Sementara itu, pada faktor waktu penyimpanan diperoleh nilai signifikansi 0 jam sebesar 0,213, 2 jam sebesar 0,214, dan 4 jam sebesar 0,803. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data berdistribusi normal sehingga telah memenuhi asumsi dasar untuk analisis statistik parametrik. Temuan ini juga sejalan dengan pendapat Oyaert & Delanghe tahun 2019 yang menyatakan bahwa data pemeriksaan urine yang diperoleh secara sistematis dan konsisten umumnya memiliki distribusi yang mendekati normal sehingga layak dianalisis menggunakan metode parametrik.

Analisis dilanjutkan dengan uji homogenitas varians menggunakan *Levene test*. Berdasarkan Tabel 7, nilai signifikansi untuk variabel suhu sebesar 0,375 dan variabel waktu sebesar 0,534, keduanya melebihi ambang batas 0,05, sehingga varians antar kelompok dinyatakan homogen. Terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas memungkinkan analisis dilanjutkan dengan uji *Two-way ANOVA*. Berdasarkan hasil uji *Two-way ANOVA* pada Tabel 8, faktor suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah leukosit urine dengan nilai signifikansi $p = 0,006$ ($p < 0,05$). Faktor waktu penyimpanan juga menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan dengan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$).

Pengaruh suhu penyimpanan yang signifikan dapat dijelaskan berdasarkan mekanisme kerusakan sel. Pada suhu ruang, proses autolisis sel dan aktivitas enzim litik berlangsung lebih cepat, sehingga leukosit dalam urine lebih mudah mengalami lisis dan jumlahnya menurun lebih cepat. Sebaliknya, penyimpanan

pada suhu dingin (2–8°C) mampu memperlambat proses kerusakan sel serta menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga kestabilan jumlah leukosit dapat dipertahankan lebih lama. Pernyataan ini sejalan dengan pedoman *Clinical and Laboratory Standards Institute* tahun 2009 yang menyarankan agar pemeriksaan sedimen urine dilakukan maksimal 2 jam setelah pengambilan sampel. Apabila pemeriksaan mengalami penundaan, sampel dianjurkan disimpan pada suhu 2–8°C untuk menjaga stabilitas komponen seluler dalam urine.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Nordin *et al.*, (2024) yang menjelaskan bahwa fase pra-analitik menyumbang sekitar 60–70% dari seluruh kesalahan laboratorium. Salah satu faktor yang paling berpengaruh adalah penanganan spesimen yang kurang tepat, termasuk suhu dan lama penyimpanan sampel, yang dapat memengaruhi keakuratan hasil pemeriksaan. Temuan ini memiliki implikasi klinis yang penting karena penurunan jumlah leukosit akibat penyimpanan yang tidak sesuai berisiko menyebabkan hasil negatif palsu pada pasien dengan suspect ISK.

Pengaruh waktu penyimpanan yang sangat signifikan menunjukkan bahwa semakin lama sampel urine disimpan, maka semakin besar penurunan jumlah leukosit yang terdeteksi. Selain faktor pH dan suhu, osmolalitas urine juga memengaruhi stabilitas leukosit. Pada urine dengan kondisi hipotonik, membran leukosit lebih mudah mengalami lisis osmotik sehingga sel sulit dikenali, bahkan dapat hilang saat pemeriksaan mikroskopis dilakukan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Krisdianti, Puspitasari, dan Aliviameita (2023) yang menyatakan bahwa penundaan waktu pemeriksaan merupakan faktor pra-analitik yang paling

berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan sedimen urine, khususnya pada komponen leukosit.

Karena hasil uji *Two-way ANOVA* menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada faktor waktu penyimpanan, maka dilakukan uji lanjutan *Post-hoc Tukey HSD* untuk mengetahui kelompok waktu penyimpanan yang memiliki perbedaan bermakna. Berdasarkan Tabel 9, perbandingan antara penyimpanan 0 jam dan 2 jam menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Perbandingan antara 0 jam dan 4 jam juga menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Sementara itu, perbandingan antara kelompok 2 jam dan 4 jam tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar degradasi leukosit telah terjadi pada 2 jam pertama penyimpanan, sehingga penurunan jumlah leukosit dari jam ke-2 hingga jam ke-4 tidak lagi menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Dengan demikian, penurunan leukosit yang paling besar terjadi pada 2 jam awal penyimpanan, sedangkan penambahan waktu penyimpanan hingga 4 jam tidak memberikan perubahan yang signifikan dibandingkan kondisi 2 jam. Temuan ini memiliki makna klinis yang penting karena menunjukkan bahwa batas kritis penundaan pemeriksaan urine berada pada rentang 2 jam. Setelah melewati batas tersebut, hasil pemeriksaan leukosit berisiko tidak lagi menggambarkan kondisi sampel yang sebenarnya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewanti, Sarihati, Burhannuddin (2019) yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kelompok kontrol (<30 menit) dan kelompok dengan penundaan pemeriksaan selama 3 jam. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Apriyani & Melani

(2023), di mana penundaan pemeriksaan selama 2 jam menyebabkan penurunan jumlah leukosit sebesar 18%, sedangkan penundaan hingga 4 jam menyebabkan penurunan mencapai 37%. Namun, penurunan antar interval waktu yang berurutan, seperti dari 2 jam ke 4 jam, terjadi lebih lambat dibandingkan interval awal dari 0 jam ke 2 jam. Kondisi ini sesuai dengan pola kinetika degradasi sel yang bersifat non-linier, yaitu laju kerusakan sel cenderung paling cepat terjadi pada tahap awal penyimpanan.

Secara keseluruhan, hasil analisis statistik dalam penelitian ini menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah leukosit urine/LPB ($p < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa penanganan dan penyimpanan sampel urine yang tepat sangat penting untuk mempertahankan keakuratan hasil pemeriksaan sedimen urine di laboratorium klinik. Berdasarkan hasil penelitian, pemeriksaan sedimen urine sebaiknya dilakukan segera setelah pengambilan sampel atau kurang dari 2 jam setelah pengambilan sampel.