

**SKRIPSI**

**MEMBANDINGKAN JUMLAH PARASIT *Plasmodium falciparum* MENGGUNAKAN  
PEWARNAAN GIEMSA KONSENTRASI 3% DENGAN 10% BERDASARKAN  
VARIASI WAKTU DI BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH  
PROVINSI PAPUA**



**Oleh :**

**TRIWASELY AMIR SAID  
NIM. 2410263642**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA  
PADANG  
2025**

	Triwasely Amir Said a). Tempat /Tgl : Jayapura, 04 Agustus 1982; b). Nama Orang Tua: (Ayah) Rosi Amir Said (alm), (Ibu) Adolfina Balisa; c). Program Studi : D4 Teknologi Laboratorium Medis; d). Fakultas: Ilmu Kesehatan; e). No NIM: 2410263642; f). Tgl Lulus: 19 Agustus 2025; g). Predikat lulus: Puji; h). IPK: 4; i) Lama Studi: 1 Tahun; j). Alamat: Perum Puri Gardenia Residence Blok Youtefa No.5 Abepura, Kota Jayapura Provinsi Papua.
---	---

**MEMBANDINGKAN JUMLAH PARASIT *Plasmodium falciparum*  
 MENGGUNAKAN PEWARNAAN GIEMSA KONSENTRASI 3%  
 DENGAN 10% BERDASARKAN VARIASI WAKTU DI BALAI  
 LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH  
 PROVINSI PAPUA**

SKRIPSI

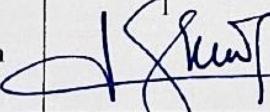
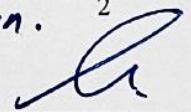
Oleh: Triwasely Amir Said  
 Pembimbing: 1. Dra. Suraini, M.Si. 2. Rinda Lestari, M.Pd

**Abstrak**

Pemeriksaan malaria menggunakan pewarnaan Giemsa merupakan metode standar yang digunakan di laboratorium kesehatan, khususnya laboratorium parasitologi. Konsentrasi Giemsa yang digunakan dalam pemeriksaan mikroskopis malaria bervariasi, di antaranya 3% dan 10%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan jumlah parasit *Plasmodium falciparum* pada 264 sampel sediaan darah tebal yang diperoleh dari beberapa fasilitas kesehatan di Jayapura serta yang tersedia di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Papua. Sampel diwarnai menggunakan Giemsa 3% dan 10% dengan variasi waktu 15, 30, 45, dan 75 menit. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen kuantitatif. Konsentrasi pewarnaan Giemsa tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah parasit ( $p = 0,052$ ), sementara faktor waktu pewarnaan tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $p = 0,962$ ). Namun, terdapat interaksi yang signifikan antara konsentrasi dan waktu pewarnaan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* ( $p = 0,005$ ). Kombinasi optimal diperoleh pada pewarnaan Giemsa 3% selama 45 menit, yang menghasilkan rata-rata jumlah parasit tertinggi dibandingkan kombinasi lainnya. Temuan ini dapat menjadi pertimbangan dalam standarisasi prosedur pewarnaan Giemsa pada pemeriksaan mikroskopis malaria di laboratorium diagnostik.

**Kata kunci: pewarnaan Giemsa 3% dan 10%, malaria, *Plasmodium falciparum***

Skripsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada Agustus 2025. Abstrak telah disetujui oleh penguji.

Tanda Tangan		an. 2 	
Nama Terang	Dra. Suraini, M.Si	Rinda Lestari, M.Pd	Endang Suriani, M.Kes

Mengetahui Ketua Program Studi: Apt.Dr. Dewi Yudiana Shinta, M.Si



	Triwasely Amir Said a).Place, Date of Birth: Jayapura, August 4, 1982; b). Parent's Name: (Father) Rosi Amir Said (alm), (Mother) Adolfina Balisa; c). Bachelor of Applied Medical Laboratory Technology Study Program; d). Faculty: Faculty of Health Sciences; e). No NIM: 2410263642; f). Date of Graduation: August 19, 2025; g). Graduation Predicate: Cumlaude; h). IPK: 4; i) Duration of Study: 1 year; j). Addres: Puri Gardenia Residence Complex, Youtefa Block No. 5, Abepura, Jayapura City, Papua Province.
---	--

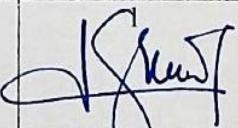
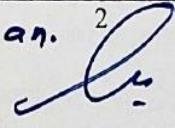
**COMPARISON OF *Plasmodium falciparum* PARASITE COUNTS USING 3% AND 10% GIEMSA STAINING CONCENTRATIONS WITH TIME VARIATIONS AT THE REGIONAL HEALTH LABORATORY OF PAPUA PROVINCE**

*Abstract*

*Malaria examination using Giemsa staining is a standard method employed in health laboratories, particularly in parasitology laboratories. The Giemsa concentration used in microscopic malaria examination varies, including 3% and 10%. This study aimed to analyze and compare the number of *Plasmodium falciparum* parasites in 264 thick blood smear samples obtained from several healthcare facilities in Jayapura and the Regional Health Laboratory of Papua Province. The samples were stained using 3% and 10% Giemsa with staining durations of 15, 30, 45, and 75 minutes. This study employed a quantitative experimental design. The Giemsa staining concentration did not have a significant effect on the parasite count ( $p = 0.052$ ), and the staining time also showed no significant effect ( $p = 0.962$ ). However, a statistically significant interaction was found between the concentration and staining time on the number of *Plasmodium falciparum* parasites ( $p = 0.005$ ). The optimal result was achieved using 3% Giemsa for 45 minutes, which resulted in the highest average parasite count compared to other combinations. These findings may serve as a consideration for the standardization of Giemsa staining procedures for microscopic malaria examination in diagnostic laboratories.*

**Keywords:** 3% and 10% Giemsa staining, malaria, *Plasmodium falciparum*

This thesis has been defended before the board of examiners and graduated in August 2025. The abstract has been approved by the examiners.

Signature			
Full name	Dra. Suriani, M.Si	Rinda Lestari, M.Pd	Endang Suriani, M.Kes

Attendance Head of Study Program : Apt. Dr. Dewi Yudiana Shinta., M.SN  


## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Parasit *Plasmodium* yang menyebabkan malaria menyebar ke manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina, yang hidup dari malam hari hingga menjelang fajar. Parasit malaria biasanya mengakibatkan demam selama 7–14 hari dengan gejala lain seperti sakit kepala, nyeri otot, dan muntah. Jika tidak diobati dalam 24 jam, parasit dapat berkembang biak dengan cepat dan menyebabkan malaria berat yang berbahaya (Puasa, 2020).

Sebuah laporan *World Malaria 2024* yang diterbitkan oleh *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terdapat sekitar 263 juta kasus malaria di seluruh dunia, meningkat sekitar 11 juta dibandingkan tahun sebelumnya. Pada tahun yang sama, malaria menyebabkan sekitar 597.000 kematian, dengan 94% kasus dan 95% kematian terjadi di wilayah Afrika. Secara global, angka insidensi malaria sebanding dengan *Annual Parasite Incidence* (API) yang dilaporkan mencapai 60,4 kasus per 1.000 penduduk yang berisiko. Nilai ini masih jauh dari target penurunan kasus malaria yang ditetapkan untuk pengendalian jangka panjang.

Malaria masih menjadi masalah kesehatan yang sangat serius di Indonesia, terutama di daerah timur seperti Papua, Papua Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Menurut laporan Kementerian Kesehatan RI tahun 2024, jumlah kasus malaria positif di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 418.546 kasus, dengan *Annual*

*Parasite Incidence* (API) sebesar 1,5 per 1.000 penduduk. Indonesia memiliki jumlah kasus malaria tertinggi di Asia (dengan sekitar 1,1 juta kasus), sementara India menempati peringkat kedua dengan sekitar 1,1 juta kasus. Provinsi Papua menyumbang lebih dari 89% dari total kasus, dengan API lebih dari 15 per 1.000 penduduk.

*Plasmodium falciparum* adalah salah satu jenis *Plasmodium* yang paling umum ditemukan di Papua. Spesies ini dikenal sebagai penyebab utama malaria berat dengan tingkat kematian yang tinggi. Untuk menunjang diagnosis yang cepat dan akurat, pemeriksaan mikroskopis dengan teknik pewarnaan Giemsa masih digunakan sebagai metode standar dalam mengidentifikasi parasit malaria, terutama di wilayah endemis seperti Papua.

Kesalahan diagnosis adalah salah satu penyebab utama kegagalan pengendalian malaria. Kesalahan diagnosis dapat terjadi di berbagai tingkat pelayanan kesehatan, mulai dari desa atau puskesmas hingga rumah sakit, terutama saat melakukan pemeriksaan mikroskopis untuk mengidentifikasi parasit malaria pada sediaan darah. Berbagai faktor dapat menyebabkan kesalahan diagnosis ini, seperti kondisi mikroskop yang kotor atau rusak, pencahayaan atau pembesaran mikroskop yang tidak memadai, dan proses pewarnaan yang tidak optimal (Sopia Hassor et al., 2023).

Pemeriksaan malaria dilakukan melalui pembuatan sediaan darah yang kemudian diwarnai menggunakan pewarna Giemsa. Untuk mewarnai parasit dalam sel darah merah, pewarna harus diencerkan terlebih dahulu dan digunakan pada

waktu yang tepat. Proses pewarnaan yang tepat akan memudahkan dalam mengidentifikasi parasit malaria di bawah mikroskop (Potutu, 2022).

Pemeriksaan mikroskopis malaria memiliki beberapa keunggulan, yaitu mampu membedakan spesies dan stadium parasit malaria serta menghitung jumlah parasit dalam darah tepi. Namun, metode ini tidak dapat diterapkan oleh semua orang karena memerlukan keterampilan khusus serta dukungan sarana dan prasarana laboratorium yang memadai untuk menjamin kualitas hasil pemeriksaan, terutama di daerah di mana malaria sering terjadi (Hartati et al., 2024).

Kepadatan parasit memberikan informasi tentang tingkat keparahan infeksi dan respons terhadap pengobatan. Menghitung stadium aseksual parasit *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, dan *P. ovale*. Kecuali jika protokol menentukan sebaliknya, gametosit tidak dihitung, tetapi keberadaannya selalu dilaporkan. Semua spesies parasit yang teridentifikasi harus dilaporkan, meskipun dihitung bersama-sama. Sebagian besar hitungan parasit dilakukan pada lapisan darah tebal. Jika tidak ada lapisan darah tebal atau rusak, hitungan lapisan darah tipis dilakukan. Hitungan lapisan darah tipis juga dilakukan ketika terdapat  $> 100$  parasit di setiap bidang lapisan darah tebal, yang sesuai dengan  $> 80.000$  parasit/ $\mu\text{L}$  (Raynes et al., 2018).

Banyak tempat kesehatan, seperti puskesmas dan rumah sakit, memeriksa parasit malaria dengan menggunakan berbagai konsentrasi pewarna Giemsa sesuai standar pengenceran masing-masing. Penggunaan bahan yang berbeda dalam tingkat pengenceran dapat mempengaruhi hasil pembacaan apusan darah. Misalnya, jika konsentrasi Giemsa yang digunakan lebih encer, waktu pewarnaan

yang diperlukan akan lebih lama. Sebaliknya, jika konsentrasi Giemsa lebih pekat, waktu pewarnaan akan lebih singkat (Pramudiyatika, 2022).

Sebelum dilakukan identifikasi, sediaan darah malaria perlu melalui proses pewarnaan menggunakan zat pewarna Giemsa. Pewarnaan ini bertujuan agar sel-sel *Plasmodium* terlihat lebih jelas di bawah mikroskop sehingga memudahkan proses identifikasi. Sebelum digunakan, Giemsa harus diencerkan hingga mencapai konsentrasi tertentu. Waktu pewarnaan juga mempengaruhi hasil sediaan darah. Rekomendasi WHO dan Kementerian Kesehatan adalah konsentrasi Giemsa 3% dan waktu pewarnaan 45 hingga 60 menit (Puasa, 2017).

Dengan menggunakan pewarna Giemsa 10%, pemeriksaan mikroskopis malaria menemukan bahwa 8 sediaan dengan kualitas baik dan 7 sediaan dengan kualitas kurang baik selama 15 menit pewarnaan, 20 menit pewarnaan, seluruh sediaan menunjukkan kualitas yang baik, dan 30 menit pewarnaan, seluruh sediaan menunjukkan kualitas yang baik. Ada korelasi antara kualitas hasil sediaan darah malaria dan variasi waktu pewarnaan Giemsa 10%, seperti yang ditunjukkan oleh nilai signifikan (Sopia Hassor et al., 2023).

Setiap pengenceran giemsa memiliki waktu pewarnaan yang berbeda, dan ada standarnya. Pewarnaan giemsa dengan pengenceran 10% biasanya digunakan untuk membuat sediaan tampak lebih jernih. Hasilnya adalah latar belakang yang jernih, dan warna kromatin dan sitoplasma tampak kontras dan jernih. Namun, penelitian lapangan menunjukkan bahwa standar pengenceran giemsa yang berbeda dimiliki oleh setiap laboratorium. Akibatnya, konsentrasi dan waktu pewarnaan berbeda. Karena banyaknya pasien, laboratorium yang menggunakan pengenceran giemsa

menggunakan waktu yang lebih lama atau terlalu cepat untuk pewarnaan. Selain itu, waktu yang digunakan untuk pengenceran giemsa tidak sesuai dengan waktu yang dibutuhkan untuk mempercepat proses pewarnaan (Kemenkes, 2017).

Pemeriksaan mikroskopis malaria merupakan *gold standard* untuk menentukan apakah seseorang terinfeksi parasit *Plasmodium sp.* Dalam pemeriksaan ini, tidak hanya dilakukan identifikasi keberadaan parasit, tetapi juga perhitungan jumlah parasit dalam sediaan darah. Kepadatan parasit memberikan informasi penting mengenai tingkat keparahan infeksi serta respon pasien terhadap pengobatan. WHO dan Kementerian Kesehatan RI merekomendasikan pewarnaan *Plasmodium* dengan Giemsa dengan konsentrasi 3% dan waktu perendaman 45 hingga 60 menit karena pada kondisi ini inti *Plasmodium* berwarna merah dan sitoplasma berwarna ungu. Kondisi ini memungkinkan penghitungan jumlah parasit dilakukan secara akurat. Sebaliknya, penggunaan konsentrasi Giemsa yang lebih tinggi dengan waktu perendaman yang terlalu singkat dapat menghasilkan warna sediaan yang terlalu pekat, sehingga morfologi *Plasmodium* sulit dikenali. Hal tersebut dapat menyebabkan analis kesehatan (ATLM) melakukan kesalahan dalam identifikasi dan perhitungan kepadatan parasit *Plasmodium sp.*

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Puasa, 2017), ditemukan bahwa waktu pewarnaan standar lima puluh menit dengan variasi waktu empat puluh, tiga puluh, dan dua puluh menit memengaruhi hasil sediaan darah malaria. Studi lain (Sopia Hassor et al., 2023) menemukan bahwa waktu pewarnaan dengan giemsa 10% berpengaruh pada hasil sediaan darah malaria. Waktu yang ideal untuk pewarnaan adalah 20 menit.

Berdasarkan data penelitian sebelumnya peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **Membandingkan Jumlah Parasit *Plasmodium falciparum* Menggunakan Pewarnaan Giemsa Konsentrasi 3% Dengan 10% Berdasarkan Variasi Waktu Di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Papua.**

## **1.2 Perumusan Masalah**

Apakah terdapat perbedaan jumlah parasit *Plasmodium falciparum* menggunakan pewarnaan giemsa konsentrasi 3 % dengan 10 % berdasarkan variasi waktu di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Papua ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Papua, kami menghitung dan membandingkan jumlah parasit *Plasmodium falciparum* dengan menggunakan pewarnaan giemsa konsentrasi 3% dan 10% berdasarkan variasi waktu.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Parasit *Plasmodium falciparum* ditemukan dengan pewarnaan giemsa konsentrasi 3 % selama lama waktu pewarnaan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 75 menit.
2. Parasit *Plasmodium falciparum* ditemukan dengan pewarnaan giemsa konsentrasi 10 % selama 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 75 menit.
3. Diketahui bahwa jumlah parasit *Plasmodium falciparum* yang ditemukan dengan pewarnaan giemsa konsentrasi 3 % dan 10 % berdasarkan variasi waktu menggunakan uji statistik.

4. Menentukan konsentrasi dan waktu pewarnaan giemsa yang optimal untuk diagnosis *Plasmodium falciparum*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1 Bagi Peneliti**

1. Peneliti dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mereka tentang pendektsian malaria, khususnya penggunaan penggunaan pewarnaan giemsa dalam konsentrasi yang berbeda.
2. Peneliti memperoleh wawasan baru mengenai pengaruh konsentrasi pewarnaan terhadap efektivitas deteksi parasit malaria.
3. Peneliti mendapatkan pengalaman langsung dalam merancang, melaksanakan, dan menganalisis penelitian laboratorium.
4. Peneliti dapat mengembangkan keterampilan dalam teknik pewarnaan mikroskopis, penghitungan parasit, serta analisis data secara sistematis dan ilmiah.
5. Peneliti membantu menemukan cara yang lebih efektif untuk mendekteksi malaria, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas.
6. Penelitian ini dapat menjadi modal bagi peneliti untuk melanjutkan jenjang akademik yang lebih tinggi atau untuk berkarier di bidang biologi, parasitologi, atau kesehatan masyarakat.
7. Untuk menyelesaikan program pendidikan DIV Sarjana Terapan Kesehatan, peneliti dapat memenuhi salah satu syarat akademik.

##### **1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan**

1. Penelitian ini dapat digunakan oleh institusi akademik lain untuk memasukannya kedalam database ilmiah institusi.

2. Mendukung akreditasi institusi melalui publikasi penelitian yang relevan dan aplikatif di bidang kesehatan.
3. Memperkuat peran institusi akademik dalam mendukung upaya pengendalian penyakit infeksi, seperti malaria, melalui kontribusi ilmiah

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **1.1 Gambaran Umum Hasil Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan jumlah parasit *Plasmodium falciparum* pada sediaan apus darah tebal yang diwarnai menggunakan larutan Giemsa dengan dua konsentrasi berbeda, yaitu 3% dan 10%, serta variasi waktu pewarnaan selama 15, 30, 45, dan 75 menit. Penelitian dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Papua.

Analisis data dimulai dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*. Hasil uji menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sehingga dilakukan uji non-parametrik *Mann-Whitney U* untuk melihat perbedaan awal antara dua konsentrasi pewarnaan terhadap jumlah parasit. Hasil *uji Mann-Whitney U* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok konsentrasi 3% dan 10% dengan nilai signifikansi sebesar 0,166 ( $p > 0,05$ )

Untuk memastikan kelayakan penggunaan uji parametrik lebih lanjut, dilakukan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Hasil menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,061 ( $> 0,05$ ), sehingga analisis dapat dilanjutkan dengan uji *Two-Way ANOVA* untuk menilai pengaruh dua faktor (konsentrasi dan waktu pewarnaan) serta interaksinya terhadap jumlah parasit.

Hasil uji *Two-Way ANOVA* menunjukkan bahwa:

1. Faktor konsentrasi pewarnaan Giemsa tidak memberikan pengaruh mendekati signifikan terhadap jumlah parasit ( $p = 0,052$ ).
2. Faktor waktu pewarnaan tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $p = 0,962$ ).
3. Namun, terdapat interaksi yang signifikan antara konsentrasi dan waktu pewarnaan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* ( $p = 0,005$ ).

Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun konsentrasi dan waktu secara individual tidak sepenuhnya signifikan, kombinasi keduanya terbukti berpengaruh terhadap hasil pewarnaan dan memengaruhi deteksi parasit secara mikroskopis.

## 1.2 Pengaruh Waktu Pewarnaan terhadap Jumlah Parasit

Hasil analisis *Two-Way* ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pewarnaan Giemsa antara 3% dan 10% memberikan pengaruh yang mendekati signifikan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* yang terdeteksi, dengan nilai  $p$  sebesar 0,052. Meskipun nilai tersebut sedikit di atas batas signifikansi statistik ( $p < 0,05$ ), hasil ini tetap menunjukkan adanya kecenderungan bahwa konsentrasi pewarnaan dapat memengaruhi kualitas visualisasi parasit pada sediaan darah.

Secara teoritis, konsentrasi pewarnaan yang lebih tinggi, seperti 10%, dapat menghasilkan intensitas warna yang lebih kuat sehingga struktur morfologi parasit menjadi lebih jelas dan mudah dikenali di bawah mikroskop. Namun, apabila konsentrasi terlalu tinggi, dapat menyebabkan pewarnaan latar belakang (*background staining*) yang berlebihan, yang justru mengganggu pengamatan

mikroskopis. Sebaliknya, konsentrasi yang lebih rendah seperti 3% cenderung menghasilkan warna yang lebih pucat, sehingga parasit lebih sulit teridentifikasi, terutama jika jumlahnya sedikit (WHO, 2016; CDC, 2022)

Menurut WHO (2022), konsentrasi Giemsa yang umum digunakan untuk pewarnaan apus darah berkisar antara 3–10%, tergantung pada SPO laboratorium dan waktu yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan konsentrasi yang tepat menjadi salah satu faktor kunci dalam memperoleh hasil mikroskopis yang optimal.

Meskipun hasil dalam penelitian ini belum mencapai tingkat signifikansi penuh, adanya kecenderungan tersebut tetap perlu diperhatikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan teknis di laboratorium, terutama dalam standar operasional prosedur (SOP) pewarnaan sediaan malaria.

### **1.3 Interaksi Antara Konsentrasi dan Waktu Pewarnaan**

Hasil analisis *Two-Way* ANOVA, menunjukkan bahwa variasi waktu pewarnaan Giemsa selama 15, 30, 45, dan 75 menit tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* yang terdeteksi pada sediaan apus darah tebal. Nilai signifikansi (p) sebesar 0,962 menunjukkan bahwa perbedaan waktu perendaman tidak berdampak secara bermakna terhadap hasil pewarnaan atau keterbacaan parasit secara mikroskopis.

Secara teori, lama waktu perendaman dalam pewarna Giemsa memengaruhi proses penyerapan pewarna oleh struktur sel darah dan parasit. Waktu yang terlalu singkat, seperti 15 menit, berisiko menghasilkan pewarnaan yang kurang merata atau terlalu pucat, sehingga menyulitkan identifikasi parasit. Sebaliknya, waktu

yang terlalu lama seperti 75 menit dapat menyebabkan pewarnaan latar belakang (background staining) yang berlebihan, yang juga mengganggu visibilitas parasit. Namun demikian, keempat durasi yang digunakan dalam penelitian ini masih tergolong dalam rentang waktu yang lazim digunakan dalam prosedur pewarnaan mikroskopis malaria (WHO, 2016; CDC, 2022)

Menurut WHO (2016), metode pewarnaan cepat menggunakan Giemsa 10% biasanya dilakukan selama 10–15 menit, sedangkan metode pewarnaan lambat dengan Giemsa 3% memerlukan waktu sekitar 45–60 menit. Dalam konteks tersebut, variasi waktu 15 hingga 75 menit pada penelitian ini masih sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga tidak menyebabkan perbedaan jumlah parasit yang signifikan.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menyiratkan bahwa laboratorium dapat menyesuaikan waktu pewarnaan antara 15 hingga 75 menit berdasarkan kebutuhan operasional, tanpa memengaruhi kualitas deteksi parasit secara bermakna.

#### **1.4 Interaksi Antara Konsentrasi dan Waktu Pewarnaan**

Hasil uji *Two-Way* ANOVA menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi pewarnaan Giemsa dan waktu pewarnaan memiliki nilai signifikansi  $p = 0,005 (< 0,05)$ . Artinya, terdapat pengaruh yang signifikan dari kombinasi antara konsentrasi dan waktu pewarnaan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi dan waktu pewarnaan terhadap jumlah parasit lebih ditentukan oleh interaksi antara keduanya, bukan masing-masing variabel secara terpisah.

Interaksi ini menunjukkan bahwa efek dari konsentrasi 3% atau 10% tidak bersifat tetap terhadap semua lama waktu pewarnaan, melainkan tergantung pada kombinasi waktu yang digunakan. Misalnya pada konsentrasi 10% dengan waktu pewarnaan 45 menit, rata-rata jumlah parasit yang teridentifikasi lebih tinggi dibandingkan kombinasi lainnya. Sebaliknya, kombinasi konsentrasi 3% dengan waktu 15 menit memberikan jumlah parasit terendah. Hal ini menunjukkan adanya sinergi antara durasi perendaman dan kekuatan larutan pewarna terhadap keberhasilan pewarnaan dan visualisasi parasit.

Proses identifikasi parasit malaria secara mikroskopis dipengaruhi oleh mekanisme biologis penyerapan zat warna oleh sel parasit. Konsentrasi pewarna Giemsa yang lebih tinggi cenderung menghasilkan pewarnaan yang lebih intens, sehingga memudahkan visualisasi parasit di bawah mikroskop. Waktu perendaman yang cukup memungkinkan proses penetrasi dan ikatan zat warna dengan komponen seluler berlangsung secara optimal. Jika waktu pewarnaan terlalu singkat, penyerapan zat warna menjadi tidak maksimal, sehingga pewarnaan tampak kurang jelas. Sebaliknya, perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan pewarnaan berlebihan (*overstaining*) pada latar belakang sediaan, yang berpotensi mengaburkan morfologi parasit saat pengamatan mikroskopis. Temuan ini mendukung teori pewarnaan Giemsa yang menyatakan bahwa interaksi antara konsentrasi dan waktu sangat krusial dalam menentukan kualitas hasil pewarnaan.

Berdasarkan hasil tersebut, kombinasi antara konsentrasi dan waktu pewarnaan perlu dipertimbangkan secara bersamaan dalam praktik diagnostik

malaria, guna memperoleh hasil yang optimal dalam mendeteksi parasit *Plasmodium falciparum*.

### **1.5 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara konsentrasi pewarnaan Giemsa 3% dan 10% maupun variasi waktu perendaman 15, 30, 45, dan 75 menit terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum*. Namun, kombinasi antara konsentrasi dan waktu pewarnaan Giemsa menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah parasit yang teridentifikasi ( $p = 0,005$ ). Kombinasi konsentrasi Giemsa 3% dengan waktu pewarnaan 45 menit menghasilkan rata-rata jumlah parasit *Plasmodium falciparum* tertinggi, yaitu sebesar 635,286. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang lebih rendah, waktu perendaman yang selama 45 menit memungkinkan proses pewarnaan yang optimal, sehingga mempermudah identifikasi parasit di bawah mikroskop.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pramudiyatika (2022), yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh variasi waktu pewarnaan Giemsa terhadap hasil visualisasi parasit malaria dengan konsentrasi 3%, 5%, dan 10%. Meskipun rentang konsentrasi dalam penelitian tersebut lebih luas, temuan ini mendukung bahwa kombinasi konsentrasi dan waktu merupakan faktor penting dalam proses pewarnaan mikroskopis untuk mendeteksi *Plasmodium*.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hormalia, dkk (2018) juga menunjukkan adanya pengaruh variasi pengenceran Giemsa terhadap kualitas pewarnaan pada pemeriksaan sediaan darah malaria. Penelitian tersebut sejalan

dengan temuan dalam penelitian ini, yang menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi larutan pewarna memengaruhi kemampuan visualisasi parasit. Namun, penelitian ini menambahkan dimensi baru melalui analisis interaksi antara konsentrasi dan waktu perendaman, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memperkuat bahwa proses pewarnaan Giemsa tidak hanya dipengaruhi oleh salah satu faktor secara terpisah, melainkan oleh kombinasi antara konsentrasi dan waktu perendaman. Temuan ini memberikan dampak penting dalam praktik laboratorium diagnostik, yaitu perlunya standarisasi kombinasi optimal antara konsentrasi dan waktu pewarnaan Giemsa untuk memperoleh hasil yang akurat dan konsisten.

## 1.6 Implikasi Hasil Penelitian

Studi ini menunjukkan bahwa kombinasi antara konsentrasi Giemsa dan waktu pewarnaan memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah parasit *Plasmodium falciparum* yang teridentifikasi pada sediaan darah tepi. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam praktik laboratorium diagnostik, khususnya dalam menentukan protokol pewarnaan Giemsa yang lebih efektif dan efisien.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi analis kesehatan atau petugas laboratorium dalam memilih kombinasi konsentrasi dan waktu pewarnaan yang optimal guna memperoleh hasil pewarnaan yang jelas dan akurat. Dengan mengetahui bahwa kombinasi tertentu, seperti konsentrasi Giemsa 3% dengan waktu perendaman 45 menit, menghasilkan jumlah parasit yang lebih optimal, maka hal ini dapat membantu meningkatkan ketepatan diagnosis malaria.

Secara teoritis, hasil ini memperkuat pemahaman bahwa keberhasilan identifikasi parasit tidak hanya ditentukan oleh satu faktor tunggal, melainkan oleh interaksi antara beberapa variabel teknis. Hal ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan yang mengeksplorasi pengaruh faktor lain dalam pewarnaan sediaan darah.