

LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian :

**Optimasi Efisiensi Waktu Proses Pewarnaan Papanicolaou pada Sel Mukosa
Tanpa Mengurangi Standar Mutu Diagnostik**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**Fakultas Ilmu
Kesehatan**

Oleh:

Tri Ade Saputro, S.Tr.A.K., M.Imun.

Nur Vita Purwaningsih, S.ST., M.Kes

Yety Eka Sispita Sari, S.TR.Kes., S.Si., M.Si

FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS

MUHAMMADIYAH SURABAYA

Jl. Sutorejo No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

<http://www.um-surabaya.ac.id>

Tahun 2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
ABSTRAK.....	4
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pemeriksaan Sitologi	7
2.2 Sel Mukosa.....	7
2.3 Pewarnaan Papanicolaou	7
2.4 Komponen Pewarnaan Papanicolaou.....	7
2.5 Faktor yang Memengaruhi Mutu Pewarnaan.....	8
2.6 Efisiensi Waktu dalam Pewarnaan.....	8
2.7 Kerangka Konseptual.....	8
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	9
3.1 Tujuan Penelitian	9
3.2 Manfaat Penelitian	9
BAB IV METODE PENELITIAN	10
4.1 Desain Penelitian	10
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
4.3 Populasi dan Sampel	10
4.4 Variabel Penelitian.....	10
4.5 Definisi Operasional	11

4.6 Alat dan Bahan.....	11
4.7 Prosedur Penelitian	11
4.8 Penilaian Mutu Pewarnaan	12
4.9 Teknik Analisis Data.....	12
4.10 Etika Penelitian	12
5.1 Gambaran Umum Penelitian.....	13
5.2 Hasil Optimasi Waktu.....	13
5.3 Hasil Penilaian Mutu Pewarnaan	13
5.4 Perbandingan Mutu Diagnostik	14
5.5 Efisiensi Waktu	14
5.6 Pembahasan.....	14
6.1 Rencana Tahapan Berikutnya	16
6.2 Bentuk Tindak Lanjut	16
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	17
7.1 Kesimpulan	17
7.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN.....	19

ABSTRAK

Pewarnaan Papanicolaou merupakan teknik pewarnaan polikromatik yang digunakan untuk menampilkan karakter inti dan sitoplasma pada pemeriksaan sitologi. Proses yang terlalu lama dapat memperpanjang waktu kerja, sedangkan pemotongan waktu yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas preparat. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan waktu pewarnaan Papanicolaou pada sel mukosa tanpa mengurangi mutu preparat.

Penelitian disusun dengan desain eksperimental laboratorik berpasangan. Sebanyak 30 sampel sel mukosa bukal dibuat menjadi dua preparat, yaitu protokol konvensional dan protokol waktu teroptimasi. Variasi waktu diuji pada 20, 15, 12, dan 10 menit. Mutu preparat dinilai berdasarkan latar belakang, morfologi sel, pewarnaan inti, diferensiasi sitoplasma, dan pewarnaan sitoplasma menggunakan quality index.

Pada data simulasi, quality index rata-rata metode konvensional adalah 0,93 dan metode 10 menit sebesar 0,91. Selisih 0,02 masih berada dalam batas toleransi 0,05. Sebanyak 29 dari 30 preparat optimasi (96,7%) tetap layak dinilai, sedangkan inti sel tetap jelas pada seluruh preparat. Waktu proses berkurang 50%, dari 20 menjadi 10 menit.

Data BAB V merupakan DATA SIMULASI untuk penyusunan contoh laporan, bukan hasil pemeriksaan laboratorium aktual dan tidak boleh digunakan sebagai bukti kinerja diagnostik.

Kata kunci: Papanicolaou; Pap stain; sel mukosa; sitologi; optimasi waktu; mutu diagnostik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan sitologi menilai karakter sel secara mikroskopis. Kejelasan bentuk sel, inti, sitoplasma, dan latar belakang preparat sangat menentukan kemudahan interpretasi. Salah satu teknik yang banyak digunakan adalah pewarnaan Papanicolaou.

Pewarnaan Papanicolaou menghasilkan pewarnaan polikromatik sehingga inti sel tampak tegas dan sitoplasma memperlihatkan diferensiasi warna. Transparansi sitoplasma dan ketajaman kromatin merupakan bagian penting dari mutu preparat.

Prosedur Papanicolaou mempunyai beberapa tahap yang membutuhkan waktu, terutama pewarnaan inti, diferensiasi, dehidrasi, dan pewarnaan sitoplasma. Pada jumlah pemeriksaan yang banyak, waktu tunggu pada setiap tahap dapat meningkatkan beban kerja dan memperpanjang penyelesaian preparat.

Berbagai penelitian telah mengembangkan rapid dan ultrafast Pap stain. Teknik ultrafast dilaporkan dapat dilakukan sekitar 90 detik pada kondisi tertentu, sedangkan metode rapid lainnya membutuhkan beberapa menit. Namun, percepatan tidak selalu menghasilkan mutu yang sama. Penelitian REAP, misalnya, menemukan perbedaan kualitas preservasi dibandingkan Pap konvensional.

Sel mukosa bukal mudah diperoleh dan memperlihatkan sel epitel skuamosa dengan inti serta sitoplasma yang dapat dinilai. Karena itu, sel mukosa dapat digunakan sebagai model untuk menguji perubahan waktu pewarnaan sebelum metode diterapkan pada spesimen diagnostik.

Penelitian ini menilai optimasi, bukan sekadar pemangkasan waktu. Variasi waktu dibandingkan dengan protokol konvensional dan hanya waktu yang memenuhi batas mutu yang dipilih. Parameter yang dinilai meliputi latar belakang, morfologi sel, pewarnaan inti, diferensiasi sitoplasma, dan pewarnaan sitoplasma.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah waktu proses pewarnaan Papanicolaou pada sel mukosa dapat dioptimalkan tanpa mengurangi mutu preparat dan keterbacaan karakter morfologi sel?

1.3 Tujuan Penelitian

Menentukan waktu proses pewarnaan Papanicolaou yang lebih efisien pada sel mukosa dengan mutu preparat yang tetap layak untuk interpretasi sitologi.

1. Menentukan waktu protokol konvensional sebagai pembanding.
2. Menguji beberapa waktu proses yang lebih singkat.
3. Membandingkan mutu preparat metode konvensional dan optimasi.
4. Menghitung persentase penghematan waktu.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi laboratorium: bahan pertimbangan untuk pengembangan alur pewarnaan yang lebih efisien.
2. Bagi tenaga laboratorium: gambaran bahwa pengurangan waktu harus disertai kendali mutu.
3. Bagi institusi pendidikan: bahan pembelajaran hubungan waktu pewarnaan dan kualitas sitomorfologi.
4. Bagi peneliti berikutnya: dasar pengujian pada spesimen sitologi diagnostik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemeriksaan Sitologi

Pemeriksaan sitologi menilai bentuk, ukuran, susunan, karakter inti, dan sitoplasma sel secara mikroskopis. Preparat yang baik harus memperlihatkan struktur sel tanpa artefak yang mengganggu.

2.2 Sel Mukosa

Sel mukosa bukal umumnya berupa sel epitel skuamosa berukuran relatif besar dengan sitoplasma luas dan inti yang dapat diamati. Pengambilannya sederhana sehingga sesuai sebagai model evaluasi teknik pewarnaan.

2.3 Pewarnaan Papanicolaou

Pewarnaan Papanicolaou adalah pewarnaan polikromatik yang menggunakan hematoksilin untuk inti dan kombinasi pewarna sitoplasma seperti Orange G serta EA. Tujuannya menghasilkan inti tegas dan sitoplasma transparan dengan diferensiasi warna.

Mutu Pap stain dipengaruhi waktu pewarnaan, konsentrasi pewarna, kualitas alkohol, serta pencegahan preparat mengering. Pap stain yang terlalu lama pada alkohol akhir dapat menyebabkan pelepasan warna sitoplasma.

2.4 Komponen Pewarnaan Papanicolaou

Komponen	Fungsi
Hematoksilin	Pewarnaan inti dan kromatin.
Bluing/diferensiasi	Mengatur intensitas dan ketegasan inti.
Orange G	Pewarna sitoplasma tertentu.
EA	Diferensiasi warna sitoplasma.
Alkohol bertingkat	Dehidrasi preparat.

2.5 Faktor yang Memengaruhi Mutu Pewarnaan

Mutu dipengaruhi waktu kontak reagen, konsentrasi pewarna, pH, kualitas fiksasi, kualitas air, kebersihan wadah, dan waktu dehidrasi. Preparat sebaiknya tidak mengering di antara tahapan.

2.6 Efisiensi Waktu dalam Pewarnaan

Rapid dan ultrafast Pap dikembangkan untuk menurunkan waktu pewarnaan. Studi MUFPP menunjukkan kualitas yang baik pada beberapa jenis spesimen, tetapi hasil dapat berbeda menurut organ dan jenis lesi. Karena itu optimasi perlu divalidasi pada spesimen yang akan digunakan.

2.7 Kerangka Konseptual

Sel mukosa bukal → fiksasi → Pap konvensional dan variasi waktu → penilaian inti, sitoplasma, morfologi, latar belakang → quality index → penentuan waktu paling efisien yang tetap memenuhi batas mutu.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

1. Menentukan protokol pewarnaan Papanicolaou yang lebih efisien pada sel mukosa dengan mutu preparat tetap memenuhi batas penerimaan.
2. Tujuan khusus: menguji variasi waktu, menilai kualitas preparat, membandingkan dengan metode konvensional, dan menghitung efisiensi waktu.

3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan memberikan dasar pengembangan prosedur pewarnaan yang lebih efisien serta memperkuat pemahaman bahwa perubahan waktu harus disertai verifikasi dan kendali mutu.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Eksperimental laboratorik dengan pendekatan komparatif berpasangan. Setiap sampel sel mukosa dibuat menjadi dua preparat dari bahan yang sama: konvensional dan optimasi.

4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Dirancang di laboratorium sitologi/biologi sel Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya pada Januari - April 2025.

4.3 Populasi dan Sampel

Populasi berupa preparat sel mukosa bukal. Data simulasi menggunakan 30 pasangan preparat atau 60 slide. Kriteria: sel cukup, preparat tidak rusak berat, dan seluruh parameter dapat dinilai.

4.4 Variabel Penelitian

No.	Variabel	Jenis
1	Waktu proses pewarnaan	Bebas
2	Quality index	Terikat
3	Pewarnaan inti	Terikat
4	Diferensiasi sitoplasma	Terikat
5	Morfologi sel	Terikat
6	Latar belakang	Terikat
7	Interpretabilitas	Terikat

4.5 Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Cara ukur	Hasil
Waktu proses	Lama proses pewarnaan.	Timer.	Menit
Pewarnaan inti	Ketegasan inti/kromatin.	Skor 1–4.	Skor
Diferensiasi sitoplasma	Kejelasan warna sitoplasma.	Skor 1–4.	Skor
Morfologi sel	Kejelasan bentuk dan batas sel.	Skor 1–4.	Skor
Latar belakang	Kebersihan dari artefak.	Skor 1–4.	Skor
Quality index	Skor aktual/skor maksimum.	Perhitungan.	0–1
Interpretabilitas	Kemampuan preparat dinilai.	Evaluator.	Layak/tidak

4.6 Alat dan Bahan

Alat: mikroskop, rak pewarnaan, timer, pipet, wadah pewarna, dan alat preparasi. Bahan: sel mukosa bukal, etanol 95%, hematoksin, bluing, Orange G, EA, alkohol bertingkat, clearing agent, dan mounting medium.

4.7 Prosedur Penelitian

1. Pengambilan sel mukosa: sel dikumpulkan dari mukosa pipi menggunakan alat steril, dibuat apusan tipis, dan segera difiksasi.
2. Uji pendahuluan: variasi waktu 20, 15, 12, dan 10 menit diuji dengan reagen yang sama.

3. Protokol pembanding: total waktu 20 menit, mencakup hematoksin, diferensiasi/bluing, Orange G, EA, dehidrasi, clearing, dan mounting.
4. Protokol optimasi: total waktu 10 menit berdasarkan hasil uji pendahuluan; urutan tahapan dipertahankan dan pengurangan dilakukan terutama pada waktu kontak reagen.
5. Preparat diamati dengan mikroskop dan dinilai menggunakan lima parameter mutu.

4.8 Penilaian Mutu Pewarnaan

Parameter	1	2	3	4
Latar belakang	Banyak artefak	Cukup mengganggu	Sedikit artefak	Bersih
Morfologi	Tidak jelas	Kurang	Jelas	Sangat jelas
Inti	Lemah	Cukup	Tegas	Sangat tegas
Diferensiasi sitoplasma	Tidak tampak	Kurang	Jelas	Sangat jelas
Pewarnaan sitoplasma	Tidak sesuai	Kurang	Optimal	Sangat optimal

Quality index = jumlah skor aktual / skor maksimum. Batas penerimaan simulasi ditetapkan $\geq 0,88$, tanpa artefak berat dan dengan inti serta sitoplasma masih dapat dinilai.

4.9 Teknik Analisis Data

Data disajikan sebagai rerata, simpangan baku, persentase kelayakan, dan efisiensi waktu. Perbandingan berpasangan dapat dianalisis dengan paired t-test atau Wilcoxon signed-rank sesuai distribusi data. Efisiensi waktu = $((\text{waktu konvensional} - \text{waktu optimasi}) / \text{waktu konvensional}) \times 100\%$.

4.10 Etika Penelitian

Penelitian aktual harus memperhatikan persetujuan, kerahasiaan identitas, kode sampel, dan ketentuan etik institusi. Data laporan ini seluruhnya simulasi.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Penelitian

Data terdiri dari 30 pasangan preparat sel mukosa bukal. Metode konvensional menggunakan 20 menit dan metode hasil optimasi menggunakan 10 menit.

5.2 Hasil Optimasi Waktu

Waktu	QI rata-rata	Interpretasi	Keputusan
20 menit	0,93	Sangat baik	Pembanding
15 menit	0,92	Sangat baik	Layak
12 menit	0,90	Baik	Layak
10 menit	0,91	Baik–sangat baik	Dipilih

Waktu 10 menit dipilih sebagai waktu terpendek yang tetap melewati batas QI 0,88

5.3 Hasil Penilaian Mutu Pewarnaan

Parameter	Konvensional	Optimasi 10 menit	Selisih
Latar belakang	3,77	3,70	-0,07
Morfologi	3,73	3,67	-0,06
Inti	3,80	3,73	-0,07
Diferensiasi sitoplasma	3,70	3,63	-0,07
Pewarnaan sitoplasma	3,63	3,57	-0,06
QI	0,93	0,91	-0,02

5.4 Perbandingan Mutu Diagnostik

Indikator	Konvensional	Optimasi
Preparat layak	30/30 (100%)	29/30 (96,7%)
Inti jelas	30/30 (100%)	30/30 (100%)
Sitoplasma dapat dibedakan	30/30 (100%)	29/30 (96,7%)
Kesepadanan morfologi	—	29/30 (96,7%)
QI	0,93	0,91

Satu pasangan preparat optimasi menunjukkan diferensiasi sitoplasma sedikit lebih rendah, tetapi karakter inti dan batas sel masih dapat dinilai.

5.5 Efisiensi Waktu

Parameter	Konvensional	Optimasi	Perubahan
Waktu/batch	20 menit	10 menit	–10 menit
Efisiensi	—	—	50%
Kapasitas teoritis/jam	3 batch	6 batch	2 kali

Pengurangan waktu dari 20 menjadi 10 menit memberikan efisiensi waktu 50% dan secara teoritis menggandakan kapasitas proses pewarnaan pada waktu kerja yang sama.

5.6 Pembahasan

Hasil simulasi memperlihatkan bahwa pemangkasan waktu dapat dilakukan dengan mempertahankan tahapan utama pewarnaan. Mutu tidak hanya ditentukan oleh lama waktu, tetapi juga konsentrasi reagen, kualitas alkohol, fiksasi, dan kondisi preparat.

Temuan ini sejalan dengan publikasi mengenai rapid dan ultrafast Pap. Studi Ultrafast Pap melaporkan waktu sekitar 90 detik untuk kondisi tertentu, sedangkan penelitian MUFP

menunjukkan quality index yang baik pada beberapa jenis spesimen. Artinya, modifikasi waktu memang memungkinkan, tetapi tetap membutuhkan validasi.

Di sisi lain, penelitian REAP melaporkan kualitas preservasi yang lebih rendah dibandingkan Pap konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa metode cepat tidak otomatis memiliki mutu yang sama. Karena itu penelitian ini menetapkan batas quality index dan keterbacaan morfologi sebelum metode dianggap efisien.

Sel mukosa hanya merupakan model untuk menilai perubahan mutu pewarnaan. Hasil ini tidak dapat langsung digeneralisasi ke sitologi serviks, FNAB, atau cairan tubuh. Validasi pada spesimen diagnostik harus dilakukan sebelum protokol baru diterapkan sebagai SOP.

Jika hasil validasi nyata tetap konsisten, pengurangan waktu 50% berpotensi menurunkan waktu tunggu dan meningkatkan kapasitas kerja. Penerapan tetap harus disertai verifikasi metode, pelatihan petugas, kendali mutu, dan dokumentasi.

BAB VI

RENCANA DAN TAHAPAN BERIKUTNYA

6.1 Rencana Tahapan Berikutnya

1. Validasi dengan data primer dan jumlah preparat lebih besar.
2. Uji pada spesimen sitologi diagnostik lain.
3. Penilaian oleh minimal dua evaluator secara blinded.
4. Penetapan kriteria penerimaan dan SOP.
5. Evaluasi kestabilan hasil antar-batch.

6.2 Bentuk Tindak Lanjut

Jika validasi tetap memenuhi mutu, protokol dapat dikembangkan menjadi SOP internal setelah persetujuan penanggung jawab laboratorium. Penelitian lanjutan dapat memasukkan biaya reagen, konsumsi bahan, dan turnaround time keseluruhan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan data simulasi, waktu pewarnaan Papanicolaou pada sel mukosa dapat dioptimalkan dari 20 menit menjadi 10 menit. QI rata-rata metode optimasi 0,91 dibandingkan 0,93 pada metode konvensional, dengan selisih 0,02 yang masih berada dalam batas toleransi 0,05. Efisiensi waktu mencapai 50% dan 29 dari 30 preparat optimasi (96,7%) tetap layak dinilai.

Hasil tersebut menunjukkan potensi metode 10 menit sebagai prosedur yang lebih efisien pada model sel mukosa, tetapi belum merupakan metode diagnostik yang tervalidasi untuk semua jenis spesimen. Seluruh angka merupakan data simulasi.

7.2 Saran

1. Gunakan data primer pada penelitian aktual.
2. Libatkan lebih dari satu evaluator dan lakukan blinded assessment.
3. Uji protokol pada spesimen diagnostik sebelum dijadikan SOP.
4. Kontrol reagen dan waktu setiap batch.
5. Tambahkan analisis biaya dan turnaround time.

DAFTAR PUSTAKA

Bhagat VM, et al. Efficacy of modified rapid economic acetic acid-based Papanicolaou stain. *Cytopathology*. 2016;27(6):452–455. doi:10.1111/cyt.12330.

Izhar S, Kaur R, Masih K. Efficacy of rapid, economical, acetic acid, Papanicolaou stain in cervical smears as an alternative to conventional Papanicolaou stain. *J Cytol*. 2014;31(3):154–157. doi:10.4103/0970-9371.145648.

Yang GCH, Alvarez II. Ultrafast Papanicolaou stain. An alternative preparation for fine needle aspiration cytology. *Acta Cytol*. 1995;39:55–60.

Kamal MM, et al. Application of modified ultrafast Papanicolaou stain in cytology of various organs. *Diagn Cytopathol*. 2006. doi:10.1002/dc.20360.

Utility of Modified Ultrafast Papanicolaou Stain in Cytological Diagnosis. 2017. PMID:28511391.

Comparison of Ultrafast Papanicolaou Stain with the Standard Papanicolaou Stain in Body Fluids and Fine Needle Aspiration Specimens. 2016. PMCID:PMC4785760.

Modification of Rapid Papanicolaou Stain with Phloxine: A Study Assessing the Utility in Gynecological Smears. *J Cytol*. 2024. PMID:38779599.

Nuances of the Papanicolaou stain. 2022. PMCID:PMC9345133.

LAMPIRAN

