

Potensi Limbah Kulit Salak Sebagai Pewarna Hematoxylin Alami Preparat Cairan Pleura

Potention Of Salak Skin Waste As A Natural Hematoxylin Dye For Pleural Fluid Preparations

Dewi Hartati, Bastian, Juwy Trianes, Widya Yuniasari

Program studi S.Tr TLM, Fakultas Vokasi, Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*) E-mail korespondensi: dewihartatiayu@gmail.com, 081367116710

ABSTRACT

*Pleural fluid cytology plays an important role in diagnosing various diseases, particularly malignancies, with hematoxylin commonly used as a nuclear stain. However, hematoxylin has several limitations, including potential toxicity, relatively high cost, and environmental impact. This study aimed to evaluate the utilization of salak (*Salacca zalacca*) peel extract waste as an alternative to hematoxylin staining in pleural fluid preparations. A quasi-experimental study with a pretest–posttest control group design was conducted by comparing Papanicolaou staining using standard hematoxylin and salak peel extract at different concentrations (100%, 80%, 50%, and 25%). Staining quality was assessed based on color intensity, contrast, clarity, color uniformity, and stability, color stability, which was evaluated in a blind test by two analysts using the chi-square test. The results showed that salak peel extract at 100% concentration produced the best staining quality and was not significantly different from standard hematoxylin ($p = 0.479$), while lower concentrations demonstrated reduced staining performance. In conclusion, salak peel extract waste has potential as a safe, low-cost, and environmentally friendly alternative to hematoxylin for pleural fluid cytology staining.*

Keywords: Pleural Fluid, Hematoxylin, Salak Peel, Natural Dye

ABSTRAK

Pewarnaan sitologi cairan pleura merupakan langkah penting dalam diagnosis berbagai penyakit, terutama keganasan, dengan Hematoxylin sebagai pewarna inti yang umum digunakan. Namun, Hematoxylin memiliki keterbatasan berupa potensi toksisitas, harga relatif tinggi, serta dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan limbah ekstrak kulit salak (*Salacca zalacca*) sebagai alternatif pewarna Hematoxylin pada preparat cairan pleura. Penelitian dilakukan menggunakan desain eksperimen semu dengan rancangan *pretest–posttest control group*, membandingkan pewarnaan Papanicolaou menggunakan Hematoxylin standar dan ekstrak kulit salak pada berbagai konsentrasi (100%, 80%, 50%, dan 25%). Parameter yang dinilai meliputi intensitas warna, kontras, kejernihan, keseragaman pewarnaan dan kestabilan pewarnaan yang dievaluasi secara blind oleh dua analis dan menggunakan uji *Chi-Square*. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak kulit salak konsentrasi 100% memberikan kualitas pewarnaan terbaik dan tidak berbeda signifikan dengan Hematoxylin standar ($p = 0,479$), sedangkan konsentrasi lebih rendah menunjukkan penurunan kualitas pewarnaan. Kesimpulannya, ekstrak limbah kulit salak berpotensi digunakan sebagai alternatif pewarna Hematoxylin yang lebih aman, murah, dan ramah lingkungan pada preparat cairan pleura.

Kata kunci : Cairan Pleura, Hematoxylin, Kulit Salak, Pewarna Alami

PENDAHULUAN

Pleural effusi merupakan salah satu masalah klinis yang paling sering dijumpai pada bidang penyakit paru dan penyakit dalam (Rexhepi *et al.*, 2025). Kondisi ini ditandai dengan akumulasi cairan berlebihan di dalam rongga pleura, baik akibat proses inflamasi, infeksi, keganasan, maupun gangguan sistemik seperti gagal jantung (Munavvar *et al.*, 2025). Studi epidemiologi mencatat bahwa di Amerika Serikat saja terdapat sekitar 1,5 juta kasus pleural effusi setiap tahunnya, menjadikannya salah satu

penyebab terbanyak pasien harus menjalani prosedur diagnostik dengan sampel cairan pleura. Analisis terbaru menunjukkan bahwa penyebab tersering dari pleural effusi adalah keganasan (27%), gagal jantung (21%), pneumonia (19%), dan tuberkulosis (9%) (Rexhepi *et al.*, 2025; Chen *et al.*, 2025). Hal ini menegaskan pentingnya cairan pleura sebagai salah satu spesimen utama dalam upaya menegakkan diagnosis penyakit-penyakit serius (Sanjev, 2025).

Pemeriksaan cairan pleura di laboratorium tidak hanya bersifat makroskopis dan biokimia, tetapi juga sitologi yang berperan besar dalam mendeteksi adanya sel ganas maupun sel abnormal lain (Iljazovi, 2025). Sitologi cairan pleura dinilai sebagai pemeriksaan yang relatif sederhana, cepat, dan minim invasif, sehingga menjadi prosedur diagnostik standar di banyak fasilitas Kesehatan (Stocklein, 2025). Oleh karena itu, kualitas sediaan sitologi terutama kualitas pewarnaan memegang peranan penting dalam meningkatkan akurasi interpretasi sitopatologi.

Metode pewarnaan yang paling luas digunakan untuk preparat sitologi cairan pleura adalah pewarnaan Papanicolaou (Pap stain) (Sathya *et al.*, 2025). Pewarnaan ini unggul karena dapat memberikan kontras yang jelas antara inti dan sitoplasma sel, sehingga memudahkan sitopatologi untuk mengidentifikasi perubahan morfologi yang khas dari sel ganas. Pada prosedur Pap stain, inti sel biasanya diwarnai dengan Hematoxylin, sedangkan sitoplasma diwarnai dengan kombinasi pewarna basa dan asam. Hematoxylin menjadi komponen utama dalam memastikan keterbacaan preparat sitologi (Thrall *et al.*, 2025; Jahanian, 2025; Ekaterina *et al.*, 2025).

Hematoxylin merupakan zat warna alami yang diekstraksi dari kayu logwood (*Haematoxylum campechianum*). Zat ini dioksidasi menjadi haematein sebelum dapat digunakan sebagai pewarna inti pada jaringan. Walaupun Hematoxylin berasal dari bahan alami, penggunaannya dalam laboratorium tidak lepas dari risiko, karena dalam bentuk komersial sering mengandung aditif atau zat kimia tambahan yang bersifat toksik. Selain itu, kebutuhan Hematoxylin dalam jumlah besar secara global membuat ketersediaannya semakin terbatas, sementara harga semakin meningkat. Di sisi lain, aspek keamanan terhadap tenaga laboratorium dan dampak lingkungan dari limbah Hematoxylin juga menjadi perhatian serius (Lakhotia, 2025; Zuzana and Tatiana, 2025; Hasan, 2025).

Berbagai penelitian telah mengeksplorasi penggunaan ekstrak tumbuhan lokal sebagai pengganti pewarna histologis. Pradeepthi *et al.* (2023) penelitian menggunakan ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) menunjukkan bahwa zat kurkumin dapat menghasilkan pewarnaan sitoplasma yang sebanding dengan eosin, serta memiliki kelebihan berupa ketersediaan yang luas dan aman bagi lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan lokal dengan kandungan pigmen alami berpotensi besar sebagai alternatif dalam laboratorium sitologi.

Salah satu sumber potensial yang belum banyak diteliti adalah kulit buah salak (*Salacca zalacca*). Selama ini kulit salak hanya dianggap limbah pertanian yang tidak memiliki nilai tambah, padahal secara fitokimia diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti tanin, flavonoid, antosianin, dan polifenol. Senyawa-senyawa tersebut dikenal memiliki sifat pigmen yang dapat memberikan warna stabil serta kemampuan ikatan dengan komponen seluler (Paulson, 2025). Kandungan inilah yang menjadi dasar pemikiran bahwa ekstrak kulit salak berpotensi digunakan sebagai pewarna alternatif untuk jaringan dan sel, khususnya dalam preparat sitologi (Edward *et al.*, 2025; Hu *et al.*, 2025; Paulson, 2025).

Keunggulan lain dari kulit salak adalah ketersediaannya yang melimpah, murah, serta merupakan bahan lokal khas Indonesia. Dengan memanfaatkan limbah kulit salak, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan metode pewarnaan yang ramah lingkungan, tetapi juga mendukung prinsip *green chemistry* dan pengelolaan limbah biomassa. Hal ini sangat penting mengingat tren global saat ini adalah penggunaan bahan baku berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada zat kimia berbahaya dan impor bahan kimia laboratorium (Enearepuadoh, 2025; Afrianto, 2025).

Aspek kesehatan dan keselamatan kerja laboratorium juga menjadi pertimbangan penting. Paparan jangka panjang terhadap bahan kimia pewarna tradisional dapat menimbulkan efek toksik pada teknisi laboratorium. Dengan beralih pada pewarna alami berbasis tanaman, risiko kesehatan dapat diminimalkan, sehingga tidak hanya bermanfaat untuk hasil diagnostik, tetapi juga bagi kesejahteraan tenaga laboratorium. Selain itu, pewarna alami relatif lebih mudah terurai di lingkungan sehingga mengurangi dampak pencemaran kimia (Jiang *et al.*, 2025).

Berbagai tanaman telah diuji coba sebagai pewarna alternatif, hingga saat ini belum ditemukan laporan penelitian yang secara khusus menggunakan ekstrak kulit salak sebagai pengganti Hematoxylin dalam pewarnaan preparat cairan pleura. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit salak sebagai alternatif pewarna Hematoxylin pada preparat cairan pleura menjadi sangat penting. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai pewarna yang efektif, aman, murah, ramah lingkungan, serta mendukung inovasi dalam diagnosis sitologi. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya akan bermanfaat dalam aspek ilmiah dan klinis, tetapi juga dalam konteks sosial dan lingkungan melalui pemanfaatan limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah.

METODE

Desain, tempat dan waktu

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu (quasi experiment) dengan rancangan *pretest-posttest control group design* yang bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak kulit salak (*Salacca zalacca*) sebagai alternatif pewarnaan Hematoxylin pada preparat cairan pleura. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sitologi Program Studi Teknologi Laboratorium Medis UM-AD dan di Laboratorium Patologi Anatomi Barokah Paalembang rujukan sebagai sumber sampel cairan pleura. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 sampai dengan Januari 2026, yang meliputi tahap persiapan bahan, pembuatan ekstrak, proses pewarnaan, hingga analisis data.

Jenis dan Cara Pengumpulan Data

1. Pembuatan Ekstrak Kulit Salak

Ekstrak kulit salak dibuat menggunakan metode maserasi. Kulit salak segar dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, kemudian dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 40–50°C hingga kadar air rendah. Kulit salak yang telah kering dihaluskan menjadi serbuk menggunakan blender dan diayak hingga diperoleh ukuran partikel yang seragam. Sebanyak 500 g serbuk kulit salak dimaserasi menggunakan etanol 70% dengan perbandingan bahan dan pelarut 1:10 (b/v) selama 72 jam pada suhu ruang dalam wadah tertutup sambil diaduk setiap 24 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1, kemudian filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40–50°C hingga diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak disimpan dalam botol kaca berwarna gelap pada suhu 4°C dan diencerkan sesuai konsentrasi yang telah ditentukan sebelum digunakan sebagai larutan pewarna inti.

2. Pengambilan dan Preparasi Sampel Cairan Pleura

Sampel cairan pleura diperoleh melalui tindakan torakosentesis yang dilakukan oleh dokter sesuai prosedur klinis. Sampel dimasukkan ke dalam tabung steril dan segera dikirim ke laboratorium untuk diproses maksimal dua jam setelah pengambilan. Cairan pleura dihomogenkan, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 1.500 rpm selama 10 menit untuk memperoleh endapan sel. Supernatan dibuang secara hati-hati, sedangkan endapan sel digunakan untuk membuat sediaan apus tipis pada kaca objek yang telah diberi identitas. Preparat dibiarkan mengering sesaat sebelum dilakukan proses fiksasi.

3. Proses Fiksasi dan Pewarnaan Preparat

Preparat yang telah dibuat segera difiksasi menggunakan etanol 95% selama 15 menit untuk mempertahankan morfologi sel dan mencegah kerusakan struktur inti. Setelah fiksasi, preparat dibilas menggunakan akuades. Pada kelompok kontrol dilakukan pewarnaan metode Papanicolaou standar, yaitu preparat direndam dalam Hematoxylin selama 5 menit, kemudian dilakukan diferensiasi menggunakan larutan HCl alkohol 0,5% selama 5–10 detik, dicuci dengan air mengalir, dilanjutkan proses blueing menggunakan Scott's tap water substitute selama 1 menit, kemudian diwarnai menggunakan Orange G-6 selama 2 menit dan EA-50 selama 3 menit. Pada kelompok perlakuan, tahap pewarnaan Hematoxylin digantikan dengan perendaman preparat dalam larutan ekstrak kulit salak selama 5–10 menit, kemudian dilanjutkan dengan proses diferensiasi menggunakan HCl alkohol 0,5% selama 5–10 detik apabila diperlukan, pencucian menggunakan air mengalir, proses blueing menggunakan Scott's tap water substitute selama 1 menit, serta tahapan Orange G-6 dan EA-50 sesuai prosedur pewarnaan Papanicolaou standar. Selanjutnya preparat didehidrasi menggunakan etanol bertingkat (70%, 95%, dan absolut) kemudian dilakukan proses clearing menggunakan xylol.

4. Proses Mounting Preparat

Preparat yang telah melalui proses clearing ditetesi media mounting DPX (Distrene Plasticizer Xylene), kemudian ditutup menggunakan kaca penutup (cover glass). Preparat dibiarkan mengering pada suhu ruang hingga media mounting mengeras sempurna sehingga siap untuk dilakukan pengamatan mikroskopis.

5. Pengamatan Mikroskopis

Preparat diamati menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 100× dan 400×. Setiap preparat diamati pada sedikitnya lima lapang pandang yang dipilih secara acak untuk memperoleh gambaran yang representatif mengenai kualitas hasil pewarnaan.

6. Sistem Skoring Kualitas Pewarnaan

Penilaian kualitas preparat dilakukan menggunakan sistem skoring ordinal dengan rentang nilai 1–5 pada setiap parameter yang diamati, meliputi intensitas warna inti, kontras inti terhadap sitoplasma, kejernihan preparat, kestabilan warna, ketajaman morfologi inti, dan keseragaman pewarnaan. Skor 5 menunjukkan kualitas sangat baik, yaitu pewarnaan optimal, morfologi inti tampak jelas, kontras tinggi, preparat jernih, serta warna stabil dan merata. Skor 4 menunjukkan kualitas baik, yaitu pewarnaan dan morfologi inti terlihat jelas dengan sedikit ketidaksempurnaan yang tidak mengganggu interpretasi. Skor 3 menunjukkan kualitas cukup baik, yaitu pewarnaan masih dapat diamati dengan baik meskipun terdapat penurunan intensitas warna, kontras, atau kejernihan. Skor 2 menunjukkan kualitas tidak baik, yaitu pewarnaan kurang jelas sehingga menyulitkan identifikasi morfologi sel. Skor 1 menunjukkan kualitas sangat tidak baik, yaitu preparat memiliki kualitas pewarnaan yang sangat rendah sehingga struktur inti dan sitoplasma sulit atau tidak dapat dievaluasi. Penilaian dilakukan secara independen oleh dua orang pengamat, kemudian nilai dari kedua pengamat dirata-ratakan sebagai hasil akhir untuk analisis statistik.

Pengolahan dan analisis data

Penilaian kualitas pewarnaan dilakukan secara *blind* oleh dua analis independen menggunakan sistem skoring mikroskopis yang telah ditentukan. Data yang diperoleh diuji normalitas terlebih dahulu untuk menentukan jenis uji statistik yang sesuai. Selanjutnya, analisis perbedaan kualitas pewarnaan antara kelompok perlakuan dan kontrol dilakukan menggunakan uji *chi-square* dengan tingkat

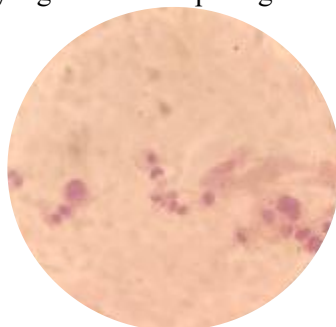
signifikansi 95% ($\alpha = 0,05$). Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi untuk menggambarkan efektivitas ekstrak kulit salak sebagai alternatif pewarna Hematoxylin pada preparat cairan pleura

HASIL

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas preparat cairan pleura menggunakan pewarnaan Papanicolaou dengan Hematoxylin dan ekstrak kulit salak (*Salacca zalacca*) pada 30 sediaan yang dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi Barokah Palembang pada bulan Desember 2025 sampai Januari 2026, diperoleh hasil sebagai berikut.

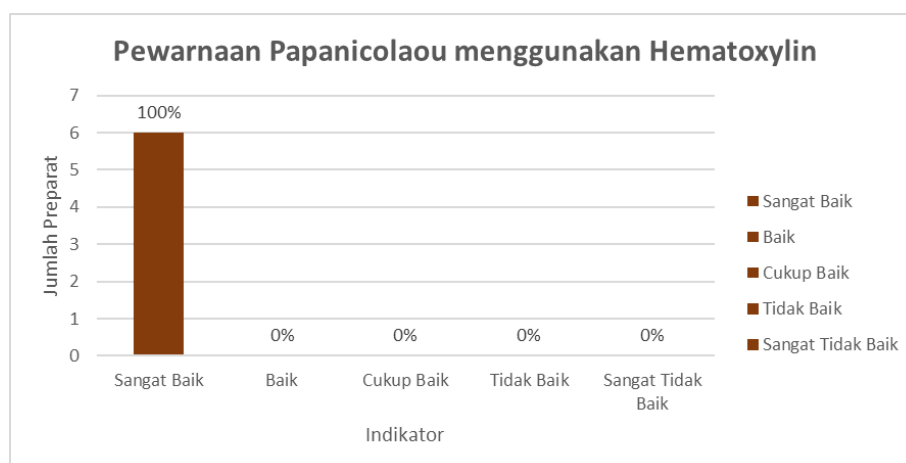
1. Hasil Kualitas Cairan Pleura Menggunakan Metode pewarnaan Papanicolaou

Hasil kualitas cairan pleura menggunakan pewarnaan hematoxylin sebagai *Gold Standar* dari pewarnaan papanicolaou. Penelitian dilakukan dengan mengamati sampel preparat cairan pleura yang telah dibuat sebanyak 6 sediaan dengan dilihat secara mikroskopis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil pewarnaan hemtoxylin dengan standar pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 1, preparat yang diwarnai dengan hematoxylin metode Papanicolaou menunjukkan bahwa struktur sel pada cairan pleura tampak lebih jelas dengan kontras warna yang baik terhadap latar belakang yang cerah. Inti sel terlihat berwarna ungu kebiruan dan sitoplasma tampak lebih pucat bewarna merah mudah/pink sehingga keduanya dapat dibedakan dengan jelas. Masih tampak beberapa kotoran atau debris pada sediaan serta area yang tampak lebih terang akibat ketidakseimbangan pewarnaan atau ketebalan preparat. Secara keseluruhan, metode Papanicolaou memberikan diferensiasi warna yang baik dan meningkatkan keterbacaan struktur seluler pada cairan pleura. Berdasarkan hasil kualitas dari sediaan reagen hematoxylin menggunakan metode pewarnaan papanicolaou tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

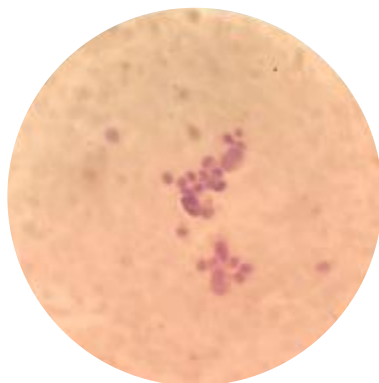


Gambar 2. Grafik batang hasil pewarnaan Papanicolaou menggunakan reagen hematoxylin

Berdasarkan gambar 2 diatas menunjukkan didapatkan hasil pada Papanicolaou Menggunakan Reagen Hematoxylin dengan tingkatan kualitas sediaan berdasarkan 5 indikator interpretasi kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik sebanyak 6 sediaan dengan persentase (100%).

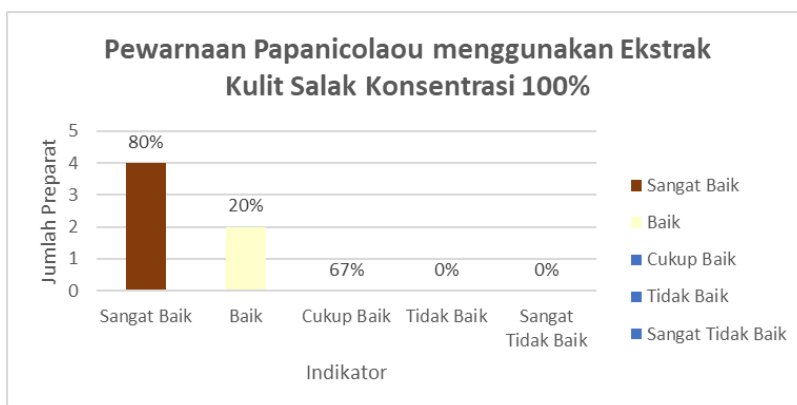
2. Hasil Kualitas Preparat Cairan Pleura Menggunakan Pewarnaan Kulit Salak
a. Hasil Kualitas Pewarnaan Kulit Salak Konsentrasi 100 %

Hasil kualitas cairan pleura menggunakan pewarnaan kstrak kulit salak dengan konsentrasi 100% pengganti dari reagen hematoxylin dari metode pewarnaan papanicolaou. Penelitian dilakukan dengan mengamati sampel preparat cairan pleura yang telah dibuat sebanyak 6 sediaan dengan dilihat secara mikroskopis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil preparat cairan pleura pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 3, menunjukkan hasil pewarnaan dengan tingkatan berdasarkan 5 indikator interpretasi hasil kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik 4 sediaan dengan persentase (80%), hasil baik sebanyak 2 sediaan dengan persentase (20%), bahwa struktur sel pada cairan pleura tampak jelas dengan kontras warna yang baik terhadap latar belakang yang cerah. Inti sel terlihat berwarna ungu kebiruan dan sitoplasma tampak lebih pucat bewarna merah mudah/pink sehingga keduanya dapat dibedakan dengan jelas walaupun didapatkan sitoplasma dan inti sel yang bertumpuk Berdasarkan hasil kualitas dari sediaan reagen hematoxylin menggunakan metode pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

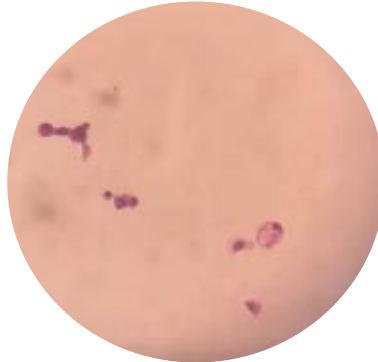


Gambar 4. Grafik Batang Hasil Pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 4 diatas menunjukkan didapatkan hasil pada Papanicolaou Menggunakan Reagen Kulit Salak konsentrasi 100% dengan tingkatan kualitas sediaan berdasarkan 5 indikator interpretasi kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik sebanyak 4 sediaan dengan persentase (80%) dan hasil baik sebanyak 2 (20%).

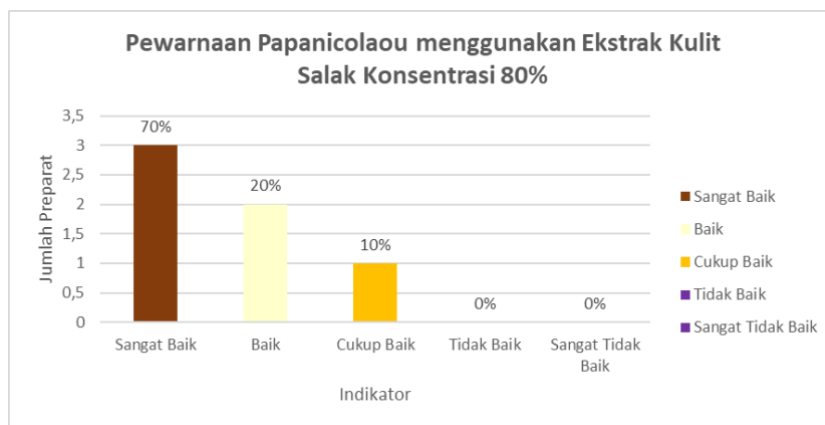
b. Hasil Kualitas Pewarnaan Kulit Salak Konsentrasi 80 %

Hasil kualitas cairan pleura menggunakan pewarnaan ekstrak kulit salak dengan konsentrasi 80% pengganti dari reagen hematoxylin dari metode pewarnaan papanicolaou. Penelitian dilakukan dengan mengamati sampel preparat cairan pleura yang telah dibuat sebanyak 6 sediaan dengan dilihat secara mikroskopis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil preparat cairan pleura pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 80% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 5, menunjukkan hasil pewarnaan dengan tingkatan berdasarkan indikator interpretasi hasil kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik 2 sediaan dengan persentase (20%), hasil baik sebanyak 4 sediaan dengan persentase (80%), bahwa struktur sel pada cairan pleura tampak kabur dengan kontras warna yang kurang baik terhadap latar belakang yang cerah. Inti sel terlihat berwarna ungu kebiruan dan sitoplasma tampak lebih pucat berwarna merah mudah/pink sehingga keduanya masih dapat dibedakan dengan jelas walaupun didapatkan sitoplasma dan inti sel sedikit berkurang. Berdasarkan hasil kualitas dari sediaan reagen ekstrak kulit salak konsentrasi 80% menggunakan metode pewarnaan papanicolau tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

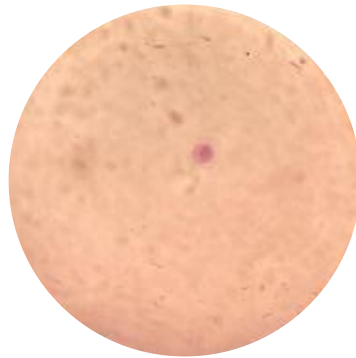


Gambar 6. Grafik Batang Hasil Pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 80% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan didapatkan hasil pada Papanicolaou Menggunakan Reagen Kulit Salak konsentrasi 80% dengan tingkatan kualitas sediaan berdasarkan 5 indikator interpretasi kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik sebanyak 3 sediaan dengan persentase (70%) dan hasil baik sebanyak 2 (20%), hasil cukup baik 1 sediaan dengan persentase (10%).

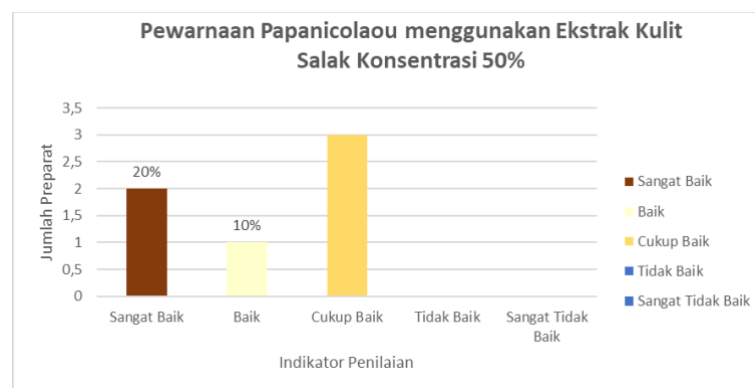
c. Hasil Kualitas Pewarnaan Kulit Salak Konsentrasi 50 %

Hasil kualitas cairan pleura menggunakan pewarnaan ekstrak kulit salak dengan konsentrasi 50% pengganti dari reagen hematoxylin dari metode pewarnaan papanicolaou. Penelitian dilakukan dengan mengamati sampel preparat cairan pleura yang telah dibuat sebanyak 6 sediaan dengan dilihat secara mikroskopis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 7. Hasil preparat cairan pleura pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 50% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 7, menunjukkan hasil pewarnaan dengan tingkatan berdasarkan indikator interpretasi hasil kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik 2 sediaan dengan persentase (20%), hasil baik sebanyak 1 sediaan dengan persentase (10%), dan hasil cukup baik sebanyak 3 sediaan dengan persentase (70%) bahwa struktur sel pada cairan pleura tampak kabur dengan kontras warna yang kurang baik terhadap latar belakang yang cerah, sitoplasma dan inti sel sedikit berkurang dan tidk focus pada latar belakang. Berdasarkan hasil kualitas dari sediaan reagen ekstrak kulit salak konsentrasi 50% menggunakan metode pewarnaan papanicolau tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

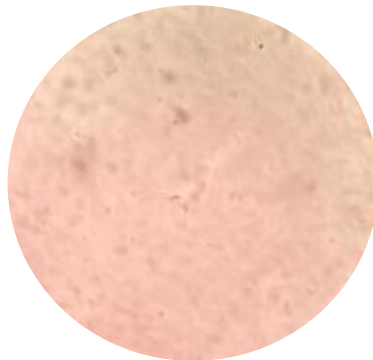


Gambar 8. Grafik Batang Hasil Pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 50% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan didapatkan hasil pada Papanicolaou Menggunakan Reagen Kulit Salak konsentrasi 50% dengan tingkatan kualitas sediaan berdasarkan 5 indikator interpretasi kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat sangat baik 2 sediaan dengan persentase (20%), hasil baik sebanyak 1 sediaan dengan persentase (10%), dan hasil cukup baik sebanyak 3 sediaan dengan persentasi (70%).

d. Hasil Kualitas Pewarnaan Kulit Salak Konsentrasi 25%

Hasil kualitas cairan pleura menggunakan pewarnaan ekstrak kulit salak dengan konsentrasi 25% pengganti dari reagen hematoxylin dari metode pewarnaan papanicolaou. Penelitian dilakukan dengan mengamati sampel preparat cairan pleura yang telah dibuat sebanyak 6 sediaan dengan dilihat secara mikroskopis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut :



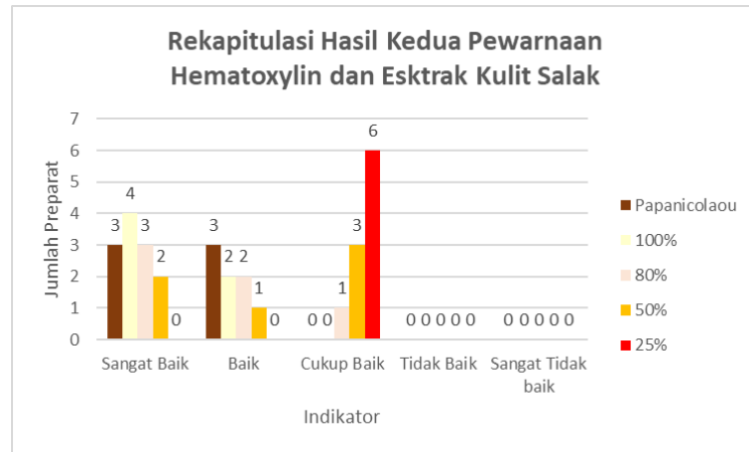
Gambar 9. Hasil preparat cairan pleura pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 25% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 9 menunjukkan hasil pewarnaan dengan tingkatan berdasarkan indikator interpretasi hasil kualitas sediaan pada preparate cairan pleura diperoleh hasil sangat baik 0 sediaan dengan persentase (0%), hasil baik sebanyak 0 sediaan dengan persentase (0%), dan hasil cukup baik sebanyak 0 sediaan dengan persentasi (0%) dan hasil tidak baik sebanyak 6 sediaan dengan persentaasi (100%) bahwa struktur sel pada cairan pleura tampak kabur dengan kontras warna yang kurang baik terhadap latar belakang yang cerah, sitoplasma dan inti sel sedikit berkurang dan tidk focus pada latar belakang. Berdasarkan hasil kualitas dari sediaan reagen ekstrak kulit salak konsentrasi 50% menggunakan metode pewarnaan papanicolau tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Batang Hasil Pewarnaan ekstrak kulit salak konsentrasi 25% pengganti reagen hemtoxylin metode pewarnaan Papanicolaou

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan didapatkan hasil pada Papanicolaou Menggunakan Reagen Kulit Salak konsentrasi 25% dengan tingkatan kualitas sediaan berdasarkan 5 indikator interpretasi kualitas sediaan pada prepareate cairan pleura diperoleh hasil sangat sangat baik 0 sediaan dengan persentase (0%), hasil baik sebanyak 0 sediaan dengan persentase (0%), dan hasil cukup baik sebanyak 6 sediaan dengan persentasi (100%).



Gambar 11. Grafik Hasil Persentase Kualitas Sediaan

Berdasarkan Gambar 11, hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya perbedaan kualitas pewarnaan pada preparat cairan pleura menggunakan ekstrak kulit salak dengan konsentrasi 25%, 50%, 80%, dan 100% dibandingkan dengan pewarnaan Papanicolaou menggunakan Hematoxylin sebagai *gold standard*. Di antara seluruh konsentrasi ekstrak kulit salak yang diuji, konsentrasi 100% memberikan kualitas pewarnaan terbaik, ditunjukkan dengan 4 dari 6 sediaan (66,7%) memperoleh kategori sangat baik, sedangkan konsentrasi 80%, 50%, dan 25% menunjukkan kualitas yang lebih rendah. Namun demikian, hasil tersebut masih berada di bawah pewarnaan Papanicolaou menggunakan Hematoxylin, yang menghasilkan 6 dari 6 sediaan (100%) dengan kategori sangat baik. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun ekstrak kulit salak konsentrasi 100% memiliki potensi sebagai pewarna alternatif, kualitas pewarnaannya belum dapat menyamai performa Hematoxylin sebagai pewarna inti pada metode Papanicolaou.

Analisis Data Penelitian

Hasil Uji Persyaratan Uji Analisis

a) Hasil Uji *Chi square*

Tabel 1
Hasil uji *Chi Square*

	Perlakuan	<i>p</i>
Hematoxylin	Ekstrak Kulit Salak Konsentrasi 100%	0.479
	Ekstrak Kulit Salak Konsentrasi 80%	0.408
	Ekstrak Kulit Salak Konsentrasi 50%	0.157
	Ekstrak Kulit Salak Konsentrasi 25%	0.031

Hasil analisis statistik pada berbagai perlakuan menunjukkan bahwa nilai p tertinggi terdapat pada penggunaan Hematoxylin dan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% ($p = 0,479$) dan ekstrak kulit salak konsentrasi 80% ($p = 0,408$), yang mengindikasikan tidak adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol atau standar yang digunakan. Pada konsentrasi 50%, nilai p menurun menjadi 0,157, yang menunjukkan mulai adanya kecenderungan perbedaan meskipun masih belum signifikan secara statistik. Sementara itu, ekstrak kulit salak konsentrasi 25% menunjukkan nilai p paling rendah ($p = 0,031$), menandakan adanya perbedaan yang signifikan dan menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini ekstrak memiliki pengaruh nyata terhadap parameter yang diuji.

PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% memberikan hasil terbaik sebagai alternatif pewarna dibandingkan variasi konsentrasi lainnya. Hal ini terlihat dari nilai p yang tinggi ($p = 0,479$), yang menunjukkan bahwa pewarnaan pada konsentrasi 100% tidak berbeda secara signifikan dari Hematoxylin sebagai standar baku. Kondisi ini menandakan bahwa kualitas warna, ketajaman inti, serta kejernihan latar belakang yang dihasilkan oleh konsentrasi 100% mampu meniru karakteristik pewarnaan Hematoxylin secara optimal. Temuan ini sejalan dengan penelitian Soidaroziya, (2024) yang melaporkan bahwa ekstrak alami dengan konsentrasi pekat memiliki intensitas pigmen lebih tinggi sehingga mampu menghasilkan kontras warna yang lebih stabil dan menyerupai pewarna sintetik.

Hasil yang sama diperkuat oleh penelitian Masyita *et al.*, (2025), yang menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak maksimum menghasilkan tingkat saturasi warna yang ideal serta meningkatkan kemampuan pigmen untuk berikatan dengan struktur inti sel. Menurut peneliti tersebut, antosianin dan tanin yang terkandung dalam kulit salak mampu berperan sebagai kromofor alami pada konsentrasi tinggi, sehingga menghasilkan warna ungu-kebiruan yang mendekati Hematoxylin. Hal ini mendukung interpretasi bahwa konsentrasi 100% memiliki keaslian dan efektivitas paling tinggi dalam pewarnaan seluler.

Sementara itu, konsentrasi 80% menunjukkan nilai p tinggi ($p = 0,408$), namun stabilitas warnanya sedikit lebih rendah dibandingkan konsentrasi 100%. Beberapa jurnal melaporkan bahwa pengenceran pigmen dapat mengurangi stabilitas antosianin terhadap oksidasi dan perubahan pH. Penelitian Aktaş *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa pigmen antosianin mudah terdegradasi ketika kadar pelarut meningkat, sehingga warna menjadi kurang pekat dan interaksi dengan protein inti melemah.

Konsentrasi 50%, nilai p menurun menjadi 0,157, menunjukkan adanya kecenderungan perbedaan kualitas warna walaupun belum signifikan. Menurut penelitian sebelumnya oleh Giani *et al.*, (2025), konsentrasi menengah dari pigmen alami cenderung menghasilkan warna yang kurang stabil akibat berkurangnya densitas pigmen yang tersedia untuk terikat pada struktur sel. Selain itu, pigmen yang semakin encer memiliki sensitivitas lebih tinggi terhadap suhu dan cahaya, sehingga mudah mengalami perubahan warna.

Perbedaan paling mencolok terdapat pada konsentrasi 25%, di mana nilai p menurun drastis menjadi 0,031, menandakan adanya perbedaan yang signifikan terhadap hasil pewarnaan. Performa yang jauh berbeda ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor biologis dan kimia. Pertama, pada konsentrasi rendah, jumlah pigmen antosianin dan tanin yang tersedia untuk mengikat struktur inti sangat terbatas, sehingga warna menjadi pucat dan kurang kontras. Hamasalih, (2025) menemukan bahwa pengenceran ekstrak melebihi batas optimal menyebabkan degradasi pigmen secara cepat, sehingga intensitas warna menurun secara drastis.

Faktor lain yang mempengaruhi penurunan efektivitas pada konsentrasi 25% adalah stabilitas pH. Pigmen dari sumber alami seperti kulit salak sangat pH-dependent. Pada konsentrasi rendah, pH larutan lebih mudah berubah selama proses pewarnaan sehingga menyebabkan pergeseran warna (*color shift*) dan ketidakstabilan struktur pigmen. Penelitian Meephon *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa antosianin akan berubah menjadi warna pucat atau kecoklatan pada pH yang sedikit meningkat, yang sering terjadi pada ekstrak encer. Hal ini menjelaskan mengapa pewarnaan pada konsentrasi 25% menjadi kurang akurat dan sangat berbeda dari Hematoxylin.

Selain degradasi pigmen, faktor teknis seperti kemampuan penetrasi juga memengaruhi hasil pada konsentrasi rendah. Pigmen yang terlalu encer tidak mampu menembus membran sel secara optimal, sehingga hanya sebagian kecil komponen sel yang terwarnai. Penelitian oleh Clark *et al.*, (2025) pada pewarna nabati menunjukkan bahwa konsentrasi rendah selalu menghasilkan ketidakmerataan pewarnaan, terutama pada struktur inti, yang membutuhkan afinitas tinggi terhadap pigmen. Oleh karena itu, perbedaan signifikan pada konsentrasi 25% merupakan konsekuensi logis dari keterbatasan pigmen dalam memberi warna yang memadai (Paulson, 2025).

Hasil penelitian ini melaporkan bahwa konsentrasi ekstrak kulit salak 100% merupakan pilihan terbaik karena memiliki kestabilan pigmen yang tinggi, intensitas warna maksimal, kemampuan fiksasi yang optimal, dan performa yang tidak berbeda dari Hematoxylin. Sementara konsentrasi yang lebih rendah, terutama 25%, menunjukkan penurunan kualitas pewarnaan akibat keterbatasan jumlah pigmen aktif, degradasi kimia, ketidakstabilan pH, dan rendahnya kemampuan penetrasi ke struktur sel (Clark *et al.*, 2025).

Kemampuan kulit salak sebagai pewarna sitologi berkaitan dengan komposisi senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya, terutama antosianin dan tanin. Kulit salak diketahui memiliki kandungan antosianin yang berperan sebagai pigmen alami serta tanin yang bersifat polifenol, sehingga keduanya berkontribusi terhadap proses pewarnaan jaringan. Dalam preparat histologi maupun sitologi, antosianin memberikan warna ungu hingga kebiruan yang menyerupai warna inti sel setelah pewarnaan Hematoxylin, sedangkan tanin berfungsi meningkatkan afinitas pigmen terhadap komponen seluler sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih jelas. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit salak, semakin besar pula kandungan pigmen aktif yang tersedia untuk menghasilkan pewarnaan inti yang optimal (Clark *et al.*, 2025).

Mekanisme pewarnaan ekstrak kulit salak berbeda dengan Hematoxylin, namun keduanya memiliki tujuan yang sama, yaitu memberikan visualisasi yang jelas terhadap inti sel. Hematoxylin yang telah dioksidasi menjadi hematein membentuk kompleks dengan ion logam (mordan) sehingga dapat berikatan kuat dengan gugus fosfat DNA pada kromatin inti. Sebaliknya, antosianin dan tanin pada kulit salak tidak memerlukan mordan logam, tetapi membentuk ikatan hidrogen, interaksi elektrostatis, dan ikatan hidrofobik dengan DNA, protein histon, serta protein nukleus lainnya. Ikatan tersebut memungkinkan pigmen teradsorpsi pada kromatin inti sehingga menghasilkan pewarnaan inti yang cukup jelas. Namun, karena afinitas ikatan antosianin dan tanin lebih rendah dibandingkan kompleks hematein–mordan, maka kualitas pewarnaan masih dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak, pH larutan, serta lama perendaman preparat (Clark *et al.*, 2025).

Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah stabilitas preparat setelah proses pewarnaan. Pewarna Hematoxylin telah terbukti mampu mempertahankan kualitas warna preparat dalam

jangka waktu yang lama apabila disimpan dengan prosedur yang benar. Sebaliknya, pigmen antosianin pada kulit salak diketahui lebih sensitif terhadap cahaya, oksigen, suhu, dan perubahan pH sehingga berpotensi mengalami degradasi selama penyimpanan. Penelitian ini hanya mengevaluasi kualitas preparat segera setelah proses pewarnaan selesai, sehingga belum dapat memastikan apakah preparat yang diwarnai menggunakan ekstrak kulit salak masih mempertahankan kualitas morfologi dan intensitas warna setelah penyimpanan selama satu minggu, satu bulan, atau lebih lama. Oleh karena itu, penelitian lanjutan mengenai stabilitas preparat sangat diperlukan untuk mengetahui daya tahan pewarna alami kulit salak sebagai pewarna sitologi. Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit salak konsentrasi 100% tidak berbeda bermakna secara statistik dengan Hematoxylin ($p > 0,05$), hasil tersebut belum dapat dijadikan dasar bahwa ekstrak kulit salak aman digunakan sebagai pengganti Hematoxylin dalam pemeriksaan sitologi diagnostik, khususnya untuk diagnosis keganasan pada cairan pleura (Giani *et al.*, 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak limbah kulit salak (*Salacca zalacca*) konsentrasi 100% menghasilkan kualitas pewarnaan terbaik dibandingkan konsentrasi 80%, 50%, dan 25% pada preparat cairan pleura. Pewarnaan menggunakan ekstrak kulit salak konsentrasi 100% menunjukkan kualitas intensitas warna, kontras, kejernihan, dan keterbacaan inti sel yang paling mendekati pewarnaan Hematoxylin sebagai standar baku, dengan hasil uji statistik yang tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p = 0,479$). Sementara itu, penurunan konsentrasi ekstrak menyebabkan penurunan kualitas pewarnaan, terutama pada konsentrasi 25% yang menunjukkan perbedaan bermakna dibandingkan Hematoxylin. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit salak konsentrasi 100% memiliki potensi awal sebagai kandidat pewarna alami untuk preparat sitologi metode Papanicolaou. Namun, mengingat penelitian ini menggunakan jumlah sampel yang terbatas, hasil yang diperoleh belum cukup untuk menyimpulkan bahwa ekstrak kulit salak dapat menggantikan Hematoxylin dalam penggunaan diagnostik klinis. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, evaluasi stabilitas preparat jangka panjang, serta pengujian akurasi diagnostik sebelum ekstrak kulit salak dapat direkomendasikan sebagai pewarna alternatif pada pemeriksaan sitologi.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan kepada instansi laboratorium dan fasilitas pelayanan kesehatan untuk mulai mempertimbangkan pengembangan pewarna alami berbasis bahan lokal seperti ekstrak kulit salak sebagai alternatif pewarna sintetik guna mendukung prinsip green laboratory dan keselamatan kerja. Pemerintah dan lembaga penelitian diharapkan dapat mendorong riset lanjutan terkait standarisasi formulasi, stabilitas jangka panjang, serta uji toksisitas ekstrak kulit salak sebelum diaplikasikan secara luas. Selain itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengkaji penggunaan ekstrak kulit salak pada jenis spesimen sitologi atau histologi lain, melakukan optimasi pH dan metode fiksasi, serta membandingkan efektivitasnya dengan pewarna inti alternatif lainnya guna memperkuat validitas dan aplikabilitas hasil penelitian di bidang laboratorium medis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang atas dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi yang sebesar-besarnya disampaikan kepada para dosen, staf, dan tim pelaksana yang telah berkontribusi dalam perencanaan, koordinasi, serta pelaksanaan kegiatan

di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, W.F. (2025) 'Ethnobotanical documentation of home gardens in relation to Javanese basic life needs in Kediri District, East Java, Indonesia', *Asian Journal of Ethnobiology*, 8(1), pp. 79–91. Available at: <https://doi.org/10.13057/asianjethnobiol/y080107>.
- Aktaş, H. *et al.* (2025) 'Functional and Structural Performance of Canola , Black Caraway , and Soy Proteins in Anthocyanin Microencapsulation', *Food and Bioprocess Technology*, 18(12), pp. 10317–10334. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11947-025-04019-w>.
- Chen, X. *et al.* (2025) 'Evaluation of cytomorphological examination in the diagnosis of pleural effusion', *Clinical and Experimental Medicine*, 25(1). Available at: <https://doi.org/10.1007/s10238-025-01642-x>.
- Clark, P.D. *et al.* (2025) 'Ovidius University Annals of Chemistry Isolation and characterization of natural dyes from Persea americana leaves and their application on polyamide fabrics', *Ovidius University Annals of Chemistry*, 36(2), pp. 91–102. Available at: <https://doi.org/10.2478/auoc-2025-0011>.
- Edward, E.G. *et al.* (2025) 'Purple Power: Unleashing the Vibrant Potential of Red Cabbage Anthocyanins in Functional Food Packaging Systems', *Food and Bioprocess Technology* [Preprint], (0123456789). Available at: <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03995-3>.
- Ekaterina, K. *et al.* (2025) 'A Comparative Study of Conventional Pap Smear and Liquid-Based Cytology', *Health Science Reports*, 8(4), pp. 179–184. Available at: <https://doi.org/10.1002/hsr2.70768>.
- Enarepuadoh (2025) 'Phytochemicals Analysis of Water Yam Leaf - Dioscorea Alata', *Pharmacy and Drug Development*, 4(1). Available at: <https://doi.org/10.58489/2836-2322/038>.
- Giani, M. *et al.* (2025) 'A New Era for Using Natural Pigments: The Case of the C 50 Carotenoid Called Bacterioruberin', *Biotechnology and Applied Biochemistry REVIEW*, pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1002/bab.70072>.
- Hamasalih, G.H., Mohammed, S.J. and Aziz, S.B. (2025) 'Materials Advances hollyhock-derived carbon dots and natural dye for enhanced visible-light degradation of Congo red : a comparative study', *Material Advances* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1039/d5ma01037c>.
- Hasan (2025) 'Searching for Dubh: Experiments in Black Dyes Pre 15th Century in Ireland and Scotland', *Jexarc Journal* [Preprint].
- Hu, H. *et al.* (2025) 'Chromatic symphony of fleshy fruits: functions, biosynthesis and metabolic engineering of bioactive compounds', *Molecular Horticulture*, 5(1), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1186/s43897-024-00142-y>.
- Iljazovi, E. (2025) 'Extraovarian fibrothecomas : Two case reports and comprehensive review of ovarian sex cord-stromal fibroma-thecoma tumors', *Biomoleculées and Biomedicine*, pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.17305/bb.2025.12816>.
- Jahanian (2025) 'Automated Papanicolaou Staining System (PapDisc) Based on Centrifugal Microfluidics Using CCut-off Valves', *Pathology an Stem Cell* [Preprint].
- Jiang, H.J. *et al.* (2025) 'Mimicking Lighting-Induced Electrochemistry on the Early Earth', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120, p. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas>.
- Lakhotia, S.C. (2025) 'Tracing the Roots of Molecular Biology: Part 2: Mendel's Laws and Chromosomes', *Resonance*, 30(1), pp. 77–95. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12045-025-1731-3>.
- Masyita, A. *et al.* (2025) 'Natural pigments: innovative extraction technologies and their potential application in health and food industries', *Frontiers*, (January), pp. 1–28. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1507108>.

- Meephun, T. *et al.* (2025) ‘ES Materials and Manufacturing Adsorption Kinetics of Anthocyanin Dye from Thai Dark Purple Glutinous Rice (*Oryza sativa* L .) on Silk Yarn’, *ES Materials and Manufacturing*, pp. 1–11.
- Munavvar, M. *et al.* (2025) ‘Current Trends in Treating Malignant Pleural Effusion: Evidence, Guidelines, and Best Practice Recommendations’, *JCO Oncology Practice*, 21(6), pp. 759–765. Available at: <https://doi.org/10.1200/op.24.00387>.
- Paulson, R. (2025) ‘DEVELOPMENT OF RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L) FRUIT PEEL BASED NUTRACEUTICAL’, *Thesis* [Preprint].
- Pradeepthi *et al.*, A. (2023) ‘Alteration of cellular metabolism in cancer cells and its therapeutic’, *Journal of oral and Maxillofacial Pathology*, 21(3), pp. 244–51. Available at: <https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP>.
- Rexhepi, R. *et al.* (2025) ‘Current Situation and Management of Pleural Effusion in PHI Clinical Hospital Tetovoe ruzhdi’, *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery*, pp. 1635–1640.
- Sanjev (2025) ‘European Journal of Cardiovascular Medicine (EJCM) Study Of Clinical Profile and Management Modalities in Children with Pleural Effusion’, *European Journal of Cardiovascular Medicine (EJCM)*, (03), pp. 613–616.
- Sathya, P. *et al.* (2025) “ ‘ Which Fixation Method Reigns Supreme In Fluid Cytology : Air-Dried Or Alcohol-Fixed SMEARS ?’ ”, *TPM*, 32(1), pp. 946–950.
- Soidaroziya (2024) ‘Prospects for Obtaining Food Colorants based on Local Amaranth Varieties A Local Source for Natural Food Colorants’, *Helath* [Preprint].
- Stocklein (2025) ‘Pleuros Mezotelioma . Klinikinis Atvejis’, *Thesis* [Preprint].
- Thrall, M.J. *et al.* (2025) ‘Triage options for positive high-risk HPV results from HPV-based cervical cancer screening: a review of the potential alternatives to Papanicolaou test cytology’, *Journal of the American Society of Cytopathology*, 14(1), pp. 11–22. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jasc.2024.09.003>.
- Zuzana, V. and Tatiana, H. (2025) ‘Comparative Colour Analysis of Thermally Modified Selected Temperate Hardwoods and Tropical Wood Species Using Principal Component Analysis’, *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 67(1), pp. 5–12. Available at: <https://doi.org/10.17423/afx.2025.67.1.01>.