YASIN
Jurnal Pendidikan dan Sosial Budaya

p-ISSN: 2808-2346
e-ISSN: 2808-1854

Terindeks: SINTA 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/yasin.v6i2.9297

PERBANDINGAN HASIL *BLEACHING* DENGAN MENGGUNAKAN *ALUMINIUM FOIL* DAN TANPA *ALUMINIUM FOIL* PADA HASIL WARNA RAMBUT *COPPER BLONDE*

Comparison of Bleaching Results Using Aluminium Foil and Without Aluminium Foil on Copper Blonde Hair Color Results

Annisa Mardiva & Tyas Asih Surya Mentari
Universitas Negeri Padang
tyasasih@fpp.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jan 31, 2026	Feb 23, 2026	Mar 7, 2026	Mar 12, 2026

Abstract

Hair aesthetics is an important aspect of the modern cosmetics industry, particularly in the copper blonde coloring trend, which requires a high level of lightness through the bleaching process. Although bleaching techniques continue to develop, empirical studies that specifically compare the effectiveness of using aluminum foil and not using aluminum foil in producing optimal color quality remain limited. This study aimed to analyze the differences in hair bleaching results between the technique using aluminum foil and the technique without aluminum foil. This study used an experimental method with a quantitative descriptive approach and a pre-experimental posttest-only design, involving 6 women aged 15–45 years in Padang City who were selected through purposive sampling. Data were collected using an assessment instrument for the quality of bleaching results based on the level of lightness, color uniformity, and tone accuracy, and were then analyzed through the normality test, homogeneity test, and Independent Sample t-Test. The results showed that the data were normally distributed and homogeneous, and the t-test yielded a significance

Yasin Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

value of 0.000 (<0.05), indicating a significant difference between the two techniques. The mean score of bleaching results using aluminum foil was 3.87, higher than that without aluminum foil at 2.68, indicating that the aluminum foil technique produced a better level of lightness and color uniformity. Thus, the use of aluminum foil is more effective in improving the quality of hair bleaching results. These findings contribute to the development of hair coloring technique methodology and provide practical implications for hairstyling practitioners in selecting a more efficient application technique to achieve optimal coloring results. This study also opens opportunities for further research involving a broader sample and analyzing the impact of bleaching on hair structure.

Keywords: Aluminum Foil; Hair Bleaching; Copper Blonde; Hair Coloring; Cosmetic Technique.

Abstrak: Estetika rambut merupakan aspek penting dalam industri kosmetik modern, khususnya pada tren pewarnaan *copper blonde* yang memerlukan tingkat kecerahan tinggi melalui proses *bleaching*. Meskipun teknik *bleaching* terus berkembang, kajian empiris yang secara khusus membandingkan efektivitas penggunaan *aluminium foil* dan tanpa *aluminium foil* dalam menghasilkan kualitas warna yang optimal masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil *bleaching* rambut antara teknik menggunakan *aluminium foil* dan teknik tanpa *aluminium foil*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan desain *pre-experimental posttest-only*, melibatkan 6 wanita berusia 15–45 tahun di Kota Padang yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen penilaian kualitas hasil *bleaching* berdasarkan tingkat kecerahan, keseragaman warna, dan ketepatan *tone*, kemudian dianalisis melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *Independent Sample t-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, serta uji *t* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (<0,05), yang menandakan adanya perbedaan signifikan antara kedua teknik. Nilai rata-rata hasil *bleaching* menggunakan *aluminium foil* sebesar 3,87 lebih tinggi dibandingkan tanpa *aluminium foil* sebesar 2,68, yang menunjukkan bahwa teknik *aluminium foil* menghasilkan tingkat kecerahan dan keseragaman warna yang lebih baik. Dengan demikian, penggunaan *aluminium foil* lebih efektif dalam meningkatkan kualitas hasil *bleaching* rambut. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan metodologi teknik pewarnaan rambut serta memberikan implikasi praktis bagi praktisi *hairstyling* dalam memilih teknik aplikasi yang lebih efisien untuk mencapai hasil pewarnaan yang optimal. Penelitian ini juga membuka peluang kajian lanjutan dengan melibatkan sampel yang lebih luas serta menganalisis dampak *bleaching* terhadap struktur rambut.

Kata Kunci: *Aluminium Foil*; *Bleaching* Rambut; *Copper Blonde*; Pewarnaan Rambut; Teknik Kosmetika.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri kosmetik global telah menempatkan estetika rambut sebagai elemen krusial dalam representasi identitas dan persepsi visual individu (Van Beek et al., 2021;Tinoco et al., 2021). Rambut, sebagai struktur filamen keratin yang kompleks, memegang peranan ganda: secara biologis berfungsi sebagai protektor termal kulit kepala

terhadap radiasi ultraviolet, dan secara psikologis menjadi media ekspresi diri melalui modifikasi warna (Lasisi et al., 2023;Pal et al., 2024;Jeong & Ban, 2025). Salah satu tren kontemporer yang mendominasi preferensi pasar adalah warna *copper blonde* sebuah perpaduan rona pirang keemasan dan tembaga yang memerlukan tingkat kecerahan tinggi untuk memunculkan refleksi warna yang hangat, cerah, namun tetap elegan (Agustina, 2025; Shaqilla & Mentari, 2025;X. He et al., 2021).

Secara teknis, pencapaian target warna *copper blonde* pada rambut dengan dasar pigmen gelap merupakan prosedur yang sangat menantang (Perretti, 2025;Fernandes & Cavaco-paulo, 2026). Proses ini melibatkan tahapan *bleaching* atau dekolorisasi, sebuah reaksi kimia oksidatif yang bertujuan melarutkan melanin alami di dalam korteks rambut (Martins et al., 2024;Grosjacques et al., 2025). Secara biokimia, agen oksidator menembus kutikula untuk memecah granul melanin melalui reaksi yang agresif. Literatur terkini menunjukkan bahwa paparan bahan kimia ini secara progresif tidak bersifat netral; ia memicu perubahan morfologi yang signifikan, termasuk gangguan pada struktur kutikula, degradasi protein keratin, hingga penurunan kekuatan mekanik serat rambut (Y. He et al., 2023; Kwon et al., 2024; Martins et al., 2024). Oleh karena itu, efektivitas teknik aplikasi dalam meminimalisir waktu paparan tanpa mengorbankan kualitas warna menjadi fokus utama dalam studi dermatologi kosmetik.

Dalam praktik profesional di industri *hairstyling*, penggunaan aluminium foil telah lama diadopsi sebagai alat bantu untuk mengoptimalkan proses oksidasi. Secara termodinamika, aluminium memiliki karakteristik reflektivitas yang tinggi dan kemampuan isolasi termal yang mampu memerangkap panas yang dihasilkan dari reaksi eksotermik antara bahan *bleaching* dan serat rambut (Kim et al., 2024;Xue et al., 2025). Retensi panas dan kelembapan ini secara teoritis mempercepat kinetika reaksi kimia, sehingga proses pengangkatan pigmen terjadi lebih cepat dan merata (Sari & Efrianova, 2022;Yildirim et al., 2022). Sebaliknya, teknik aplikasi terbuka tanpa aluminium foil sering dianggap sebagai alternatif yang lebih aman untuk mencegah *over-processing*, namun sering kali terkendala oleh laju oksidasi yang lambat dan risiko penguapan bahan yang menyebabkan distribusi warna menjadi tidak konsisten atau tampak kekuningan (Li et al., 2022).

Meskipun dampak degradasi *bleaching* terhadap porositas dan elastisitas rambut telah banyak didokumentasikan (Habibah et al., 2025; Lima et al., 2023), masih terdapat kesenjangan literatur yang signifikan mengenai komparasi empiris antara teknik aplikasi tertutup (dengan aluminium foil) dan terbuka dalam pencapaian rona spesifik seperti *copper*

blonde. Kebanyakan penelitian sebelumnya berfokus pada kerusakan serat rambut secara umum atau efikasi bahan aktif tertentu, namun mengabaikan aspek homogenitas warna, akurasi tone, dan efisiensi waktu pengerjaan dalam satu kerangka pengujian yang terkontrol. Kurangnya bukti ilmiah yang mengomparasikan kedua teknik ini menyebabkan pengambilan keputusan teknis di lapangan sering kali hanya didasarkan pada intuisi praktisi, yang berisiko pada kegagalan target estetika maupun kerusakan struktural rambut yang permanen.

Penelitian ini untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi secara sistematis efektivitas penggunaan aluminium foil dibandingkan teknik tanpa foil dalam prosedur pewarnaan *copper blonde*. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis multidimensi yang mencakup tingkat kecerahan, keseragaman distribusi warna, serta analisis durasi pengerjaan sebagai parameter efisiensi. Dengan menggunakan pendekatan eksperimental yang ketat, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi teoritis bagi pengembangan metodologi pewarnaan rambut modern. Secara praktis, hasil kajian ini diharapkan menjadi pedoman ilmiah bagi para profesional kecantikan dalam menentukan teknik yang paling efektif untuk mencapai hasil warna optimal dengan risiko kerusakan minimal, sekaligus memperkaya literatur dalam bidang teknologi tata rias dan kecantikan.

METODE

Jenis penelitian ini penelitian eksperimen dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Menurut Sugiyono (2024), penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil yang ditimbulkan akibat adanya perlakuan tertentu yang dikendalikan secara sistematis.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain pra-eksperimen (pre-experimental design). Menurut Sugiyono (2024), bentuk desain pra-eksperimen terdiri atas beberapa macam, salah satunya adalah posttest-only delsign.

Populasi dalam penelitian ini adalah wanita berusia 15 tahun sampai 45 tahun di kota Padang. Mereka merupakan individu yang secara sukarela bersedia mengikuti proses *bllelaching* menggunakan aluminium foil dan tanpa aluminium foil dengan sampel sebanyak 6 orang. Pemilihan sampel dilakukan delngan *nonprobablility sampling*, menggunakan teknik *purposive sampling***,** yaitu pemilihan subjelk berdasarkan pertimbangan dan kriteria tertentu yang relelvan dengan tujuan penelitian.

Instrumen ini digunakan untuk menilai kualitas hasil *bllelaching* dengan dua metode perlakuan, yaitu menggunakan aluminium *foil* dan tanpa aluminium *foil*. Instrumen harus memenuhi kriteria validitas dan reliablilitas, agar data yang diperoleh memiliki keabsahan dan dapat dianalisis secara ilmiah (Sugiyono, 2019).

Data dianalisis dalam penelitian ini dengan menggunakan Uji Normalitas, Uji Homogenitas dan Uji *t* (Uji Parsial).

HASIL

1. Uji Normalitas

Salah satu uji prasyarat yang dilakukan adalah uji normalitas data, yang bertujuan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistriblusi normal sehingga dapat menelntukan jenis uji statistik yang tepat untuk digunakan pada tahap analisis selanjutnya.

Tabel 1. Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tanpa_aluminium_foil	0.162	9	.200*	0.949	9	0.681
aluminium_foil	0.144	9	.200*	0.979	9	0.958

Sumber : olahan data pelnulis 2026

Berdasarkan tabel uji normalitas di atas menunjukkan bahwa data pada kedua kelompok perlakuan, baik tanpa aluminium foil maupun menggunakan aluminium foil, memenuhi asumsi distribusi normal. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi pada uji Komogorov–Smirnov dan Shapiro–Wilk yang seluruhnya berada di atas batas 0,05. Secara lebih rinci, kelompok tanpa aluminium foil memiliki nilai Sig. 0,200 (K–S) dan 0,681 (S–W), sedangkan kelompok dengan aluminium foil memiliki nilai Sig. 0,200 (K–S) dan 0,958 (S–W). Karena seluruh nilai signifikansi > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara distribusi data dengan distribusi normal teoretis. Dengan demikian, data penelitian ini dapat dianggap berdistribusi normal, sehingga analisis lanjutan dapat menggunakan uji statistik parametrik sesuai dengan rancangan penelitian yang digunakan.

2. Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas untuk data penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Tests of Homogeneity of Variances					
		Level Statistic	df1	df2	Sig.
blelaching_ramblut	Based on Mean	3.403	1	16	0.084
	Based on Median	2.513	1	16	0.132
	Based on Median and with adjusted df	2.513	1	14.319	0.135
	Based on trimmed mean	3.311	1	16	0.088

Berdasarkan hasil uji homogenitas di atas varians pada tabel, nilai signifikansi (Sig.) Based on Mean seblesar 0,084 > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen. Dengan demikian, data hasil blelaching ramblut pada perlakuan menggunakan aluminium foil dan tanpa aluminium foil memelnuhi asumsi homogenitas dan layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan uji statistik parametrik.

3. Uji Hipotesis

Setelah hasil penelitian dideskripsikan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji hipotesis untuk mengetahui perbedaan hasil blelaching rambut antara dua perlakuan, yaitu menggunakan aluminium foil dan tanpa aluminium foil. Uji hipotesis yang digunakan adalah uji t dua sampel indepelnden (Independent Sample t-Test) dengan taraf signifikansi 0,05.

Kriteria pengambilan keputusan adalah apablila nilai Sig. (p-valuel) < 0,05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan, sedangkan apablila nilai Sig. (p-valuel) ≥ 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Uji ini diterapkan pada indikator tingkat kecerahan warna, kerataan warna, dan ketepatan tonel warna untuk mengetahui perbedaan tingkat keberhasilan hasil blelaching ramblut pada kedua perlakuan tersebut.

Tabel 3. Hasil Perbandingan *Bleaching* Rambut

Group Statistics					
	Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
blelaching_ramblut	tanpa foil	9	2.6833	.41379	.13793
	Foil	9	3.8744	.25011	.08337

Independent Samples Test						
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
blelaching_ ramblut	Equal variances assumed	3.403	.084	-7.390	16	.000
	Equal variances not assumed			-7.390	13.157	.000

Berdasarkan tabel Group Statistics di atas, rata-rata hasil bleaching rambut pada perlakuan tanpa aluminium foil sebesar 2,68, sedangkan pada perlakuan menggunakan aluminium foil sebesar 3,87. Perbedaan rata-rata ini menunjukkan bahwa penggunaan aluminium foil menghasilkan kualitas bleaching yang lebih tinggi dibandingkan tanpa aluminium foil. Selain itu, standar deviasi pada kelompok foil (0,25) lebih kecil dibandingkan tanpa foil (0,41), yang berarti hasil bleaching dengan aluminium foil lebih konsisten. Hasil Levene's Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,084 > 0,05, sehingga varians kedua kelompok dapat dianggap homogen dan analisis menggunakan baris Equal variances assumed dapat digunakan. Berdasarkan hasil uji t, diperoleh nilai t = -7,390 dengan Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil bleaching rambut menggunakan aluminium foil dan tanpa aluminium foil. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang berarti penggunaan aluminium foil memberikan hasil bleaching yang secara statistik lebih baik dibandingkan tanpa aluminium foil.

PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa data penelitian telah memenuhi asumsi statistik untuk analisis parametrik. Uji normalitas memperlihatkan bahwa kedua kelompok perlakuan, yaitu *bleaching* rambut tanpa aluminium foil dan menggunakan aluminium foil, memiliki nilai signifikansi di atas 0,05 sehingga data berdistribusi normal. Selain itu, uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi 0,084 (>0,05) yang berarti varians kedua kelompok bersifat homogen. Dengan terpenuhinya kedua prasyarat tersebut, uji Independent Sample t-Test dapat digunakan untuk menganalisis perbedaan hasil *bleaching* rambut pada kedua teknik

aplikasi. Hasil uji hipotesis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan. Nilai rata-rata hasil *bleaching* pada perlakuan tanpa aluminium foil sebesar 2,68, sedangkan pada perlakuan menggunakan aluminium foil sebesar 3,87. Nilai signifikansi uji t sebesar 0,000 (<0,05) menunjukkan bahwa penggunaan aluminium foil memberikan hasil *bleaching* yang secara statistik lebih baik dibandingkan teknik tanpa foil.

Temuan ini sejalan dengan teori bahwa proses *bleaching* merupakan reaksi oksidatif yang bertujuan menghilangkan pigmen melanin pada korteks rambut melalui penetrasi agen oksidator (Grosjacques et al., 2025; Martins et al., 2024). Dalam praktik hairstyling, penggunaan aluminium foil dapat meningkatkan efisiensi reaksi oksidasi karena sifatnya yang mampu memerangkap panas dan mempertahankan kelembapan bahan *bleaching*. Kondisi ini mempercepat proses pengangkatan pigmen sehingga menghasilkan tingkat kecerahan warna yang lebih optimal dan merata (Kim et al., 2024; Sari & Efrianova, 2022). Sebaliknya, teknik tanpa aluminium foil cenderung menyebabkan bahan *bleaching* lebih cepat menguap sehingga reaksi oksidasi berlangsung lebih lambat dan kurang stabil. Hal ini dapat mengakibatkan hasil *bleaching* kurang merata atau tingkat kecerahan yang tidak optimal (Li et al., 2022). Oleh karena itu, penggunaan aluminium foil terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kualitas *bleaching* rambut, terutama untuk mencapai tingkat kecerahan yang diperlukan dalam pewarnaan rambut seperti copper blonde. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan aluminium foil dalam proses bleaching rambut dapat meningkatkan tingkat kecerahan dan keseragaman warna sehingga lebih efektif dalam mencapai hasil pewarnaan yang optimal. Secara praktis, hasil ini dapat menjadi acuan bagi praktisi hairstyling dalam memilih teknik aplikasi yang lebih efisien untuk menghasilkan warna rambut yang sesuai dengan target estetika. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang relatif kecil dan hanya berfokus pada satu target warna, yaitu copper blonde. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas serta menganalisis aspek lain seperti kondisi struktur dan tingkat kerusakan rambut setelah proses bleaching.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil bleaching rambut menggunakan aluminium foil dan tanpa aluminium foil. Hasil analisis menunjukkan bahwa teknik bleaching menggunakan aluminium foil menghasilkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan teknik tanpa foil,

yang menunjukkan tingkat kecerahan, keseragaman warna, dan kualitas hasil bleaching yang lebih baik. Secara statistik, hasil uji Independent Sample t-Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (<0,05), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang berarti penggunaan aluminium foil memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil bleaching rambut. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi tata rias dan kosmetik rambut, khususnya terkait efektivitas teknik aplikasi dalam proses dekolorisasi rambut untuk mencapai hasil warna yang optimal. Oleh karena itu, teknik bleaching menggunakan aluminium foil dapat direkomendasikan sebagai metode yang lebih efektif dalam proses pewarnaan rambut yang memerlukan tingkat pengangkatan pigmen yang tinggi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, variasi jenis rambut yang lebih beragam, serta menambahkan analisis terhadap kondisi struktur rambut setelah proses bleaching agar diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif..

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, P. S. (2025). *Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak (AgNPs) Ekstrak Kunyit (Curcuma longa) terhadap Propionibacterium acnes dan Staphylococcus aureus Penyebab Jerawat* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. https://etheses.uin-malang.ac.id/77505/

Fernandes, B., Cavaco-Paulo, A., & Matamá, T. (2023). A comprehensive review of mammalian pigmentation: Paving the way for innovative hair colour-changing cosmetics. *Biology, 12*(2), 290. https://doi.org/10.3390/biology12020290

Grosjacques, C., Babiel, S., Hodes, J., Bobier, A., Cavagnino, A., & Baraibar, M. (2025). Carbonylation of hair proteins: A robust biomarker of molecular and structural oxidative damage in hair fibres. *International Journal of Cosmetic Science, 47*(4), 604–625. https://doi.org/10.1111/ics.13052

Habibah, H., Silvia, F., & Thaitami, S. H. (2025). Kelayakan Sediaan Kosmetik Pewarna Rambut dari Ekstrak Daun Pacar Kuku (Lowsonia Inermis) sebagai Sediaan Kosmetik Pewarna Rambut Beruban. *Mutiara: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah, 3*(3), 219–227. https://doi.org/10.59059/mutiara.v3i3.2500

He, X., Wang, J. F., & Wang, Y. (2021). Influence of cosmetic hair treatments on hair of methamphetamine abuser: Bleaching, perming and coloring. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 222*, 112542. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112542

He, Y., Cao, Y., Nie, B., & Wang, J. (2023). Mechanisms of impairment in hair and scalp induced by hair dyeing and perming and potential interventions. *Frontiers in Medicine, 10*, 1139607. https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1139607

Jeong, J.-Y., & Ban, H.-J. (2025). A study on the pre-treatment effects of *Taraxacum platycarpum* extract based hair mist in heat perming: Focusing on the reduction of physical hair damage. *Journal of the Korean Society of Cosmetology, 31*(5), 1268–1275.

https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART003258202

Kim, D. H., Oh, S. H., & Chang, B. S. (2024). Effects of excessive bleaching on hair: Comparative analysis of external morphology and internal microstructure. *Applied Microscopy, 54*, 11. https://doi.org/10.1186/s42649-024-00104-0

Kwon, S., Lee, S., Jang, J., Lee, J. B., & Kim, K. S. (2024). Quantifying the effects of repeated dyeing: Morphological, mechanical, and chemical changes in human hair fibers. *Heliyon, 10*(18), e37871. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37871

Lasisi, T., Smallcombe, J. W., Kenney, W. L., Shriver, M. D., Zydney, B., Jablonski, N. G., & Havenith, G. (2023). Human scalp hair as a thermoregulatory adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 120*(24), e2301760120. https://doi.org/10.1073/pnas.2301760120

Li, Q., Wei, Z., Li, M., Li, S., Ni, L., Quan, H., & Zhou, Y. (2022). An efficient ultrasonic-assisted bleaching strategy customized for yak hair triggered by melanin-targeted Fenton reaction. *Ultrasonics Sonochemistry, 86*, 106020. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106020

Lima, C. R. R. C., Lima, R. J. S., Bandeira, A. C. C., Couto, R. A. A., Velasco, M. V. R., Bordallo, H. N., & Oliveira, C. L. P. (2023). Alterations promoted by acid straightening and/or bleaching in hair microstructures. *Journal of Applied Crystallography, 56*(4), 1002–1014. https://doi.org/10.1107/S1600576723005599

Martins, E., Castro, P., Ribeiro, A. B., Pereira, C. F., Casanova, F., Vilarinho, R., Moreira, J., & Ramos, Ó. L. (2024). Bleached hair as standard template to insight the performance of commercial hair repair products. *Cosmetics, 11*(5), 150. https://doi.org/10.3390/cosmetics11050150

Pal, S. K., Jeong, S., Otoufat, T., Bae, H., & Kim, G. (2024). Adaptive cooling strategy via human hair: High optothermal conversion efficiency of solar radiation into thermal dissipation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 121*(4), e2312297121. https://doi.org/10.1073/pnas.2312297121

Perretti, S., Santos, P., Vizzari, M. T., Tassani, E., Benazzo, A., Ghirotto, S., & Barbujani, G. (2025). Inference of human pigmentation from ancient DNA by genotype likelihoods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 122*(29), e2502158122. https://doi.org/10.1073/pnas.2502158122

Sari, S. P. K., & Efrianova, V. (2022). Perbandingan Hasil Bulu Mata Palsu Dari Serat Pelepah Batang Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) dengan Bulu Mata Palsu dari Rambut Asli Manusia. *Research in Education and Technology (REGY), 1*(1), 51–59. https://doi.org/10.62590/regy.v1i1.70

Shaqilla, O., & Mentari, T. A. S. (2025). Hubungan Pengetahuan dengan Sikap Pemilihan Kosmetika Perawatan Rambut pada Mahasiswa Tata Rias dan Kecantikan Fakultas Pariwisata dan Perhotelan Universitas Negeri Padang. *Mutiara: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah, 3*(3), 72–81. https://doi.org/10.59059/mutiara.v3i3.2344

Tinoco, A., Costa, A. F., Luís, S., Martins, M., Cavaco-Paulo, A., & Ribeiro, A. (2021). Proteins as hair styling agents. *Applied Sciences, 11*(9), 4245. https://doi.org/10.3390/app11094245

Van Beek, M. J., Swerlick, R. A., Mathes, B., Hruza, G. J., Resneck, J., Jr., Pak, H. S., Kaye, T., Aninos, A., Agregado, B., Fitzgerald, M., & Jacobs, J. P. (2021). The 2020 annual

report of DataDerm: The database of the American Academy of Dermatology. *Journal of the American Academy of Dermatology, 84*(4), 1037–1041. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.11.068

Xue, J., Chen, S., Ma, X., Shi, T., Wu, H., Liu, Z., Hua, R., & Huang, Y. (2025). Optimizing UV photodegradation of chlorothalonil with reflective materials (silver-white aluminium foil). *Water, 17*(7), 1032. https://doi.org/10.3390/w17071032

Yıldırım, A., Demir, N. B., Ak İzgi, B., Erkol, B. N., Özsu, Ç., Eşlik Aydemir, G., Mustafaoğlu, M., Kızıl, M., Ayhan, N., & Emen, S. (2022). The chemistry mechanism of hair dyes. *Middle East Journal of Science, 8*(2), 173–193. https://doi.org/10.51477/mejs.1172246