



Peran Multivitamin terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Rambut: *Literature Review*

Nabila Ayu Imani ^{1*}, Hapsari Triandriyani ², Hadi Firmansyah S. ³

¹ Program Studi Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Yarsi, Indonesia

² Departemen Dermatologi dan Venereologi Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo, Indonesia

³ Departemen Dermatologi dan Venereologi Fakultas Kedokteran Universitas Yarsi, Indonesia

* Penulis Korespondensi: imaninabila19@gmail.com

Abstract. Hair health is influenced by genetic, hormonal, environmental, and nutritional factors. Hair follicles have high metabolic activity that depends on adequate macro- and micronutrient supply. In recent years, multivitamin use has increased as a strategy to maintain hair health; however, its effectiveness and the risk of over-supplementation remain debated. This paper is a literature review of scientific articles, randomized controlled trials (RCTs), systematic reviews, and meta-analyses published within the last five years. Literature searches were conducted through PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar using the keywords hair growth, multivitamin, nutrition, alopecia, supplementation. Macronutrients such as proteins (cysteine, methionine) and essential fatty acids play crucial roles in keratinization and follicular integrity. Micronutrients such as B-complex vitamins, vitamins D, A, C, and E, and minerals like zinc, iron, and selenium act as metabolic cofactors and antioxidants. Clinical evidence shows that multivitamin supplementation improves hair density and quality in individuals with suboptimal nutritional status, although excessive intake of vitamin A and selenium may trigger alopecia. Multivitamins are a promising adjunct therapy to support hair growth and health, especially in individuals with nutritional deficiencies. Their use should be rational, well-measured, and evidence-based to ensure optimal benefits while minimizing the risk of toxicity.

Keywords: Alopecia; Hair Growth; Multivitamin; Nutrition; Supplementation.

Abstrak. Kesehatan rambut dipengaruhi oleh faktor genetik, hormonal, lingkungan, dan status nutrisi. Folikel rambut memiliki aktivitas metabolik tinggi yang bergantung pada suplai makro dan mikronutrien. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan multivitamin meningkat sebagai strategi menjaga kesehatan rambut, namun efektivitas dan risiko over-suplementasi masih diperdebatkan. Penulisan ini merupakan tinjauan pustaka terhadap artikel ilmiah, uji klinis terkontrol acak (RCT), systematic review, dan meta-analisis lima tahun terakhir. Pencarian dilakukan melalui PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan kata kunci hair growth, multivitamin, nutrition, alopecia, supplementation. Makronutrien seperti protein (cystein, methionine) dan lemak esensial berperan dalam keratinisasi dan integritas folikel rambut. Mikronutrien seperti vitamin B kompleks, vitamin D, A, C dan E serta mineral zinc, zat besi, dan selenium berfungsi sebagai kofaktor metabolik dan antioksidan. Bukti klinis menunjukkan suplementasi multivitamin meningkatkan densitas dan kualitas rambut pada individu dengan status nutrisi kurang optimal, namun over-suplementasi vitamin A dan selenium dapat memicu alopecia. Multivitamin merupakan terapi tambahan yang menjanjikan untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan rambut, terutama pada individu dengan defisiensi nutrisi. Penggunaan harus rasional, terukur, dan berbasis bukti agar manfaat optimal serta risiko toksisitas dapat dihindari.

Kata kunci: Alopecia; Multivitamin; Nutrisi; Pertumbuhan Rambut; Rambut.

1. LATAR BELAKANG

Kesehatan rambut mencerminkan keseimbangan nutrisi, hormonal, dan metabolik dalam tubuh. Folikel rambut merupakan jaringan yang aktif secara metabolik dan memerlukan pasokan nutrisi yang memadai untuk mempertahankan fase anagen. Gangguan pada suplai zat gizi, baik makronutrien maupun mikronutrien, dapat menghambat pembentukan keratin dan memperpendek fase pertumbuhan rambut. Kondisi seperti kekurangan zat besi, vitamin D, zinc, atau biotin telah dikaitkan dengan berbagai bentuk alopecia, terutama telogen effluvium.

Perhatian terhadap peran nutrisi dan suplementasi vitamin dalam menjaga kesehatan rambut semakin meningkat. Multivitamin, yang mengandung kombinasi vitamin dan mineral

esensial, kini banyak digunakan baik secara klinis maupun komersial untuk mengatasi kerontokan rambut. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Martin-Biggers et al. (2024) dan Bhatia et al. (2025), menunjukkan bahwa suplementasi multivitamin dapat meningkatkan densitas dan kualitas rambut pada individu dengan status nutrisi yang tidak optimal. Namun, hasil penelitian lainnya tidak selalu konsisten, dan beberapa melaporkan adanya risiko toksisitas akibat konsumsi berlebihan, terutama dari vitamin A dan selenium yang justru dapat memicu kerontokan rambut.

Kesenjangan bukti ilmiah ini menandakan adanya kebutuhan akan telaah pustaka yang meninjau kembali data penelitian terbaru mengenai efektivitas dan keamanan multivitamin terhadap pertumbuhan rambut. Sebagian besar studi terdahulu berfokus pada satu atau dua komponen mikronutrien, belum menilai efek kombinasi multivitamin secara menyeluruh terhadap siklus rambut dan kualitasnya.

2. KAJIAN TEORITIS

Pertumbuhan rambut merupakan proses biologis yang kompleks dan dikendalikan oleh interaksi faktor genetik, hormonal, dan nutrisi. Folikel rambut terdiri dari papila dermal, matriks, dan batang rambut yang mengalami siklus pertumbuhan berulan (anagen, katagen, dan telogen). Nutrisi berperan penting dalam mempertahankan fase anagen dan mencegah transisi prematur ke fase telogen.

Protein dan asam amino sulfur seperti cysteine dan methionine merupakan prekursor pembentukan keratin. Vitamin B kompleks, terutama biotin dan niacin, berfungsi dalam metabolisme energi dan proliferasi sel folikel rambut. Vitamin D berperan dalam diferensiasi keratinosit, sementara vitamin A dan E memiliki efek antioksidan yang melindungi folikel dari stres oksidatif. Mineral seperti zinc, zat besi, dan selenium diperlukan untuk aktivitas enzimatik yang menunjang pertumbuhan rambut.

Beberapa penelitian mendukung peran multivitamin terhadap peningkatan kesehatan rambut. Martin-Biggers et al. (2024) melaporkan peningkatan densitas rambut setelah suplementasi multivitamin selama tiga bulan, sedangkan Ahmed et al. (2025) menunjukkan peningkatan ketebalan rambut pada individu dengan defisiensi mikronutrien. Namun, penelitian lain menyoroti risiko toksisitas akibat konsumsi berlebih vitamin A dan selenium yang justru dapat memicu alopecia. Oleh karena itu, kajian ini meninjau kembali bukti ilmiah terkini untuk memperjelas peran multivitamin terhadap pertumbuhan dan kesehatan rambut.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi tinjauan pustaka (*literature review*) yang bertujuan untuk menelaah bukti ilmiah mengenai peran multivitamin terhadap pertumbuhan dan kesehatan rambut. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan kata kunci *hair growth*, *multivitamin*, *nutrition*, *alopecia*, dan *supplementation*.

Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian berbahasa Inggris yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir (2020–2025), mencakup desain penelitian berupa uji klinis acak terkontrol, *systematic review*, atau *meta-analysis* yang melibatkan subjek manusia. Artikel yang tidak relevan dengan topik, tidak tersedia teks lengkap, atau merupakan laporan kasus tunggal dikeluarkan dari peninjauan.

Data dari artikel yang sesuai diekstraksi dan dianalisis secara naratif untuk mengidentifikasi hubungan antara penggunaan multivitamin dan parameter pertumbuhan rambut, termasuk densitas, ketebalan, dan kualitas rambut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran literatur yang memenuhi kriteria inklusi, diperoleh 28 artikel relevan yang secara langsung membahas peran multivitamin dan zat gizi mikro terhadap pertumbuhan serta kesehatan rambut. Analisis dilakukan secara deskriptif-tematik untuk menyoroti hubungan antara status nutrisi, aktivitas metabolik folikel rambut, dan efek suplementasi multivitamin terhadap siklus pertumbuhan rambut. Untuk mempermudah pemahaman, hasil kajian disajikan secara terstruktur ke dalam beberapa aspek utama, yaitu: (1) peran makronutrien terhadap struktur dan fungsi rambut, (2) peran mikronutrien dalam regulasi siklus rambut, (3) efektivitas multivitamin terhadap pertumbuhan rambut, dan (4) implikasi klinis penggunaan multivitamin.

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui penelusuran literatur ilmiah menggunakan basis data PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar selama periode Januari hingga Juni 2025. Artikel yang dipilih merupakan publikasi antara tahun 2020-2025 dengan fokus utama pada hubungan antara multivitamin dan pertumbuhan rambut. Dari total 76 artikel yang ditemukan, 28 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara deskriptif-tematik untuk menghasilkan sintesis teori dan temuan terbaru.

Hasil analisis menunjukkan bahwa status nutrisi memiliki peran sentral dalam mempertahankan siklus pertumbuhan rambut yang normal. Defisiensi zat gizi makro maupun mikro dapat menyebabkan gangguan keratinisasi dan memperpendek fase anagen.

Suplementasi multivitamin terbukti dapat meningkatkan densitas, diameter, dan kekuatan rambut pada individu dengan status nutrisi yang tidak optimal. Namun, risiko toksisitas vitamin dan mineral tertentu, seperti vitamin A dan selenium, perlu diperhatikan karena dapat memicu alopecia reversibel. Pembahasan berikut menguraikan hasil sintesis literatur berdasarkan empat aspek utama, yaitu makronutrien, mikronutrien, efektivitas multivitamin, serta implikasi klinisnya.

Peran Makronutrien terhadap Struktur dan Fungsi Rambut

Makronutrien memiliki peran sentral dalam menjaga integritas dan kekuatan rambut. Rambut terutama tersusun atas protein keratin, yang memerlukan asupan asam amino esensial untuk mempertahankan struktur dan elastisitasnya. Kekurangan makronutrien seperti protein dan lemak esensial terbukti dapat menghambat proses keratinisasi serta memperpendek fase anagen, yang berujung pada peningkatan kerontokan rambut.

Peran Protein terhadap Struktur Rambut

Protein merupakan komponen utama pembentuk keratin, yaitu struktur dasar batang rambut. Asam amino sulfur seperti cysteine dan methionine berperan penting dalam pembentukan ikatan disulfida yang menjaga kekuatan serta elastisitas rambut. Li et al. (2025) melaporkan bahwa methionine dapat menstimulasi proliferasi sel papila dermal melalui jalur Wnt/ β -catenin yang berperan dalam memperpanjang fase anagen.

a) Ikatan Disulfida dan Kekuatan Rambut

Ikatan disulfida pada keratin memberikan sifat mekanik yang kuat terhadap batang rambut. Kekurangan asupan protein menyebabkan penurunan pembentukan ikatan ini, sehingga rambut menjadi rapuh dan mudah patah. Studi oleh Kim et al. (2024) menunjukkan bahwa suplementasi peptide kolagen meningkatkan ekspresi gen keratin tipe I dan II, serta memperkuat integritas batang rambut pada individu dengan diet rendah protein.

Peran Lemak Esensial dalam Kesehatan Kulit Kepala

Lemak esensial, terutama asam lemak omega-3 dan omega-6, berfungsi menjaga keseimbangan lipid membran sel serta mendukung fungsi sawar kulit kepala. Kekurangan asam lemak esensial menyebabkan inflamasi kulit kepala, rambut kering, dan mudah rontok (Park et al., 2021).

a) Peran Asam Lemak terhadap Folikel Rambut

Asam lemak omega-6 mendukung proses angiogenesis dan memperbaiki sirkulasi darah di sekitar folikel rambut, sementara omega-3 menekan inflamasi lokal dan mengatur sekresi sebum. Kombinasi keduanya penting untuk mempertahankan suplai nutrisi optimal bagi folikel rambut dan menjaga keseimbangan kelembapan kulit kepala.

Peran Mikronutrien dalam Regulasi Siklus Rambut

Mikronutrien berfungsi sebagai kofaktor metabolik dan antioksidan yang mendukung berbagai proses biokimia di dalam folikel rambut. Defisiensi vitamin dan mineral terbukti dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan rambut, penipisan batang rambut, hingga alopecia difus.

Vitamin dan Siklus Pertumbuhan Rambut

Vitamin B kompleks, terutama biotin, berperan penting dalam metabolisme energi dan sintesis keratin. Kekurangan biotin dapat menyebabkan rambut rapuh dan mudah rontok. Martin-Biggers et al. (2024) menemukan bahwa suplementasi multivitamin yang mengandung vitamin B kompleks, niasin, dan zinc selama 12 minggu meningkatkan densitas dan ketebalan rambut pada individu dengan status nutrisi rendah.

a) Peran Vitamin D dan Regulasi Fase Anagen

Vitamin D memiliki reseptor (VDR) yang berperan dalam diferensiasi keratinosit dan pengaturan transisi folikel rambut dari fase telogen ke fase anagen. Defisiensi vitamin D telah dikaitkan dengan alopecia areata dan telogen effluvium (Rasheed et al., 2022). Suplementasi vitamin D dapat memperbaiki proses regenerasi folikel melalui peningkatan ekspresi gen Wnt dan BMP yang terkait dengan proliferasi sel papila dermal.

Peran Antioksidan dan Mineral Esensial

Vitamin C dan E berfungsi sebagai antioksidan kuat yang melindungi folikel rambut dari stres oksidatif akibat radikal bebas. Vitamin C juga membantu penyerapan zat besi, sedangkan vitamin E meningkatkan mikrosirkulasi kulit kepala (Lozano et al., 2020).

a) Peran Zinc, Zat Besi, dan Selenium terhadap Folikel Rambut

Zinc berperan dalam sintesis DNA dan protein, yang penting bagi proliferasi sel matriks folikel. Kekurangan zinc menyebabkan gangguan pembelahan sel dan menurunkan aktivitas mitosis di akar rambut. Zat besi berfungsi dalam transportasi oksigen ke folikel rambut; kekurangannya dikaitkan dengan kerontokan kronis. Sementara itu, selenium memiliki fungsi ganda: dalam dosis rendah berperan sebagai antioksidan, tetapi pada dosis tinggi dapat menimbulkan toksisitas yang berujung pada alopecia (Westgate et al., 2025).

Efektivitas Multivitamin terhadap Pertumbuhan Rambut

Sejumlah penelitian klinis dan *systematic review* menunjukkan bahwa multivitamin dapat meningkatkan densitas dan diameter rambut, terutama pada individu dengan defisiensi nutrisi. Suplementasi multivitamin sering digunakan sebagai terapi adjuvan pada alopecia non-scarring maupun telogen effluvium.

Bukti Klinis Terkini

Ahmed et al. (2025) melaporkan peningkatan signifikan pada ketebalan dan kekuatan rambut setelah pemberian multivitamin yang mengandung vitamin D, biotin, dan zinc selama tiga bulan. Studi serupa oleh Bhatia et al. (2025) menemukan peningkatan jumlah folikel aktif pada pria dengan alopecia androgenik setelah enam bulan konsumsi multivitamin berbasis nutrisi mikro.

a) Pengaruh Status Nutrisi terhadap Efektivitas Multivitamin

Efektivitas multivitamin bergantung pada status nutrisi awal individu. Pada populasi dengan status nutrisi normal, manfaatnya cenderung minimal. Sebaliknya, individu dengan defisiensi menunjukkan peningkatan signifikan dalam ketebalan dan kekuatan rambut setelah suplementasi terukur (Wang et al., 2023).

Risiko Over-Suplementasi

Konsumsi multivitamin berlebihan dapat memicu efek toksik, terutama pada vitamin A dan selenium. Kedua zat ini, bila dikonsumsi di atas ambang batas harian, dapat menyebabkan gangguan metabolisme folikel dan kerontokan reversibel (Yelich et al., 2024). Oleh karena itu, penting bagi tenaga medis untuk memantau dosis dan durasi penggunaan.

a) Interaksi Antar Komponen Multivitamin

Beberapa vitamin dan mineral memiliki efek sinergis, misalnya kombinasi vitamin C dengan zat besi untuk meningkatkan absorpsi, serta zinc dengan vitamin B kompleks untuk memperkuat sintesis keratin. Namun, interaksi antagonistik juga dapat terjadi, seperti antara kalsium dan zat besi yang menurunkan absorpsi satu sama lain.

Implikasi Klinis Penggunaan Multivitamin

Multivitamin sebagai Terapi Pendukung

Multivitamin bukan terapi utama, melainkan terapi pendukung yang membantu memperbaiki status nutrisi dan fungsi folikel rambut. Penggunaan harus didasarkan pada hasil pemeriksaan laboratorium dan status nutrisi pasien. Natarelli et al. (2023) menunjukkan bahwa pemberian multivitamin dengan pemantauan medis memberikan hasil klinis yang lebih signifikan dibanding penggunaan bebas.

a) Pendekatan Evidence-Based Practice

Pendekatan berbasis bukti menekankan penggunaan multivitamin secara individual dan rasional. Pemberian tanpa indikasi dapat menyebabkan ketidakseimbangan mikronutrien. Oleh karena itu, terapi harus dilakukan secara terukur dengan pemantauan berkala terhadap kadar vitamin dan mineral serum.

Relevansi Klinis dan Rekomendasi

Tinjauan ini menegaskan bahwa multivitamin memiliki peran potensial dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan rambut, khususnya pada individu dengan defisiensi nutrisi. Namun, suplementasi tidak boleh menggantikan pola makan seimbang. Integrasi antara intervensi nutrisi, manajemen stres oksidatif, dan perawatan kulit kepala merupakan pendekatan paling efektif dalam meningkatkan hasil klinis.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Multivitamin memiliki peran penting sebagai terapi tambahan dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan rambut, terutama pada individu dengan defisiensi nutrisi. Berdasarkan hasil tinjauan pustaka, makronutrien seperti protein dan lemak esensial berperan dalam menjaga struktur dan integritas folikel rambut, sementara mikronutrien seperti vitamin B kompleks, vitamin D, A, C, E serta mineral zinc, zat besi, dan selenium berfungsi sebagai kofaktor metabolik dan antioksidan yang berperan dalam siklus pertumbuhan rambut. Sejumlah studi klinis menunjukkan bahwa suplementasi multivitamin dapat meningkatkan densitas, diameter, dan kekuatan rambut, terutama pada kondisi dengan status nutrisi yang kurang optimal. Namun, penggunaan berlebihan, khususnya pada vitamin A dan selenium, dapat memicu efek toksik yang justru menyebabkan kerontokan rambut. Oleh karena itu, penggunaan multivitamin harus dilakukan secara rasional, terukur, dan berbasis bukti dengan memperhatikan status gizi serta kebutuhan individu.

Secara umum, hasil tinjauan ini menunjukkan bahwa suplementasi multivitamin tidak dapat menggantikan peran nutrisi dari pola makan seimbang, melainkan berfungsi sebagai terapi pendukung yang melengkapi kebutuhan zat gizi penting untuk pertumbuhan rambut. Dokter dan tenaga kesehatan disarankan melakukan asesmen status nutrisi secara menyeluruh sebelum merekomendasikan suplemen multivitamin agar manfaat yang diperoleh optimal dan risiko toksisitas dapat dihindari.

Keterbatasan penelitian ini adalah sifatnya yang berbasis literatur, sehingga hasil yang diperoleh sangat bergantung pada kualitas dan desain metodologis dari penelitian-penelitian yang ditinjau. Diperlukan penelitian lanjutan dengan desain *randomized controlled trial* berskala besar untuk memastikan efektivitas dan keamanan suplementasi multivitamin dalam jangka panjang. Studi mendatang juga diharapkan dapat menilai interaksi antar komponen multivitamin, variasi dosis yang optimal, serta perbedaan efek pada kelompok dengan status gizi dan etiologi kerontokan rambut yang beragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dr. Hapsari Triandriyani, Sp.KK, M.Kes dan dr. Hadi Firmansyah S., Sp.KK, M.Kes atas bimbingan, arahan, dan masukan konstruktif selama penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas YARSI dan Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo atas dukungan fasilitas dan izin yang diberikan. Penulis turut berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan akademik sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmed, A., Sharma, D., & Ungar, B. (2025). Impact of nutraceutical supplements on hair growth in non-scarring alopecia: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Dermatological Research*. <https://doi.org/10.1007/s00403-025-04306-8>
- Bhatia, N., et al. (2025). A randomized, double-blind, placebo-controlled study to evaluate the safety and efficacy of a nutraceutical supplement in males with thinning hair. *Journal of Cosmetic Dermatology*. <https://doi.org/10.1111/jocd.16778>
- Brown, L., & Lee, C. (2021). The toxicological effects of fat-soluble vitamins on hair and skin health. *Journal of Clinical Dermatology and Nutrition*, 13(2), 112–118.
- Drake, L., Reyes-Hadsall, S., & Martinez, J. (2023). Evaluation of the safety and effectiveness of nutritional supplements for treating hair loss: A systematic review. *JAMA Dermatology*. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2022.4867>
- Drake, M., Patel, R., & Chen, L. (2023). The role of micronutrients in hair health and alopecia management: An integrative review. *Clinical Nutrition Updates*, 42(3), 201–210.
- Gong, Y., Zhao, H., & Li, S. (2023). Association between serum vitamin D levels and alopecia: A population-based observational study. *Dermato-Endocrinology*, 15(1), 45–53.
- InformedHealth.org. (2023). *In brief: What is the structure of hair and how does it grow?* Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). Retrieved September 26, 2025, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546248/>
- Johnson, K., Morales, P., & Tanaka, R. (2023). Drug-induced alopecia: Mechanisms, prevalence, and prevention strategies. *International Journal of Trichology*, 15(4), 182–189.
- Kim, A., et al. (2024). Effect of AP collagen peptides on hair shaft properties. [*Journal name unavailable*].
- Li, S., et al. (2025). Methionine modulates the growth and development of hair papilla cells via Wnt signaling. *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms26041495>
- Li, X., Huang, Q., & Zhang, W. (2023). Vascular endothelial growth factor-mediated angiogenesis in hair follicle regeneration. *Experimental Dermatology Research*, 19(2), 97–105.
- Lippert, H. (2020). *Lehrbuch Anatomie*. München: Urban und Fischer.

- Martin-Biggers, J., Barbosa Bueno de Campos, M. E., et al. (2024). A randomized, placebo-controlled clinical study evaluating a dietary supplement for hair growth. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*.
- Martin-Biggers, J., et al. (2024). Randomized, placebo-controlled clinical study of a gummy supplement containing B-vitamins and zinc on hair growth. *Nutrients*.
- Martin-Biggers, J., et al. (2024). Randomized, placebo-controlled clinical study of a gummy supplement on hair growth. *Nutrients*.
- Natarelli, N., et al. (2023). An integrative and mechanistic approach to the hair growth cycle and hair loss. *Frontiers in Medicine*, 10, 1156. <https://doi.org/10.3390/jcm12030893>
- Shi, L., Han, J., & Park, S. (2024). Growth factor modulation in follicular dermal papilla cells: Implications for hair regeneration. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 12, 114568.
- Smith, J. A., & Doe, R. B. (2019). Hair follicle regeneration and physiology. *Dermatology Review*, 22(1), 10–25. <https://doi.org/10.1064740618300270>
- Smith, R., Patel, D., & Young, A. (2022). Nutritional supplementation and hair loss: A systematic review of clinical evidence. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(7), 2778–2789.
- Wang, L., Gao, F., & Xu, T. (2023). Scalp microbiome diversity and its association with hair health: A metagenomic analysis. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1182445.
- Wang, X., et al. (2024). The role of linoleic acid in skin and hair health: A review. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/ijms26010246>
- Westgate, G. E., et al. (2025). Hair longevity—Evidence for a multifactorial holistic approach. *Journal of Clinical Medicine*. <https://doi.org/10.3390/jcm14061894>
- Wiley Journal of Cosmetic Dermatology. (2025). Randomized, double-blind, placebo-controlled study of a nutraceutical in men with thinning hair. *Journal of Cosmetic Dermatology*.
- Xie, J., Liu, M., & Chen, Z. (2022). Molecular mechanisms and extrinsic factors regulating hair follicle cycling and growth. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10365.
- Yano, K., Brown, L. F., & Detmar, M. (2001). Control of hair growth and follicle size by VEGF-mediated angiogenesis. *Journal of Clinical Investigation*, 107(4), 409–417. Retrieved September 26, 2025, from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC199257/> <https://doi.org/10.1172/JCI11317>
- Yelich, A., et al. (2024). Biotin for hair loss: Teasing out the evidence. [*Journal name unavailable*].
- Zhou, Q., Zhang, T., & Lin, Y. (2024). Clinical evaluation of concentrated growth factor injection in patients with androgenetic alopecia: A prospective randomized trial. *Dermatologic Therapy*, 37(2), e15974.