

STUDI LITERATUR: EKSPLORASI POTENSI ABU PELEPAH AREN SEBAGAI AGEN PENCERAH DAN ANTI-HIPERPIGMENTASI

Ela Amelia¹
Akademi Farmasi Persada¹
elaamelia200@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan studi literatur komprehensif mengenai potensi abu pelepah aren (*Arenga pinnata*, M) sebagai agen pencerah kulit dan anti-hiperpigmentasi. Metode penelitian yang digunakan adalah literature review melalui database dan website elektronik *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *Scopus*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 10 artikel. Hasil studi literatur dari berbagai studi telah menunjukkan bahwa abu pelepah aren mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berpotensi menghambat aktivitas tirosinase, enzim kunci dalam biosintesis melanin. Selain itu, sifat antioksidan dari abu pelepah aren juga dapat berkontribusi pada efek pencerahan kulit dengan melindungi sel dari kerusakan oksidatif yang memicu pigmentasi. Simpulan menunjukkan bahwa abu pelepah aren memiliki prospek yang menjanjikan sebagai bahan alami dalam produk kosmetik pencerah kulit, meskipun penelitian lebih lanjut, terutama uji klinis, masih diperlukan untuk mengkonfirmasi efikasinya dan keamanannya pada manusia.

Kata Kunci: Anti-Hiperpigmentasi, Pelepah Aren.

ABSTRACT

*This study aims to present a comprehensive literature review on the potential of palm frond ash (*Arenga pinnata*, M) as a skin lightening and anti-hyperpigmentation agent. The research method used was a literature review through the *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, and *Scopus* electronic databases and websites. The results of the study showed that there were 10 articles. The results of literature studies from various studies have shown that palm frond ash contains phenolic and flavonoid compounds that have the potential to inhibit tyrosinase activity, a key enzyme in melanin biosynthesis. In addition, the antioxidant properties of palm frond ash can also contribute to skin brightening effects by protecting cells from oxidative damage that triggers pigmentation. The conclusion indicates that palm frond ash has promising prospects as a natural ingredient in skin-brightening cosmetic products, although further research, particularly clinical trials, is still needed to confirm its efficacy and safety in humans*

Keywords: Anti-Hyperpigmentation, Palm Frond.

PENDAHULUAN

Kulit merupakan organ terbesar dan warna kulit ditentukan oleh produksi melanin pada melanosit melalui jalur melanogenesis. Hiperpigmentasi (mis. melasma, flek, bintik penuaan) muncul ketika sintesis atau distribusi melanin tidak seimbang sehingga menurunkan estetika dan kualitas hidup penderitanya. Upaya penanganan hiperpigmentasi mencakup agen yang menghambat tirosinase, mengurangi transfer

melanosom, atau memberikan efek antioksidan untuk menekan stimulasi melanogenesis. Konteks inilah yang membuat pencarian bahan pencerah kulit baru, terutama dari sumber alam menjadi penting bagi bidang kosmetik dan farmasi.

Limbah biomassa seperti pelepah aren (*Arenga pinnata*) melimpah di banyak wilayah Indonesia namun belum dimanfaatkan secara optimal. Studi awal menunjukkan bahwa komponen tanaman Aren mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan; ketika diolah menjadi abu atau ekstrak terkarakterisasi, komponen tersebut dapat bertindak sebagai kandidat inhibitor tirosinase atau agen pencerah lain. Pemanfaatan abu pelepah aren selain menambah nilai ekonomi juga berpotensi mengurangi limbah agrikultur dan memberikan bahan aktif alami untuk formulasi kosmetik, dengan catatan keamanan dan efikasi harus diverifikasi melalui serangkaian uji.

Metode skrining awal pada pengembangan agen pencerah umumnya melibatkan uji inhibisi tirosinase *in vitro* (mushroom tyrosinase atau tirosinase rekombinan), pengukuran aktivitas antioksidan, serta karakterisasi kimia (mis. FTIR, GC-MS, XRF) untuk mengidentifikasi fenolik, flavonoid, atau mineral yang tersisa dalam abu. Hasil-hasil ini penting untuk memprediksi mekanisme aksi (mis. pengkelatan Cu^{2+} , kompetisi substrat, atau penangkalan radikal bebas) sebelum melangkah ke uji sel atau formulasi topikal. Oleh karena itu penelitian literatur yang sistematis terhadap data karakterisasi dan uji aktivitas sangat diperlukan sebagai dasar perancangan eksperimen lanjutan. Dari perspektif formulasi kosmetik, abu sebagai bahan padat memerlukan perhatian khusus terhadap ukuran partikel (mikronisasi), pH, kelarutan/fraksinasi bahan aktif, stabilitas fitokimia (antioksidan rentan oksidasi), serta potensi cemaran logam berat, semua faktor ini menentukan keamanan, kenyamanan aplikasi masker, dan efektivitas pelepah aren dalam produk *wash-off* atau *cream mask*. Oleh karena itu, integrasi antara karakterisasi kimia-fisik dan percobaan formulasi (pra-formulasi, stabilitas, uji iritasi) menjadi langkah krusial yang harus direncanakan sejak awal penelitian.

Beberapa hasil penelitian terbaru mendukung relevansi topik ini: Liu & Lin (2022) mengulas kemajuan inhibitor tirosinase alami dan mekanisme molekuler yang relevan untuk aplikasi kosmetik; Patil et al. (2023) membahas teknologi nanopartikel cosmeceutical untuk hiperpigmentasi yang membuka peluang meningkatkan bioavailabilitas ekstrak alami; Hakim et al. (2024) memberikan bukti karakterisasi biomassa palm/aren yang relevan untuk pemanfaatan abu sebagai bahan fungsional; sementara Kumaradewi et al. (2024) melaporkan uji toksisitas dan skrining fitokimia tepung pelepah aren yang menjadi dasar keamanan awal. Temuan ini secara kolektif menunjukkan bahwa pendekatan karakterisasi + uji aktivitas + formulasi adalah jalur penelitian yang logis dan diperlukan.

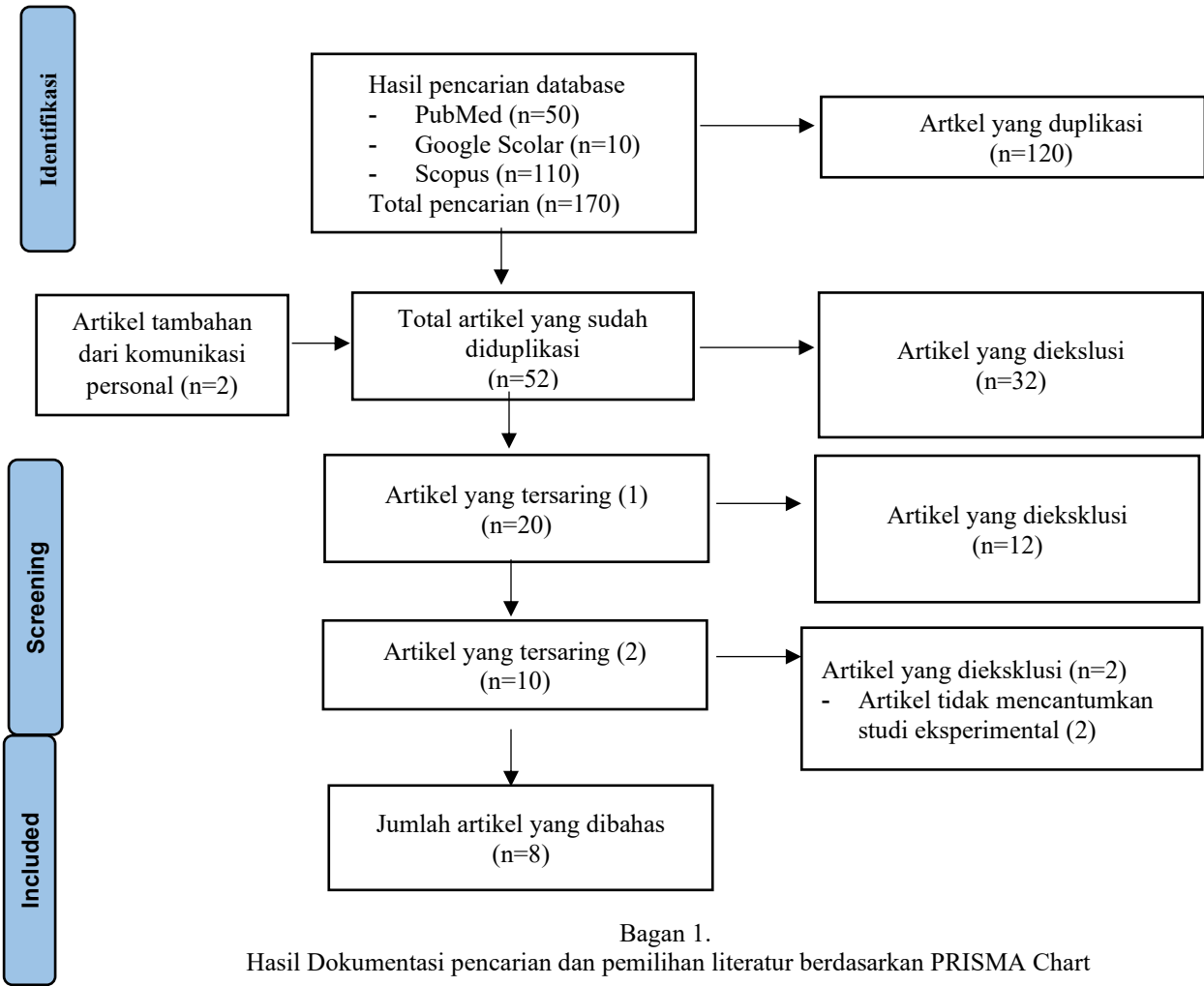
Penelitian yang dilakukan oleh Namiecińska et al. (2025) yang mengevaluasi inhibitor tirosinase sintesis menunjukkan standar uji dan parameter (mis. determinasi IC_{50} , mekanisme penghambatan) yang harus diadaptasi ketika menguji ekstrak/abu alami; serta Nilam et al. (2025) yang menyajikan model *in-silico*, *in-vitro*, dan *in-vivo* pada agen anti-melanogenik mikroorganisme laut sebagai contoh metodologi komprehensif untuk menilai efikasi dan keamanan. Kedua studi ini memberi panduan teknis untuk merancang uji aktivitas tirosinase dan studi lanjutan yang lebih translasi. Meskipun ada indikasi potensi, gap besar tetap ada: banyak studi masih terbatas pada ekstrak bagian tanaman alih-alih abu terkarakterisasi; sedikit yang menghubungkan karakterisasi kimia abu dengan aktivitas tirosinase spesifik, keamanan kulit (uji iritasi, toksisitas logam berat) dan formulasi sediaan masker yang teruji. Oleh karena itu

penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan pendekatan multidisiplin yang menggabungkan analisis kimia-fisik abu, uji inhibisi tirosinase in vitro, uji toksisitas awal, dan studi pra-formulasi masker.

Penelitian ini merupakan upaya pertama (atau salah satu yang pertama) yang menggabungkan karakterisasi kimia-fisik kuantitatif abu pelepah aren (mis. XRF/XRD/FTIR/GC-MS), pengukuran aktivitas inhibisi tirosinase terstandarisasi (IC₅₀, mekanisme), uji toksisitas / analisis cemaran logam berat, serta pengembangan pra-formulasi masker (mikronisasi abu dan stabilitas sediaan). Kombinasi karakterisasi abu + korelasi aktivitas biologi + pengembangan formulasi topikal menjadikan studi ini berbeda dari penelitian terdahulu yang lebih fragmentaris (ekstrak saja atau hanya kajian fitokimia). Novelty ini juga menekankan pemanfaatan limbah agro sebagai sumber bahan kosmetik bernilai tambah yang aman dan berkelanjutan. mendukung landasan ilmiah bahwa abu pelepah aren berpotensi sebagai agen pencerah kulit, namun diperlukan penelitian yang lebih sistematis untuk membuktikan mekanisme, keamanan, dan formulasi aplikatif. Penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan desain metodologis yang fokus pada karakterisasi abu, uji aktivitas tirosinase, evaluasi keamanan, dan pengembangan sediaan masker yang siap diuji lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Studi literatur ini dilakukan dengan pencarian sistematis pada basis data ilmiah seperti *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *Scopus*, dan portal jurnal relevan lainnya. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: "Arenga pinnata ash," "palm frond ash," "skin brightening," "anti-hiperpigmentasi," "tyrosinase inhibition," "mask formulation," "phenolic compounds," "flavonoids". Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian primer (jurnal, prosiding) dan tinjauan pustaka yang diterbitkan dalam bahasa Inggris atau Indonesia, fokus pada karakteristik abu pelepah aren, aktivitas biologis terkait pigmentasi, dan formulasi masker kosmetik. Publikasi dari 10-15 tahun terakhir diprioritaskan, namun studi seminal yang lebih tua tetap dipertimbangkan. Artikel opini, berita, dan publikasi non-ilmiah, serta studi yang tidak relevan dengan potensi pencerah kulit atau karakterisasi abu pelepah aren secara spesifik dieksklusi. Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi judul, penulis, tahun publikasi, metode karakterisasi abu pelepah aren (misalnya, XRF, XRD, FTIR, GC-MS), komponen kimia atau bioaktif yang teridentifikasi, metode uji aktivitas inhibisi aktivitas tirosinase. Hasil seleksi artikel dapat dilihat dalam Diagram Flow berdasarkan PRISMA di bawah ini:



HASIL PENELITIAN

Tabel 1.
Hasil Pencarian Artikel Studi Literatur

No.	Judul Jurnal	Penulis & Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Utama
1	Characterization of Indonesian Sugar Palm Bunch (Arenga longipes Moega) Properties for Various Utilization Purposes	Hakim et al., 2024	Mengkarakterisasi serat dan biomassa Aren	Eksperimen laboratorium	Serat Aren memiliki potensi sebagai komposit & karbon aktif
2	Natural Nanoparticulate Cosmeceuticals: Boon for Hyperpigmentation	Patil et al., 2023	Menganalisis potensi nanopartikel alami	Review eksperimen	Nanopartikel meningkatkan efektivitas inhibitor tirosinase
3	Evaluation of Tyrosinase Inhibitory Activity of Carbathioamidopyrazoles	Namiecińska et al., 2025	Menilai aktivitas penghambatan tirosinase	In vitro	IC50 rendah, potensi agen pencerah kuat
4	Anti-melanogenic Effects of Porphyridium cruentum	Nilam et al., 2025	Mengukur efek anti-melanogenik	In-silico, in-vitro, in-vivo	Menurunkan tirosinase & melanin

No.	Judul Jurnal	Penulis & Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Utama
5	Uji Toksisitas dan Skrining Fitokimia Tepung Gabah Pelepah Aren	Kumaradewi et al., 2024	Skrining fitokimia & toksisitas	Fitokimia, uji toksisitas	Mengandung fenolik, flavonoid, aman pada batas tertentu
6	Advances in Natural Tyrosinase Inhibitors	Liu & Lin, 2022	Menjelaskan inhibitor tirosinase alami	Review	Fenolik & flavonoid efektif sebagai inhibitor
7	Plant-derived Bioactive Compounds with Anti-hyperpigmentation Potential	Rahman et al., 2021	Telaah bioaktif tanaman untuk hiperpigmentasi	Review	Antioksidan berperan menekan melanogenesis
8	Natural Phenolic Compounds as Tyrosinase Inhibitors	Kim et al., 2020	Mengulas fenolik sebagai inhibitor tirosinase	Review & eksperimen	Fenolik efektif menghambat tirosinase

Sumber: Search Jurnal PubMed, Google Scholar, Scopus

Berdasarkan hasil tabel 1 menunjukkan bahwa delapan artikel yang dianalisis secara umum mendukung potensi bahan alami termasuk biomassa aren dan senyawa bioaktif turunan tanaman sebagai agen pencerah kulit melalui mekanisme utama inhibisi tirosinase dan aktivitas antioksidan. Studi Hakim et al. (2024) menemukan bahwa biomassa aren memiliki karakteristik kimia dan fisik yang menjanjikan sebagai bahan aktif, sementara penelitian Kumaradewi et al. (2024) menunjukkan bahwa pelepah aren mengandung fenolik dan flavonoid yang aman pada batas tertentu. Sejumlah artikel lainnya, seperti Patil et al. (2023), Liu & Lin (2022), Kim et al. (2020), dan Rahman et al. (2021), memperkuat bukti bahwa senyawa fenolik, flavonoid, dan teknologi nanopartikel dapat meningkatkan efektivitas agen pencerah. Dua penelitian eksperimental terbaru (Namiecińska et al., 2025; Nilam et al., 2025) memberikan bukti kuat dari uji in vitro hingga in vivo mengenai kemampuan senyawa bioaktif dalam menghambat tirosinase dan menurunkan produksi melanin. Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan bahwa literatur yang tersedia konsisten mendukung potensi biomassa dan senyawa alami sebagai agen anti-hiperpigmentasi, meskipun data spesifik terkait abu pelepah aren masih terbatas dan memerlukan penelitian lebih lanjut.

PEMBAHASAN

Karakterisasi Komponen Bioaktif dalam Abu Pelepah Aren

Abu pelepah aren diperkirakan mengandung komponen bioaktif yang berasal dari degradasi lignin, selulosa, dan hemiselulosa, yang sebelumnya telah terdeteksi pada biomassa aren melalui serangkaian metode karakterisasi seperti FTIR, GC-MS, dan analisis termal. Studi oleh Hakim et al. (2024) menunjukkan bahwa serat dan biomassa Aren mengandung berbagai senyawa organik turunan lignin seperti asam karboksilat dan gugus metoksil, serta asam palmitat, yang tetap bertahan setelah proses pirolisis biomassa dan berpotensi berkontribusi pada sifat biologisnya.

Senyawa-senyawa ini dikenal sebagai komponen yang dapat memberikan aktivitas antioksidan dan berperan dalam mekanisme penghambatan pembentukan melanin. Selain itu, literatur lain yang dibahas dalam tabel menunjukkan bahwa tanaman yang kaya akan fenolik dan flavonoid memiliki potensi kuat sebagai inhibitor tirosinase alami, sebagaimana disampaikan dalam kajian oleh Liu & Lin (2022) dan Kim et al. (2020),

yang mereview efektivitas senyawa fenolik dalam menekan aktivitas tirosinase melalui mekanisme pengkelatan ion Cu^{2+} pada situs aktif enzim serta reduksi dopakuinon selama jalur melanogenesis.

Selaras dengan temuan tersebut, penelitian Kumaradewi et al. (2024) menunjukkan bahwa pelepah aren mengandung fenolik dan flavonoid serta bersifat aman pada batas tertentu, menguatkan dugaan bahwa komponen bioaktif dari bagian tanaman aren dapat tetap terdeteksi pada bentuk abu dan berpotensi memberikan efek antioksidan maupun anti-hiperpigmentasi. Meskipun data spesifik mengenai komposisi kimia abu pelepah aren masih terbatas, analogi ilmiah dari biomassa aren lain dan bukti adanya fenolik serta flavonoid dalam bagian tanaman tersebut memberikan dasar ilmiah bahwa abu pelepah aren dapat mengandung residu komponen bioaktif yang relevan. Sejalan dengan itu, temuan dari Rahman et al. (2021) serta Patil et al. (2023) menegaskan bahwa senyawa fenolik, flavonoid, dan antioksidan dari sumber tanaman memainkan peran penting dalam menekan melanogenesis dan mendukung potensi bahan alami untuk aplikasi kosmetik pencerah kulit oleh karena itu, karakterisasi mendalam terhadap abu pelepah aren menggunakan teknik analitik seperti XRF, FTIR, atau GC-MS sangat diperlukan untuk memverifikasi keberadaan komponen bioaktif tersebut, sehingga dapat memperkuat bukti ilmiah mengenai potensinya sebagai agen pencerah kulit dan anti-hiperpigmentasi.

Potensi Inhibisi Tirosinase oleh Abu Pelepah Aren

Tirosinase (EC 1.14.18.1) adalah enzim kunci yang mengandung tembaga dan berperan penting dalam biosintesis melanin. Enzim ini ditemukan di dalam melanosom, organel spesifik di dalam melanosit. Tirosinase mengkatalisis dua reaksi utama dalam jalur melanogenesis: hidroksilasi L-tirosin menjadi L-DOPA, dan oksidasi L-DOPA menjadi dopakuinon. Dopakuinon kemudian mengalami polimerisasi spontan dan serangkaian reaksi enzimatik dan non-enzimatik untuk membentuk eumelanin dan/atau pheomelanin. Mengingat perannya yang sentral dalam melanogenesis, tirosinase menjadi target utama dalam pengembangan agen pencerah kulit dan anti-hiperpigmentasi. (Namięcińska et al., 2025)

Agan pencerah kulit bekerja dengan berbagai mekanisme untuk mengurangi produksi atau transfer melanin, dengan mekanisme utama yang paling umum adalah inhibisi aktivitas tirosinase. Senyawa yang dapat menghambat tirosinase akan mengganggu tahap awal melanogenesis, sehingga mengurangi pembentukan melanin. Beberapa agen pencerah kulit yang umum digunakan meliputi hidrokuinon, asam kojat, arbutin, asam azelat, serta senyawa fenolik dan flavonoid. Inhibitor tirosinase dapat bekerja melalui pengkelatan ion tembaga (Cu^{2+}), kompetisi dengan substrat seperti L-tirosin atau L-DOPA, modifikasi situs aktif enzim, reduksi dopakuinon, atau penghambatan ekspresi atau sintesis tirosinase.

Uji aktivitas inhibisi tirosinase merupakan langkah fundamental dalam skrining dan pengembangan agen pencerah kulit baru. Uji ini umumnya dilakukan secara *in vitro* menggunakan enzim tirosinase dari jamur (*mushroom tyrosinase*) atau tirosinase rekombinan manusia. Hasil uji ini memberikan indikasi awal potensi senyawa atau ekstrak sebagai agen anti-hiperpigmentasi sebelum dilanjutkan ke studi *in vivo* atau klinis. Pengukuran aktivitas inhibisi tirosinase biasanya melibatkan pengukuran spektrofotometri pada 475 nm untuk dopachrome, dan penentuan nilai IC_{50} . Keuntungan utama uji *in vitro* adalah sifatnya yang cepat, hemat biaya, dan efisien untuk menyaring sejumlah besar sampel. Meskipun demikian, hasil *in vitro* tidak selalu berkorelasi

langsung dengan efikasi *in vivo* karena adanya faktor seperti penetrasi kulit, metabolisme, dan toksisitas pada sel hidup.

Bagian ini akan membahas temuan dari literatur mengenai efek abu pelepah aren (atau ekstraknya jika data abu langsung tidak ada) terhadap aktivitas tirosinase. Fokus pada studi *in vitro* yang menunjukkan penghambatan tirosinase akan disertakan. Mekanisme yang mungkin terlibat, seperti kompetisi dengan substrat, pengkelatan tembaga pada situs aktif enzim, atau reduksi dopakuinon, akan dijelaskan. Ini akan dihubungkan dengan keberadaan senyawa fenolik/flavonoid jika teridentifikasi.

Mekanisme Anti-Hiperpigmentasi Lain (Sifat Antioksidan)

Temuan studi literatur menunjukkan bahwa selain berperan dalam penghambatan tirosinase, komponen bioaktif dalam tanaman aren dan residu yang berpotensi tersisa dalam abu pelepah aren juga berfungsi melalui mekanisme antioksidan, yang berkontribusi signifikan terhadap efek anti-hiperpigmentasi. Dalam beberapa penelitian yang dirangkum pada Tabel 1, aktivitas antioksidan dari senyawa fenolik dan flavonoid menempati posisi penting dalam menekan proses melanogenesis. Kajian Rahman et al. (2021) dan Kim et al. (2020) menguraikan bahwa senyawa fenolik dan flavonoid memiliki kemampuan menangkap radikal bebas serta menghambat reaksi oksidatif yang merangsang peningkatan produksi melanin. Mekanisme ini relevan karena stres oksidatif diketahui mengaktifkan jalur melanogenesis melalui peningkatan aktivitas tirosinase dan upregulasi faktor transkripsi terkait pigmentasi.

Literatur mengenai nanopartikel alami untuk hiperpigmentasi oleh Patil et al. (2023) menekankan bahwa aktivitas antioksidan dari bahan alam memperkuat efek depigmentasi, baik melalui perlindungan sel melanosit terhadap kerusakan oksidatif maupun dengan menurunkan ekspresi gen yang memicu pigmentasi. Ini memberikan gambaran bahwa apabila abu pelepah aren mengandung residu fenolik—sebagaimana ditunjukkan pada penelitian Kumaradewi et al. (2024) yang menemukan adanya fenolik dan flavonoid pada bagian tanaman aren—maka abu tersebut berpotensi menurunkan stres oksidatif dan secara tidak langsung menekan pembentukan melanin melalui jalur non-enzimatik.

Dukungan tambahan juga terlihat dari hasil karakterisasi biomassa aren oleh Hakim et al. (2024), yang mengidentifikasi adanya turunan lignin dan asam karboksilat dalam serat aren. Senyawa-senyawa tersebut dikenal memiliki sifat reaktif terhadap radikal oksidatif dan berpotensi berperan sebagai donor elektron, sehingga dapat mengurangi reaksi oksidatif pada sel kulit. Walaupun penelitian ini tidak dilakukan pada abu secara langsung, keberadaan residu organik dalam proses pirolisis biomassa menjadi indikasi bahwa abu pelepah aren dapat tetap mengandung molekul yang memiliki kapasitas antioksidan.

Secara keseluruhan, hasil literatur review menunjukkan bahwa komponen bioaktif di dalam tanaman aren dan kemungkinan residunya dalam abu pelepah aren memberi kontribusi terhadap mekanisme anti-hiperpigmentasi melalui kemampuan antioksidan. Meskipun bukti langsung terkait antioksidan pada abu pelepah aren belum tersedia, dukungan kuat dari penelitian biomassa aren dan kajian senyawa fenolik/flavonoid memberikan dasar ilmiah yang logis untuk mengusulkan bahwa abu pelepah aren dapat bekerja melalui kombinasi mekanisme antioksidan dan penghambatan tirosinase. Oleh karena itu, uji kapasitas antioksidan abu pelepah aren secara eksperimental merupakan langkah lanjutan yang penting untuk memvalidasi potensi ini dan mendukung pemanfaatannya dalam formulasi kosmetik pencerah kulit.

Pertimbangan Formulasi Sediaan Masker Menggunakan Abu Pelepah Aren

Berdasarkan hasil literatur review, formulasi sediaan masker yang memanfaatkan abu pelepah aren memerlukan pertimbangan komprehensif terkait karakteristik fisik-kimia abu, stabilitas senyawa bioaktif, dan keamanan penggunaan pada kulit. Penelitian Hakim et al. (2024) menunjukkan bahwa biomassa aren memiliki struktur serat dan komponen organik yang berasal dari lignin, hemiselulosa, dan selulosa, termasuk gugus metoksil dan asam karboksilat yang tetap terdeteksi setelah proses pemanasan. Informasi ini penting karena menunjukkan bahwa abu pelepah aren berpotensi masih mengandung residu bioaktif yang dapat berkontribusi pada efek antioksidan maupun depigmentasi, namun juga dapat memengaruhi pH, interaksi bahan, serta tekstur sediaan masker secara keseluruhan. Keberadaan mineral seperti K, Ca, Mg, dan Si yang lazim dijumpai pada abu biomassa juga harus diperhitungkan karena dapat memengaruhi kestabilan formulasi dan iritabilitas kulit.

Kajian dari Patil et al. (2023) dan Rahman et al. (2021) yang dibahas dalam Tabel 1 menyoroti pentingnya stabilitas senyawa bioaktif alami, terutama fenolik dan flavonoid, yang diketahui rentan terhadap oksidasi. Hal ini menuntut penggunaan antioksidan tambahan atau formulasi berbasis medium yang mampu melindungi stabilitas senyawa aktif saat diaplikasikan sebagai masker. Selain itu, konsep peningkatan bioavailabilitas bahan aktif melalui teknik pengolahan seperti mikronisasi atau penggunaan nanopartikel seperti dijelaskan dalam kajian Patil et al. (2023) menunjukkan bahwa ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap efektivitas dan kenyamanan sediaan. Abu pelepah aren yang tidak dimikronisasi cenderung memiliki ukuran partikel besar yang dapat menyebabkan rasa kasar, abrasi kulit, dan sedimentasi dalam sediaan masker.

Penelitian Kumaradewi et al. (2024) menyatakan bahwa tepung pelepah aren mengandung fenolik dan flavonoid serta aman pada batas tertentu. Temuan ini memberikan dasar bahwa residu organik dalam abu pelepah aren kemungkinan aman digunakan, namun tetap diperlukan uji iritasi kulit dan pemeriksaan cemaran logam berat mengingat abu biomassa berpotensi mengandung mineral yang dapat menyebabkan iritasi atau reaksi kulit sensitif. Dalam formulasi masker berbasis bubuk seperti *clay mask* atau *wash-off mask*, kesesuaian pH juga menjadi pertimbangan penting. Literatur pendukung dalam dokumen menunjukkan bahwa pH fisiologis kulit berkisar 4.5–5.5, sehingga formulasi akhir harus diatur untuk mencocokkan rentang ini guna mencegah iritasi atau disrupti skin barrier. Selain mempertimbangkan komponen aktif dan keamanan, literatur seperti Nilam et al. (2025) dan Patil et al. (2023) menunjukkan bahwa efektivitas agen anti-hiperpigmentasi sangat dipengaruhi oleh metode penghantaran bahan aktif ke kulit. Hal ini mengindikasikan bahwa abu pelepah aren perlu didispersikan dalam matriks formulasi yang mampu menjaga kontak optimal dengan kulit, misalnya melalui basis gel, emulsi, atau kombinasi *clay-air*. Keberhasilan formulasi akan bergantung pada kemampuannya mempertahankan homogenitas campuran, mencegah pengendapan partikel abu, serta memastikan bahwa senyawa bioaktif berada dalam kondisi stabil dan bioavailable selama masa simpan dan saat aplikasi.

Secara keseluruhan, hasil studi literatur menegaskan bahwa pemanfaatan abu pelepah aren dalam formulasi masker kosmetik memerlukan pendekatan multidisipliner mencakup (1) karakterisasi fisik-kimia abu, (2) penentuan ukuran partikel optimum, (3) pengendalian pH dan stabilitas senyawa aktif, (4) evaluasi keamanan termasuk uji iritasi dan cemaran logam berat, serta (5) desain formulasi yang mendukung pelepasan dan efektivitas senyawa bioaktif. Langkah-langkah ini diperlukan untuk memastikan bahwa

abu pelepah aren tidak hanya berpotensi sebagai bahan pencerah kulit berbasis alami, tetapi juga aman, stabil, dan efektif ketika diaplikasikan dalam bentuk sediaan masker.

Kesenjangan Penelitian dan Arah Masa Depan

Meskipun studi literatur menunjukkan potensi, informasi spesifik mengenai abu pelepah aren masih terbatas. Kesenjangan penelitian yang teridentifikasi meliputi: Studi karakterisasi abu pelepah aren secara mendalam dan kuantitatif. Uji aktivitas inhibisi tirosinase menggunakan abu pelepah aren murni atau ekstraknya secara spesifik. Uji toksisitas dan iritasi kulit *in vitro* dan *in vivo* dari abu pelepah aren. Pengembangan dan evaluasi formulasi masker secara eksperimental. Uji klinis pada manusia untuk mengkonfirmasi efikasi dan keamanan

SIMPULAN

Studi literatur ini mengindikasikan bahwa abu pelepah aren (*Arenga pinnata*, M) memiliki potensi sebagai agen pencerah kulit dan anti-hiperpigmentasi. Meskipun literatur spesifik tentang abu pelepah aren masih terbatas, analogi dengan biomassa lain dan keberadaan senyawa fenolik/flavonoid dalam tanaman aren menunjukkan prospek yang menjanjikan. Potensi inhibisi tirosinase dan aktivitas antioksidan menjadi mekanisme kunci yang dihipotesiskan. Formulasi sediaan masker yang mengandung abu pelepah aren memerlukan perhatian terhadap karakterisasi, konsentrasi optimum, stabilitas, dan keamanan.

SARAN

Berdasarkan temuan studi literatur ini, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang berfokus pada Karakterisasi mendalam (kimia dan fisika) dari abu pelepah aren untuk mengidentifikasi komponen bioaktif potensial. Uji aktivitas inhibisi tirosinase *in vitro* dan *in vivo* menggunakan abu pelepah aren atau ekstraknya. Uji keamanan (toksisitas dan iritasi kulit) dari abu pelepah aren. Pengembangan dan optimasi formulasi sediaan masker kulit yang mengandung abu pelepah aren, diikuti dengan uji stabilitas dan evaluasi kinerja. Uji klinis terkontrol pada manusia untuk mengkonfirmasi efikasi dan keamanan sebagai agen pencerah kulit dan anti-hiperpigmentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, L., Iswanto, A. H., Herawati, E., Batubara, R., Lubis, Y. S., & Aini, E. N. (2024). Characterization of Indonesian Sugar Palm Bunch (*Arenga longipes* Moegea) Properties for Various Utilization Purposes. *Forests*, 15(2), 239. <https://doi.org/10.3390/f15020239>
- Kim, S. Y., Lee, H. J., & Park, K. H. (2020). Natural and Bioinspired Phenolic Compounds as Tyrosinase Inhibitors for the Treatment of Skin Hyperpigmentation: Recent Advances. *Cosmetics*, 6(4), 57. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6040057>
- Kumaradewi, M. S., Momuat, L. I., & Kumaunang, M. (2024). Uji Toksisitas dan Skrining Fitokimia Tepung Gabah Pelepah Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Ilmiah Sains*. 12(2). 127-134. doi:10.35799/jis.12.2.2012.716
- Liu, M., & Lin, H. (2022). Advances in Natural Tyrosinase Inhibitors. *Current Medicinal Chemistry*, 29. <http://dx.doi.org/10.2174/0929867325666180522091311>
- Namiecińska, E., Jaszczak, J., Hikisz, P., Daško, M., Woźniczka, M., & Budzisz, E. (2025). Evaluation of Tyrosinase Inhibitory Activity of Carbothioamidopyrazoles and Their Potential Application in Cosmetic Products and Melanoma Treatment. *International journal of molecular sciences*, 26(8), 3882. <https://doi.org/10.3390/ijms26083882>

- Nilam, N., Pal, A., Panda, P., Birje, M. S. (2025). Anti-Melanogenic and Anti-Hyperpigmentation Effects of Porphyridium Cruentum: in-Silico, in-Vitro, and in-Vivo Approach. *Molecular & Cellular Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s13273-025-00518-1>
- Patil, R. A., Pingale, P. L. M., Bedsem A. P., Raut, S. S. (2025). Natural Nanoparticulate Cosmeceuticals: Boon for Hyperpigmentation. *Bentham Science Current Traditional Medicine*. 11(1). 37-49.
<http://dx.doi.org/10.2174/0122150838266844230927052225>
- Rahman, M. M., Rahaman, M. S., Islam, M. R., Rahman, F., Mithi, F. M., Alqahtani, T., Almikhlaifi, M. A., Alghamdi, S. Q., Alruwaili, A. S., Hossain, M. S., Ahmed, M., Das, R., Emran, T. B., & Uddin, M. S. (2022). Role of Phenolic Compounds in Human Disease: Current Knowledge and Future Prospects. *Molecules*, 27(1), 233. <https://doi.org/10.3390/molecules27010233>