

Analisis Fitokimia Hasil GC-MS *Parmelia sulcata* (Ascomycota: Parmeliaceae) Sebagai Pewarna Alami

Muzzazinah^{1*)}, Awanda Elrita Putri²⁾, Nurmiyati³⁾, Alanindra Saputra⁴⁾

^{1, 2, 3, 4)} Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Sebelas Maret University
Surakarta, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Indonesia, 57126)

*Corresponding author: yinmuzzazinah@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Parmelia sulcata merupakan famili lichen terbesar yang terdiri dari sekitar 2.700 spesies yang tersebar di 80 negara. Lichen merupakan organisme hasil simbiosis antara jamur dan alga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil fitokimia dan menentukan apakah *Parmelia sulcata* berpotensi sebagai pewarna alami untuk diaplikasikan pada kain serat alami. Lokasi penelitian adalah Desa Tanen, Kemuning, Ngargoyoso, Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode eksplorasi, sampel dianalisis menggunakan GC-MS, dimana dari hasil GC-MS terdapat berbagai senyawa, oleh karena itu peneliti ingin memberikan data uji laboratorium mengenai kandungan kimia pada spesies *Parmelia sulcata*. Hasil uji fitokimia dan GC-MS sebagai berikut: 3,5-Dihidroksitoluena 33,77%; 2-[3' Hidroksipropil]-1,4-Benzenediol 3,32%; 1,3-Benzenediol, 2-Metil 3,75%; Asam Beta Resorsiklik, 6-Metil, Metil Ester 1,43%; Asam Beta Resorsiklik, 6-Metil, Metil Ester 8,56%; 3-Sikloheksena-1-Metanol, 6-1(1-Hidroksisiklopentil)-, Cis 1,91%; Asam Beta Resorsiklik, 6-Metil, Metil Ester 37,15%; Asetonitril, 9h-Pyrol[1,2-A] Indole-9-Ylidene 1,00%; Fluoranthene-2-Carboxaldehyde 3,62%, hal ini menunjukkan *Parmelia sulcata* kurang potensial untuk digunakan sebagai pewarna alami karena tidak ada satupun senyawa yang terkandung berpotensi sebagai pewarna alami.

Kata kunci: Fitokimia; Kandungan Senyawa; *Parmelia sulcata*; Pewarna Alam

Phytochemical Analysis GC-MS Results of *Parmelia sulcata* (Ascomycota: Parmeliaceae) As a Natural Color

ABSTRACT

A *Parmelia sulcata* is the largest family of lichen fungi, consisting of around 2,700 species spread across 80 countries. Lichen is an organism resulting from symbiosis between fungi and algae. This research aims to analyze the phytochemical results and find out whether *Parmelia sulcata* has potential as a natural dye to be applied to natural fiber fabrics. The research location is Tanen Village, Kemuning, Ngargoyoso, Central Java. Sample exploration was carried out using the exploration method, the samples were analyzed using GC-MS, where from the GC-MS results there were various compounds, therefore the researchers wanted to provide laboratory test data regarding the chemical content of the *Parmelia sulcata* species. Phytochemical and GC-MS test results are as follows: 3,5-Dihydroxytoluene 33.77%; 2-[3' Hydroxypropyl]-1,4-Benzenediol 3.32%; 1,3-Benzenediol, 2-Methyl 3.75%; Resorcylic Beta Acid, 6-Methyl, Methyl Ester 1.43%; Resorcylic Beta Acid, 6-Methyl, Methyl Ester 8.56%; 3-Cyclohexene-1-Methanol, 6-1(1-Hydroxycyclopentyl)-, Cis 1.91%; Resorcylic Beta Acid, 6-Methyl, Methyl Ester 37.15%; Acetonitrile, 9h-Pyrol[1,2-A] Indole-9-Ylidene 1.00%; Fluoranthene-2-Carboxaldehyde 3.62%, this shows that *Parmelia sulcata* has less potential to be used as a natural dye.

Keywords: Phytochemistry; Compound Content; *Parmelia sulcata*; Natural Dyes

(Article History: Received 30-01-2025; Accepted 07-03-2025; Published 06-04-2025)



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang melimpah, sehingga perlu dipelajari dan dimanfaatkan, terutama dalam bidang penelitian. Salah satu organisme yang belum banyak diteliti adalah lichen. Lichen adalah organisme hasil simbiosis antara jamur dan alga, sekitar 20.000 spesies lichen didistribusikan di seluruh dunia (Marantika & Trimulyono, 2019). Lichen dikelompokkan dalam tiga jenis yaitu foliose, cructose, dan fructose. Habitat lichen dapat ditemukan pada batang pohon, batuan, tanah, dinding dan substrat lain dengan berbagai keadaan lingkungan, baik pada daerah gurun maupun kutub (Suharno *et al.*, 2024). Lumut kerak atau lichen berasal dari Bahasa Yunani yang berarti tumbuh dangkal pada kulit pohon. Lichen adalah asosiasi antara alga dan jamur (Roziaty & Aini, 2023).

Lumut merupakan sumber alami untuk penemuan senyawa aktif baru, baik dari senyawa metabolit sekunder langsung maupun dari perubahan kimia menjadi senyawa yang diisolasi dari bahan alam. Golongan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan lichen meliputi banyak golongan, seperti turunan asam amino, asam pulvinat, peptida, gula alkohol, terpenoid, steroid, karotenoid, asam alifatik, fenol monosiklik, depsida, dan dibenzofuran (Purwanti *et al.*, 2017).

Parmelia sulcata merupakan famili *Parmeliaceae* yang mempunyai thallus berdaun dengan warna abu-abu kehijauan. *Parmeliaceae* merupakan salah satu jenis lumut foliosa yang mempunyai struktur thallus bening dan tersebar luas. Struktur *Parmeliaceae* tersusun di atas korteks bagian atas dengan medula dan rhizin di bagian bawah korteks. Rizine pada *Parmeliaceae* membantu lumut kerak dalam menyerap makanan yang dibutuhkannya, sehingga jika lingkungan tempat tinggalnya mulai tercemar, lumut kerak dapat bertahan hidup. *Parmelia sulcata* merupakan tumbuhan lumut kerak dengan bentuk tubuh bergelombang dan thallus berbintik hitam berwarna hijau dengan tipe foliose. Bentuk dan permukaan thallus tepung mirip dengan tepung. *Parmelia sulcata* koloninya berukuran panjang 5 cm (Matvienko *et al.*, 2024).

Parmelia sulcata banyak ditemukan pada tempat yang lembab dan bersih dari polusi serta mempunyai berbagai manfaat, salah satunya adalah antijamur, karena memiliki senyawa antibakteri seperti alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, tanin dan fenolik (Hadiyati & Setyawati, 2013). Namun, belum ada yang mendalami kegunaannya sebagai pewarna, mengingat terlalu banyak penggunaan pewarna kimia untuk mewarnai pakaian dan keperluan fashion dapat merusak lingkungan. Kelemahan *Parmelia sulcata* adalah tumbuhan ini berukuran sangat kecil dan harus bersabar dalam mengambilnya namun berpotensi untuk diekstraksi menjadi pewarna alami karena ketersediaannya yang melimpah di alam.

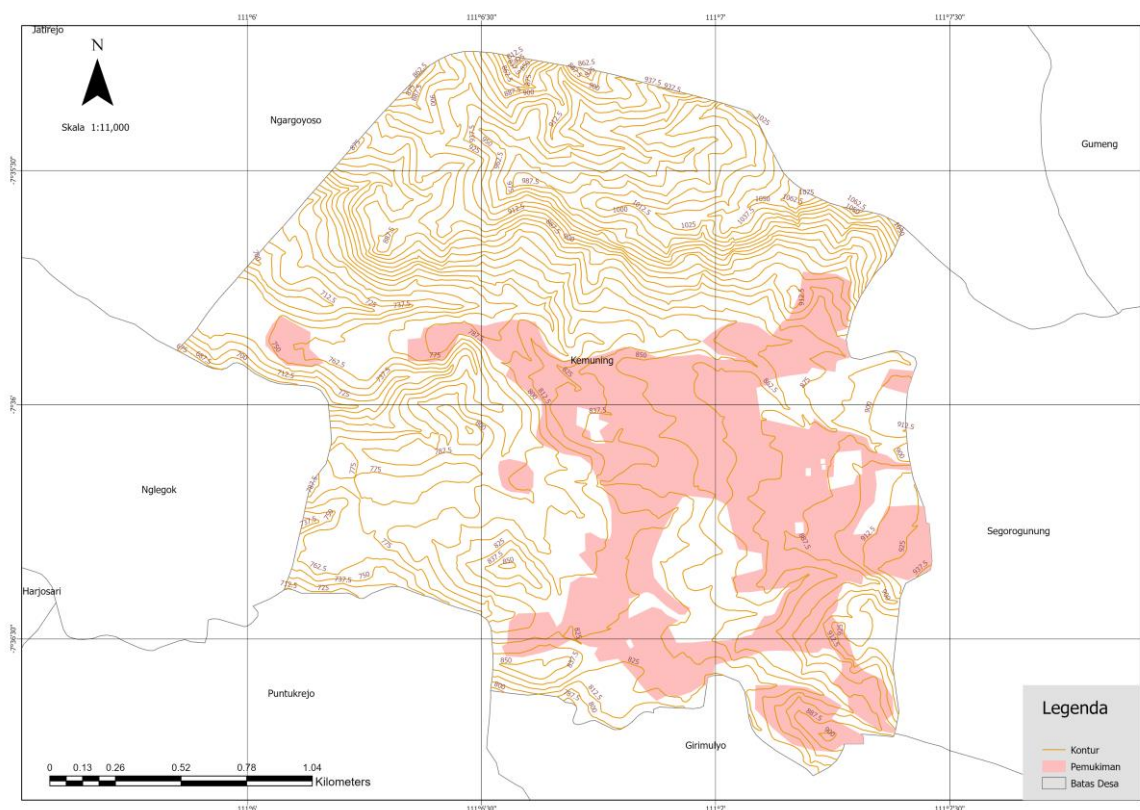
Dari berbagai referensi disebutkan pula bahwa lumut kerak mempunyai manfaat sebagai bahan obat, sering digunakan dalam industri kimia, serta dimanfaatkan sebagai bahan pewangi dan proses pewarna. Penelitian sebelumnya kebanyakan ekstraksi menggunakan cara sebagai berikut: Metode Air Mendidih (BWM), Metode Fermentasi Amoniak (AFM), Metode Ekstraksi Dimetil Sulphoksida (DEM) mengandalkan keberadaan zat warna tertentu. Merebus dalam air selama satu jam diperlukan untuk sebagian besar ekstraksi pewarna lumut. Meskipun beberapa lumut memerlukan perendaman lebih lama dalam $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ (≥ 3 bulan) sebelum pewarnaan (Kaushik & Giri, 2020). Gugus fungsional

kromofor pada *Parmelia sulcata* terkait dengan gugus fungsional seperti hidroksil (-OH), karbonil (-COOH), dan metil (-CH³), memiliki struktur kimia yang kompleks dengan adanya ikatan rangkap dan gugus fungsional yang terkait, dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, sehingga menghasilkan warna yang karakteristik. Jika diperoleh pewarna alami dari ekstrak *Parmelia sulcata* sehingga dapat menghasilkan pewarna sintetik meski kebanyakan pewarna alami dapat mengalami degradasi untuk gugus fungsi tertentu.

Oleh karena itu, ekstrak *Parmelia sulcata* yang diekstrak menggunakan metode pengujian GC-MS dan pengujian ekstrak self-dyeing pada kain serat alami belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini peneliti ingin mengeksplorasi lebih jauh kandungan senyawa yang ada pada *Parmelia sulcata*, menganalisis pemanfaatan ekstrak *Parmelia sulcata* sebagai pewarna alami untuk serat kain dan menganalisis senyawa-senyawa yang terkandung dalam *Parmelia sulcata* menggunakan Teknik GC-MS. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil fitokimia dan menentukan apakah *Parmelia sulcata* berpotensi sebagai pewarna alami untuk diaplikasikan pada kain serat alami.

METODE PENELITIAN

- a) Pengambilan sampel dilakukan di Desa Tanen, Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2023.



Gambar 1. Peta Pengamatan di Desa Tanen, Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar, Jawa Tengah. Pada ketinggian sekitar 800 – 1000 meter di atas permukaan laut.

- b) Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Parmelia sulcata*, air, metanol (CH₃OH). Alat yang digunakan adalah plastik klip ukuran 16x25 cm, pemotong, gunting kain, sendok pengaduk, mangkuk kecil untuk wadah, *cutter*, satu set peralatan GC-MS.
- c) Langkah kerja yang dilakukan dalam pengambilan sampel dengan cara sampel dengan metode eksploratif lalu sampel diambil dengan menggunakan *cutter* dan dikumpulkan

kemudian dimasukkan dalam plastik klip, agar *Parmelia sulcata* yang terpotong kecil-kecil tersebut tidak tercecer. Setelah itu bersihkan kulit batang yang masih menempel pada *Parmelia sulcata* secara hati-hati dan menyeluruh di laboratorium Mikrobiologi. Setelah semua kayu dibersihkan, diambil 10 gram untuk uji fitokimia dan 100 gram untuk uji pewarnaan *Parmelia sulcata*. Setelah itu sampel dikeringkan dan diekstrak dengan 2 cara yaitu dengan cara direbus dan menggunakan alat GC-MS. (1) Pengujian GC-MS dengan menggunakan AcqMethod BALLITRO1.M. yang sebelumnya *Parmelia sulcata* 10 gram diekstrak dengan methanol lalu dimasukkan ke alat tersebut untuk diketahui komposisi, spektrum massa, senyawa fitokimia yang ada di dalam *Parmelia sulcata*, setelah itu dianalisis senyawa tidak volatile dan senyawa volatilnya. (2) Uji pewarnaan dengan cara merebus 100 gram *Parmelia sulcata* dalam 100 ml air, lalu uji pada kain berukuran 15 x 15 cm. Kemudian perendaman kain tersebut dalam rebusan *Parmelia sulcata* selama 2 jam, setelahnya dilakukan metode monitoring tes fastness dan tes pencucian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa menggunakan *Parmelia sulcata* yang direbus dengan perbandingan air dan jenis sampel yaitu 200 ml air dibandingkan 100 gram *Parmelia sulcata*. Berikut perbandingan kain yang masih putih dan kain yang sudah diwarnai dengan *Parmelia sulcata*.



Gambar 2 (a) Pewarnaan menggunakan *Parmelia sulcata*



Gambar 2 (b) Tanpa pewarnaan dengan *Parmelia sulcata*

Pada Gambar 2 (a) dan (b) warnanya berbeda, pada gambar (a) dilakukan perlakuan dengan diberikan pewarnaan *Parmelia sulcata*, sehingga menghasilkan warna kecoklatan muda, sedangkan pada gambar (b) kain tidak diberi perlakuan dan masih berwarna putih. Dari hasil yang didapat, warnanya kurang memuaskan dan tidak sesuai ekspektasi karena tidak menghasilkan warna yang gelap. Dan jika *Parmelia sulcata* diolah menjadi pewarna untuk industri, maka spesies *Parmelia sulcata* akan semakin sulit ditemukan dan memerlukan waktu yang cukup lama serta dinilai kurang efektif dan ekonomis jika digunakan sebagai pewarna alami untuk diaplikasikan pada kain serat alam. Setelah kain dilakukan uji pewarnaan ini terlihat bahwa *Parmelia sulcata* sangat sulit digunakan sebagai pewarna alami serat kain alami.

Bedanya dengan referensi lain, hasil penelitian ini kurang memuaskan karena hanya menghasilkan warna yang terang sehingga tidak sesuai ekspektasi, karena hanya menggunakan cara merebus spesies langsung di air mendidih kemudian mencelupkan kain dan merendamnya hanya selama 2 jam. Penelitian di referensi lain, solusi tertentu diberikan yaitu perebusan dan perendaman dalam jangka waktu yang lama, bahkan berminggu-minggu. Pada penelitian Andriyanti et al., 2020 yang menyebutkan bahwa teknik perebusan kurang optimal jika digunakan sebagai pewarnaan, karena kekuatan serat kapas dipengaruhi oleh kadar selulosa dalam serat kain katun yang mampu menyerap zat warna alami, sehingga penggunaan jenis kain dan metode ekstraksi harus sesuai.

Setelahnya dilakukan monitoring tes Fastness dan tes pencucian terhadap kain yang telah diwarnai dengan metode perebusan menghasilkan warna yang semakin pudar dan hilang. Terjadi degradasi warna alami pada kain setelah dicuci dan dijemur di tempat yang cukup cahaya matahari. Tujuan dari monitoring ini adalah untuk memastikan kualitas pewarna dan mengidentifikasi masalah terkait dengan kualitas pewarnaan alami. Berikut ini gambar kain setelah dites fastness dan tes pencucian setelah satu minggu hasil pewarnaan.



Gambar 3 (a) Pewarnaan menggunakan *Parmelia sulca* setelah pengetesan fastness dan tes pencucian



Gambar 3 (b) Tanpa pewarnaan dengan *Parmelia sulcata*, tidak diberikan perlakuan.

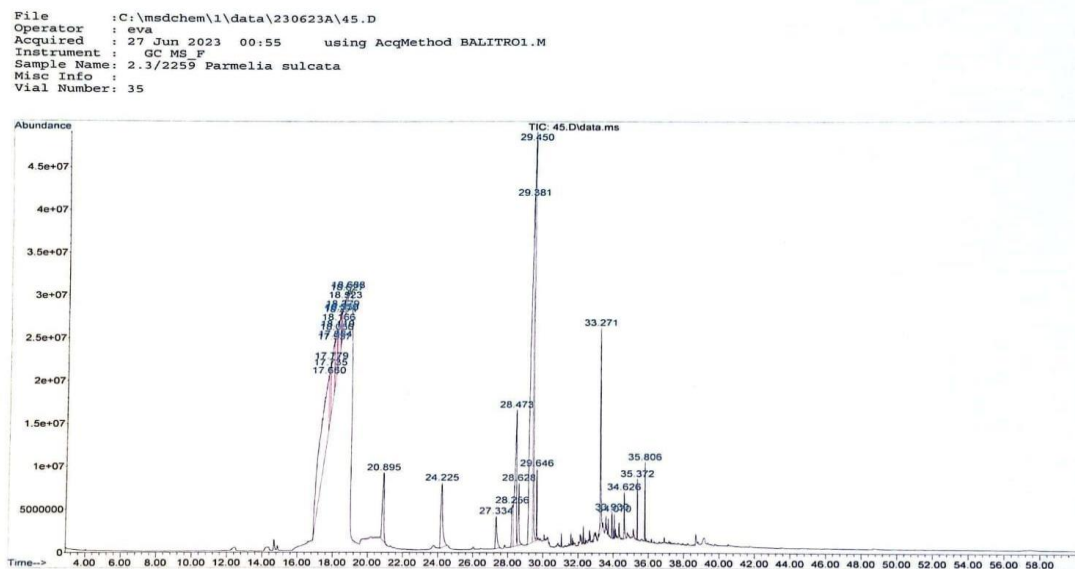
Terjadi degradasi warna pada gambar 3(a) yaitu setelah dilakukan pengetesan fastness dan tes pencucian. Pada kain tersebut warnanya semakin hilang dan hampir sama dengan kain yang tidak diberikan pewarnaan. Terbukti bahwa dengan menggunakan metode perebusan kurang efektif dan menghasilkan warna yang tidak memuaskan.

Keterbatasan yang dialami peneliti adalah sempitnya ruang lingkup, metode yang kurang tepat dalam menghasilkan warna pada kain serat alam yang diwarnai dengan ekstrak *Parmelia sulcata*. Untuk mengetahui dan membuktikan bahwa *Parmelia sulcata* tidak berpotensi menjadi pewarna alami, dilakukan pengujian dengan metode GC-MS untuk mengetahui senyawa yang terkandung di dalamnya. Hasil pengujian GC-MS dijelaskan secara deskriptif dengan melampirkan data-data yang diperoleh dari pengujian GC-MS.

Analisis *Parmelia sulcata* oleh GC-MS

Hasil analisis dengan GC-MS akan menghasilkan dua data yaitu kromatografi yang berasal dari hasil analisis kromatografi gas (GC) dan spektrum massa dari hasil analisis

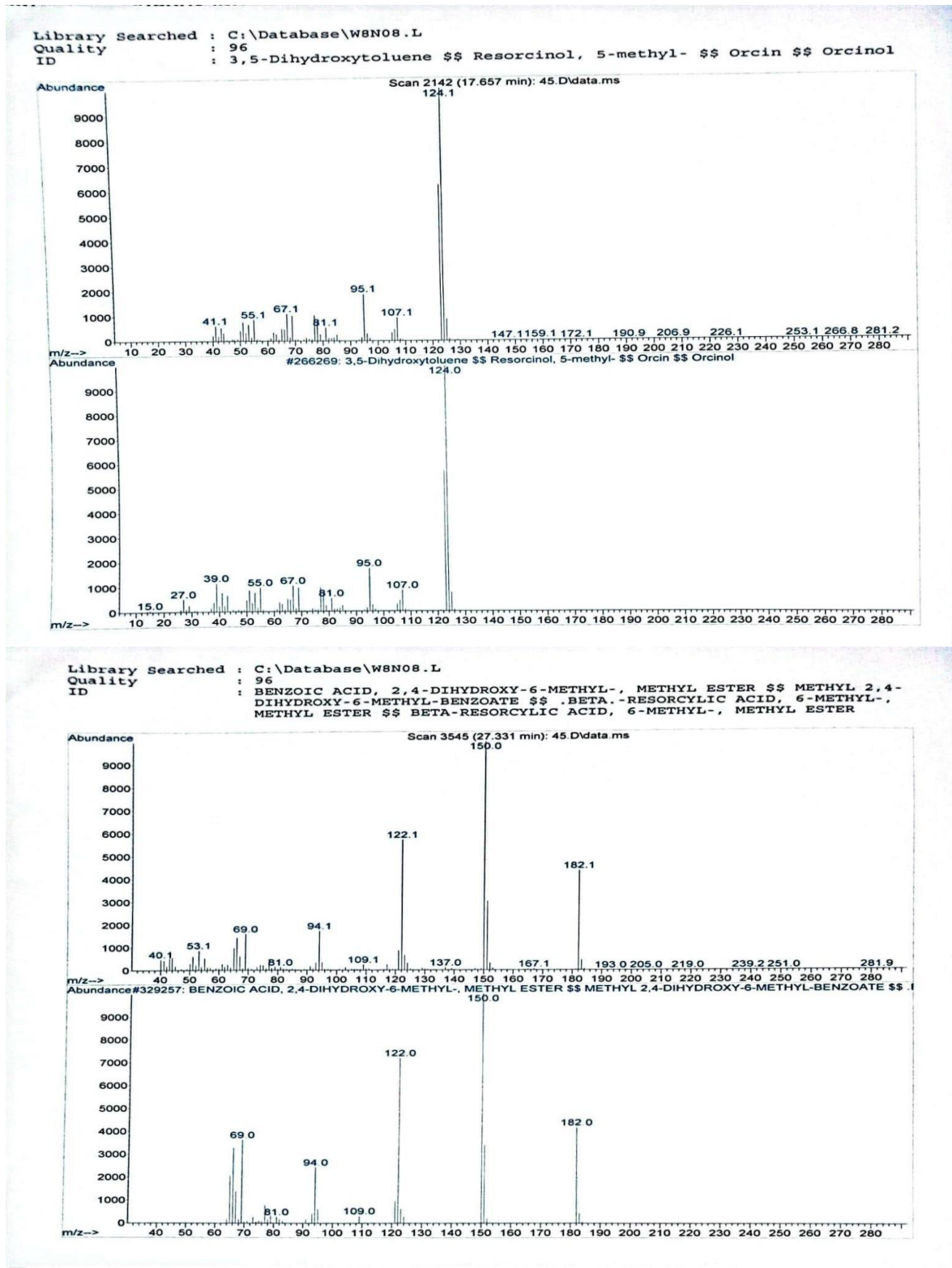
dengan kromatografi gas (Pavlova & Maslov, 2008). Kromatogram *Parmelia sulcata* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Kromatografi dari *Parmelia sulcata*

Kromatogram ini menggambarkan puncak berurutan dari komponen analit yang terpisah pada waktu yang berbeda (disebut Indeks Retensi Relatif, RRI) yang dihasilkan dari tingkat interaksi yang berbeda antara senyawa dan kolom. Setiap puncak kromatogram mewakili unsur relatif murni dari sampel setelah dipisahkan secara kromatografi (Wu *et al.*, 2013).

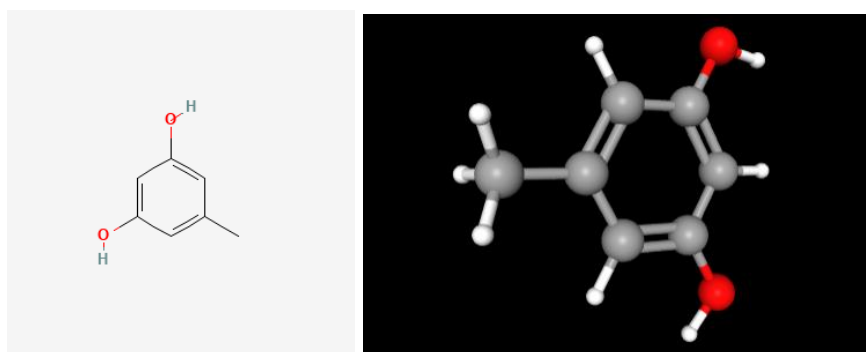
Analisis senyawa volatil pada penggunaan GC-MS yaitu dengan injeksi sampel, sampel yang mengandung senyawa volatil diinjeksikan ke dalam kolom GC. Senyawa volatil dipisahkan berdasarkan waktu dan interaksi dengan kolom GC. Setelah itu mendeteksi senyawa volatil yang terpisah oleh MS dan diidentifikasi berdasarkan spektrum massa. Analisis senyawa tidak volatil yang pertama yaitu senyawa yang tidak volatil perlu diderivatisasi untuk membuatnya menjadi volatil dan dapat dideteksi oleh GC-MS. Setelah itu pemilihan derivatisasi yang umum untuk digunakan adalah metilisasi, asilasi, dan silylasi, selanjutnya sampel yang mengandung senyawa tidak volatil diolah dengan reagen derivatisasi untuk membuatnya menjadi volatil, terakhir yaitu sampel yang telah diderivatisasi diinjeksikan ke dalam kolom GC dan analisis menggunakan GC-MS. Metilasi yaitu senyawa pewarna yang mengandung gugus hidroksil (-OH) dan asilasi adalah senyawa pewarna yang mengandung gugus amina (-NH₂). Dengan menggunakan GC-MS dan derivatisasi yang tepat senyawa pewarna yang tidak volatil dapat dideteksi dan diidentifikasi dengan efektif (Azzahra, 2024).



Gambar 5. Cakupan massa puncak dan massa senyawa asam benzoat, 2,4-dihidroksi-6-metil-, metil ester; metil 2,4-dihidroksi-6-metil-benzoat; asam beta-resorsiklik, 6 metil ester.

Tabel 1. Senyawa *Parmelia sulcata* Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium Menggunakan Metode GC-MS (Gas Chromatography Spectrometry Mass)

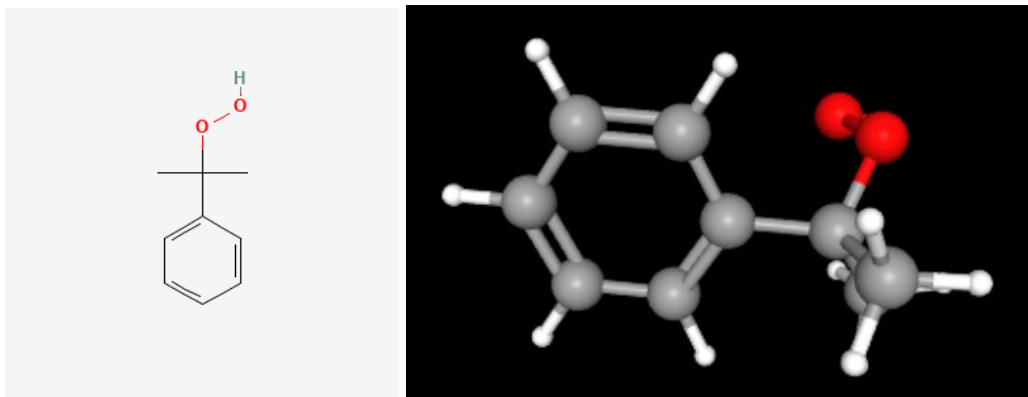
NO	SAMPEL	RT	KUALITAS	SENYAWA	KANDUNGAN (%)
	<i>Parmelia sulcata</i>	17,657	96	3,5-Dihydroxytoluene	33,77
		20.898	78	2-[3' Hydroxypropyl]-1,4-Benzenediol	3,32
		24.228	58	1,3-Benzenediol, 2-Methyl	3,75
		27.331	96	Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester	1,45
		28.255	99	Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester	8,56
		28.627	53	3-Cyclohexene-1-Methanol,6-1(1-Hydroxycyclopentyl)-, Cis-	1,91
		29.379	83	Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester	37,15
		29.648	59	Acetonitrile, 9h-Pyrolol[1,2-A] Indol-9-Ylidene	1,00
		33.275	86	Fluoranthene-2-Carboxaldehyde	3,62



Gambar 6. Struktur kimia 2D dan 3D 3,5-Dihydroxytoluene

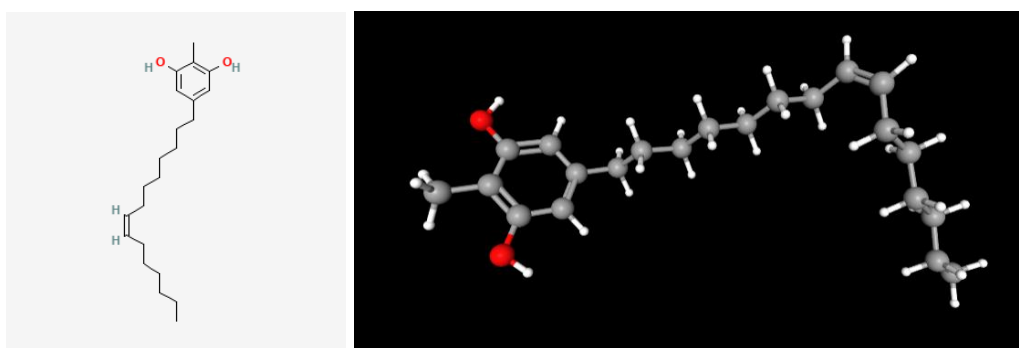
3,5-Dihydroxytoluene merupakan hasil uji GC-MS pertama yang terdeteksi pada waktu retensi 17.657 mempunyai kandungan kimia 33.77% 3,5-Dihydroxytoluene dengan mutu 96. Dihydroxytoluene memiliki nama lain 5-Methylresorcinol, Orcinol (Ncanana et al., 2022). Bentuk senyawanya dapat dilihat pada Gambar 5 Orcinol berwarna namun cair dan terdeteksi sebagai perekat beracun bagi spesies semut *Camponotus Saundersi* (Candan et al., 2007). Sebagai penghambat respon inflamasi pada makrofag (Candan et al., 2007). Oleh karena itu, senyawa ini tidak berpotensi sebagai pewarna alami pada kain serat alami

(Su *et al.*, 2014). Orcinol digunakan dalam tes saat ini untuk mendeteksi DNA dan RNA. Bersama dengan asam ribonukleat (RNA) atau asam deoksiribonukleat (DNA), orcinol menghasilkan warna yang dapat diukur dalam spektrofotometri, yang digunakan untuk kuantifikasi DNA atau RNA. Secara umum orcinol juga digunakan sebagai zat pewarna dalam berbagai reaksi dan analisis kimia, terutama untuk mengidentifikasi dan menganalisis senyawa organik tertentu (Freitas & Nobre, 1997).



Gambar 7. Struktur kimia 2D dan 3D 2-[3' Hydroxypropyl]-1,4-Benzenediol

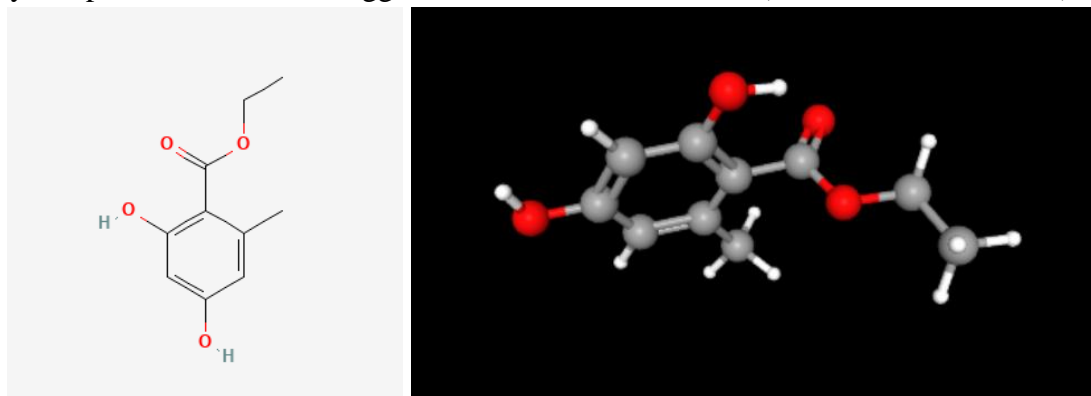
2-[3' Hydroxypropyl]-1,4-Benzenediol merupakan hasil pengujian GC-MS kedua yang terdeteksi pada waktu retensi 20,898, mempunyai kandungan kimia 2-[3' Hydroxypropyl]-1,4 Benzenediol sebesar 3,32% dengan kualitas 78. Karena senyawa ini memiliki kemiripan 78 maka masih kurang baik untuk digunakan sebagai pewarna alami. Rumus molekulnya adalah $C_9H_{12}O_2$ (Su *et al.*, 2014). Senyawa Hydroxypropyl]-1,4 Benzenediol mempunyai nama lain yaitu propylgallol, senyawa ini mempunyai manfaat biologis dan farmakologis yaitu sebagai antioksidan, anti mikroba, anti tumor, anti diabetes dan penghambat enzim. Senyawa propylgallol sendiri bukanlah senyawa yang umumnya digunakan sebagai pewarna pada aplikasi industri pewarna (Candan *et al.*, 2007).



Gambar 8. Struktur kimia 2D dan 3D 1,3-Benzenediol, 2-Methyl

1,3-Benzenediol, 2-Methyl hasil pengujian GC-MS ketiga terdeteksi pada waktu retensi 24,228, memiliki kandungan kimia 1,3-Benzenediol, 2-methyl, kandungan senyawa 3,75% dan mempunyai rumus $C_{21}H_{30}O_2$. Kualitas 58 (Darwis *et al.*, 2021). 1,3-Benzenediol, 2-metil mempunyai nama senyawa lain yaitu orto-kresol. Ortho-cresol merupakan senyawa kimia yang memiliki berbagai manfaat biologis dan farmakologis. Berikut ini adalah beberapa potensi manfaat biologis orto-kresol, yaitu sebagai antiseptik dan desinfektan,

sebagai anti mikroba, sebagai pengawet makanan dan kosmetik, digunakan secara medis sebagai kemoterapi untuk menghambat pertumbuhan sel kanker. Ortho-cresol bukanlah senyawa pewarna alami. Sehingga tidak menimbulkan warna (Fernandes *et al.*, 2018)

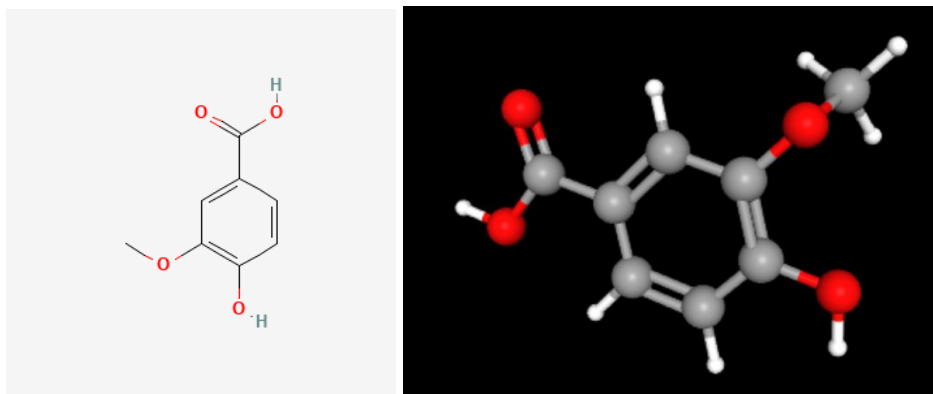


Gambar 9. Struktur kimia 2D dan 3D Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester

Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester merupakan hasil pengujian GC-MS keempat yang terdeteksi waktu retensi 27,331 dan 28,255 mengandung senyawa bernama Beta Absorbic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester. Rumus molekulnya adalah $C_8H_8O_4$, senyawa ini diketahui digunakan sebagai obat tradisional di China, serta digunakan sebagai oksidator, sehingga senyawa ini tidak berpotensi digunakan sebagai pewarna alami (Madjeni *et al.*, 2020). Senyawa ini juga merupakan salah satu bentuk kimia karotenoid yang memiliki berbagai peran biologis yaitu sebagai prekursor vitamin A dalam tubuh manusia, namun tidak dapat digunakan sebagai pewarna alami pada serat alam.

Hasil pengujian GC-MS kelima terdeteksi waktu retensi 27.331 dan 28.255 mengandung senyawa yang disebut Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester. Senyawa ini sama dengan hasil tes GC-MS keempat. Namun hasil uji GC-MS kelima diperoleh pada waktu retensi 28,255 rumus molekul $C_8H_8O_4$. Kandungan didalamnya lebih tinggi dibandingkan hasil GC-MS keempat yaitu 8,56% dengan mutu 99. Senyawa ini tidak berpotensi sebagai pewarna alami kain serat alami serta memiliki fungsi dan manfaat yang sama dengan hasil pengujian GC-MS ke 4 (Irawan *et al.*, 2022).

3-Cyclohexene-1-Methanol,6-1(1-Hydroxycyclopentyl)-Cis- merupakan hasil pengujian GC-MS keenam terdeteksi waktu retensi 28.627 mengandung senyawa bernama 3-Cyclohexene-1-Methanol,6-1 (1-Hidroksisiklopentil)-Cis-. Senyawa ini mempunyai kandungan 1,91% dengan mutu 53. Rumus molekulnya adalah $C_{12}H_{20}O_2$. Dari struktur tersebut terlihat mengandung gugus hidroksil (OH) dan mempunyai konfigurasi cis dengan penambahan gugus siklopentil, seringkali mempunyai potensi aktivitas biologis, seperti reaksi metabolisme atau interaksi dengan sel biologis.



Gambar 10. Struktur kimia 2D dan 3D Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester

Beta Resorcylic Acid, 6-Methyl, Methyl Ester hasil pengujian GC-MS ketujuh terdeteksi waktu retensi sebesar 29,379 yang mempunyai kandungan sama dengan senyawa pada hasil pengujian kelima dan keempat. Namun kandungan senyawa ini sebesar 37,15%. Rumus molekulnya adalah $C_8H_8O_4$. Mutu 83. Tidak berpotensi sebagai pewarna alami kain serat alam.

Acetonitrile, 9h-Pyrol[1,2-A] Indole-9-Ylidene merupakan hasil pengujian GC-MS kedelapan yang dapat dideteksi pada waktu retensi 29.684 dan mengandung senyawa bernama Acetonitrile, 9h-Pyrol[1,2-A] Indol-9-Ylidene. Kandungan senyawa Asetonitril, 9h-Pyrol[1,2-A] Indole-9-Ylidene adalah 1,00. Kualitas senyawanya adalah 59. Biasanya digunakan untuk aplikasi kimia medis dan kimia material. Senyawa ini umumnya memiliki aktivitas farmakologi, potensi antikanker. Oleh karena itu, senyawa ini tidak berpotensi sebagai pewarna alami yang diaplikasikan pada kain.

Hasil pengujian GC-MS kesembilan mampu mendeteksi retensi sebesar 33.275 dengan kualitas 86, kandungan senyawa Fluoranthene-2-Carboxaldehyde sebesar 3,62. Senyawa-senyawa tersebut mempunyai struktur kimia yang serupa untuk dilihat sebagai bahan baku dalam sektor industri, seperti dalam produksi pewarna, obat-obatan atau bahan kimia lainnya jika jumlahnya banyak.

Keunikan penelitian ini adalah ditemukannya senyawa yang sama pada satu spesies, namun kualitas dan kandungan di dalamnya berbeda. Namun dalam hal ini senyawa yang sama dan mempunyai kandungan serta kualitas yang kecil dapat dikatakan sebagai senyawa kotor yang mengganggu. Senyawa yang mutu dan kandungannya bagus adalah senyawa nyata. Dari beberapa senyawa diatas terlihat bahwa tidak ada satupun senyawa yang berpotensi menjadi senyawa pewarna. Oleh karena itu *Parmelia sulcata* dapat dikatakan tidak mempunyai potensi sebagai pewarna alami.

Keterkaitan antara hasil deskripsi senyawa kimia berdasarkan referensi dan hasil ujicoba pewarnaan dengan metode perebusan diperoleh hasil bahwa memang senyawa yang terkandung dalam spesies *Parmelia sulcata* tidak mengandung senyawa pewarna atau berpotensi sebagai pewarnaan, dikarekan kebanyakan senyawa yang terkandung dalam spesies *Parmelia sulcata* kebanyakan berpotensi sebagai antiseptic, desinfektan, antimikroba dan lain-lain.

Implikasi teoritis

Pengembangan teori pewarna alami pada hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori pewarna alami, terutama dalam hal struktur kimia dan kromofor yang terkait dengan pewarna alami. Disisi lain pemahaman tentang mekanisme pewarnaan dapat membantu dalam mengembangkan teknologi pewarnaan yang lebih baik dan hasil penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan metode analisis yang lebih baik untuk mengidentifikasi dan mengukur kualitas pewarna alami.

Implikasi penerapan

hasil penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan industri tekstil yang berkelanjutan, dengan menggunakan pewarna alami yang ramah lingkungan, dapat mengembangkan produk tekstil yang sehat dengan menggunakan pewarna alami yang tidak beracun dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia, serta hasil penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan teknologi pewarnaan yang lebih baik dengan menggunakan pewarna alami yang lebih efektif dan efisien.

Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori dan penerapan pewarna alami, serta membantu dalam pengembangan industri tekstil yang berkelanjutan dan produk tekstil yang sehat.

KESIMPULAN

Parmelia sulcata tidak menimbulkan bekas noda pada kain dan secara alami digunakan untuk melakukan percobaan pencelupan walaupun direndam dalam waktu yang cukup lama, setelah dibuktikan dengan pada uji GC-MS ditemukan senyawa yang terkandung didalamnya. *Parmelia sulcata* senyawa-senyawanya tidak memiliki potensi sebagai pewarna alami, namun sebagian besar berpotensi sebagai agen antijamur. Kalaupun masih diolah menjadi pewarna, akan memakan waktu yang cukup lama dan dinilai kurang efektif dan ekonomis untuk diaplikasikan pada kain serat alami. Penelitian ini menyajikan hasil uji GC-MS dimana senyawa *Parmelia sulcata* belum banyak diteliti oleh para peneliti. Keunggulan penelitian *Parmelia sulcata* adalah juga dapat memberikan wawasan mengenai adaptasi organisme terhadap lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pihak yang membantu secara finansial dengan nomor kontrak 228/UN27.22/PT/01/03/2023 yang berjudul Kajian Biodiversitas, Ekologi dan Kemanfaatannya dalam Upaya Konservasi Kawasan Dataran Rendah Gunung Lawu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanti, W., Darsono, D., Nuraini, E., Indrayani, L., & Triwiswara, M. (2020). Aplikasi Teknologi Mesin Berkas Elektron Pada Proses Pewarnaan Batik Katun Dengan Pewarna Alami Menggunakan Metode Curing. *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, 23(1), 39. <https://doi.org/10.17146/gnd.2020.23.1.5860>
- Azzahra, A. (2024). Analisis Impak Cara Penyajian Suhu Tinggi Terhadap Mutu Nugget Ayam Siap Konsumsi. *Jurnal Sains dan Teknologi Linchen Institut*, 1(1), 1–17.

- Candan, M., Yilmaz, M., Tay, T., Erdem, M., & Türk, A.Ö. (2007). Antimicrobial activity of extracts of the lichen *Parmelia sulcata* and its salazinic acid constituent. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 62(7–8), 619–621. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-7-827>
- Darwis, W., Supriati, R., Sipriyadi, Wibowo, R.H., & Al Siddiq, Y.U. (2021). Antibacterial Potency of Lichen *Teloschistes flavicans* From Kepahiang District Against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Proceedings of the 3rd KOBICongress, International and National Conferences (KOBICINC 2020)*, 14,547–552. <https://doi.org/10.2991/absr.k.210621.091>
- Fernandes, A., Maharani, R. & Supartini. (2018). Analisis Fitokimia dan GC-MS Daun Ungu Kucing Sebagai Bahan Obat Aktif. *JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(1), 1–8.
- Freitas, M.C., & Nobre, A.S. (1997). Bioaccumulation of heavy metals using *Parmelia sulcata* and *Parmelia caperata* for air pollution studies. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 217(1), 17–20. <https://doi.org/10.1007/BF02055343>
- Hadiyati, M. & Setyawati, M.T.R. (2013). Kandungan sulfur dan klorofil thallus lichen *Parmelia* sp. dan *Graphis* sp. pada pohon peneduh jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Protobiont*, 2(1), 12–17.
- Irawan, S.R.K., Putri, E.C., Situngkir, D., Yusvita, F. & Rusdy, M.D.R. (2022). Factors Related To Two-Wheeled Safety Riding Behavior At Production Planning Workers At Pt. Yuasa Battery Indonesia in 2021. *Journal of Vocational Health Studies*, 6(2), 107–117. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v6.i2.2022.107-117>
- Kaushik, A., & Giri, P.P. (2020). Lichens : Natural alternatives in textiles finishing. *Lichen-Derived Products: Extraction and Applications*, 179–187.
- Madjeni, H.D., Bullu, N.I., & Hendrik, A.C. (2020). Keanekaragaman Lumut Kerak (lichen) Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Wisata Alam Camplong Kabupaten Kupang. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 2(2), 65–72. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v2i2.37>
- Marantika, V.M., & Trimulyono, G. (2019). Aktivitas Antifungi Ekstrak Lichen *Parmelia sulcata* terhadap Pertumbuhan Jamur *Alternaria porri* Antifungal Activity of Lichen Extract *Parmelia sulcata* to the Growth of *Alternaria porri*. *Jurnal LenteraBio*, 8(3), 231–236.
- Matvienko, A.I., Evgrafova, S.Y., Kovaleva, N.M., Sideleva, E.V., Sitnikova, M.V., Menyailo, O.V. & Masyagina, O.V. (2024). Greenhouse Gas Fluxes from the Epiphytic Lichens: Incubation Experiments. *Forests*, 15(1), 107. <https://doi.org/10.3390/f15010107>
- Ncanana, Z.S., Vashistha, V.K., Singh, P.P. & Pullabhotla, R.V.S.R. (2022). Degradation of o-, m-, p-cresol isomers using ozone in the presence of V2O5-supported Mn, Fe, and Ni catalysts. *Pure and Applied Chemistry*, 94(7), 859–867. <https://doi.org/10.1515/pac-2021-1005>
- Pavlova, E.A. & Maslov, A.I. (2008). Nitrate uptake by isolated bionts of the lichen *Parmelia sulcata*. *Russ J Plant Physiol*, 55, 475–479. <https://doi.org/10.1134/S1021443708040079>
- Purwanti, F., Isnawati & Trimulyono, G. (2017). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Lichen *Parmelia Sulcata* terhadap Pertumbuhan Bakteri *Shigella dysenteriae* dan *Bacillus cereus*. *LenteraBio*, 6(3), 55–61. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Roziaty, E. & Aini, L. (2023). Keragamann Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Kualitas Hutan di Kawasan Cemoro Sewu Magetan, Jawa Timur. *BIOSCIENTIAE*, 20(2), 95–101.

- Su, K.Y., Yu, C.Y., Chen, Y.P., Hua, K.F. & Chen, Y.L.S. (2014). 3,4-Dihydroxytoluene, a metabolite of rutin, inhibits inflammatory responses in lipopolysaccharide-activated macrophages by reducing the activation of NF- κ B signaling. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-21>
- Suharno, S., Hasifa, H. & Sufaati, S. (2024). Using the Diversity of Lichens in Maribu Forest Area, West Sentani District, Jayapura Regency as a Baseline Data on Environmental Changes. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 18(1), 80–89. <https://doi.org/10.22146/jik.v18i1.7850>
- Wu, H., Guo, J., Chen, S., Liu, X., Zhou, Y., Zhang, X. & Xu, X. (2013). Recent developments in qualitative and quantitative analysis of phytochemical constituents and their metabolites using liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 72(151), 267–291. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2012.09.004>