

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN PAKIS LAUT (*Acrostichum aureum*)
DARI KAWASAN PANAS BUMI DAN NON PANAS BUMI TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

Jihan Nazira¹, Munira Munira^{1*}, Wiska Mailisa¹, Muhammad Nasir²

¹Department of Pharmacy, Politeknik Kesehatan Kemenkes Aceh, Aceh, Indonesia

²Department of Biology FMIPA USK, Aceh, Indonesia

*Corresponding author's email: munira.bio@poltekkesaceh.ac.id

DOI: 10.33088/jp.v4i1.944

Abstract

Sea ferns (*Acrostichum aureum* L) belong to the pteridaceae family. Sea ferns contain many antibacterial substances, including steroids, terpenoids, flavonoids, saponins, phenolics, and tannins. The le Seum Aceh Besar geothermal area has a higher pH and soil temperature compared to the surrounding area. The purpose of this study was to evaluate the antibacterial activity of ethanol extract of sea fern leaves both from inside and outside the geothermal area against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Four treatments are aquadest, ciprofloxacin, geothermal sea fern leaf extract (EDPLG), and non-geothermal sea fern leaf extract (EDPLNG) each with six replications were used in this experimental study, which used a completely randomized design (CRD). The results showed that sea fern leaves growing inside and outside the geothermal area were very effective ($P = 0.000$) in inhibiting the growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. According to the results of Duncan's additional test, EDPLG created the largest inhibition zone with an average diameter of 10.86 mm, which was significantly different from EDPLNG's 8.70 mm in terms of inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* microbes. Similarly, for *Escherichia coli*, EDPLG produced the largest inhibition zone (12.10 mm), which was significantly different from EDPLNG (8.23 mm). Ethanol extract of sea fern leaves showed antibacterial properties against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

Keywords: *Acrostichum aureum* L, Antibacterial, Geothermal, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

ABSTRAK

Tumbuhan pakis laut (*Acrostichum aureum* L) termasuk famili pteridaceae. Tumbuhan pakis laut mengandung banyak zat antibakteri, termasuk steroid, terpenoid, flavonoid, saponin, fenolik, dan tanin. Kawasan panas bumi (geotermal) le Seum Aceh Besar memiliki pH dan suhu tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun pakis laut baik dari dalam maupun luar kawasan panas bumi terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Empat perlakuan yaitu akuades, siprofloksasin, ekstrak daun pakis laut geotermal (EDPLG), dan ekstrak daun pakis laut non-geotermal (EDPLNG) masing-masing dengan enam kali ulangan digunakan dalam percobaan eksperimental ini, yang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun pakis laut yang tumbuh di dalam dan luar area panas bumi sangat efektif ($P=0,000$) dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Menurut hasil uji lanjut Duncan, EDPLG menghasilkan zona penghambatan terbesar dengan diameter rata-rata 10,86 mm, yang jauh berbeda dari EDPLNG (8,70) mm dalam hal menghambat pertumbuhan mikroba *Staphylococcus aureus*. Demikian pula, untuk *Escherichia coli*, EDPLG menghasilkan zona penghambatan terbesar (12,10 mm), yang berbeda secara signifikan dari EDPLNG (8,23 mm). Ekstrak etanol daun pakis laut menunjukkan sifat antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Kata Kunci : *Acrostichum aureum* L, Antibakteri, Geotermal, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak di kawasan tropis sehingga mempunyai sumber daya alam hayati yang sangat beragam. Hutan tropis Indonesia banyak menghasilkan keanekaragaman tumbuhan obat yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan adalah tumbuhan pakis laut (*Acrostichum aureum*) (Akinwumi *et al.*, 2022).

Pakis laut (*A. aureum*) merupakan tumbuhan pakis dalam famili Pteridaceae yang dikenal dengan sebutan pakis rawa atau bakau dan banyak dijumpai di hutan bakau, rawa atau perairan payau (Lugo *et al.*, 2024). Tumbuhan pakis laut dapat ditemukan hidup di lingkungan hutan bakau (mangrove), rawa pantai, tambak, di sepanjang sungai, parit dan kanal dekat laut (Nayak and Bhushan, 2022). Pakis Laut adalah satu-satunya tumbuhan pakis dengan genus yang tumbuh di kawasan hutan mangrove, tumbuhan ini tumbuh dengan baik di habitat air payau (Soniya and Krishnakumar, 2014).

Pakis laut mempunyai keanekaragaman jenis yang luas dan potensi yang luar biasa untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak, obat, dan tanaman hias (A'tourrohman *et al.*, 2020). Sebagai obat tanaman ini sering digunakan untuk obat luka, menghilangkan rasa sakit dan mengobati air kencing yang keruh (Nasution dkk, 2018). Sementara masyarakat di Bangladesh menggunakan pakis laut untuk mengobati sakit maag, sakit tenggorokan, nyeri dada dan diabetes (Wight, Pax and Hoffm, 2014).

Daun pakis laut mengandung zat-zat kimia seperti fenol, flavonoid, glikosida, steroid, terpenoid, dan saponin, maka daun pakis laut dapat digunakan sebagai obat (Zahro, 2022). Zat-zat tersebut juga diketahui memiliki sifat antimikroba. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak etanol daun pakis laut mampu menghentikan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Sari, 2019).

Aspek internal maupun eksternal dapat memengaruhi kandungan komponen kimia

tanaman. Kualitas genetik dan umur tanaman merupakan contoh aspek internal, sedangkan iklim, ketinggian, suhu, kelembaban, dan kondisi lahan merupakan contoh aspek eksternal (Widodo and Subositi, 2021). Kawasan panas bumi (geotermal) le Seum merupakan kawasan sumber air panas yang terletak di Desa le Seum, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Berbeda dengan daerah yang jauh dari lokasi panas bumi, daerah le Seum memiliki suhu yang lebih tinggi dan tingkat pH tanah yang lebih tinggi. Kandungan senyawa kimia tanaman setempat dapat dipengaruhi oleh perbedaan suhu di lingkungan panas bumi tersebut (Hidayat, 2018). Hal ini terbukti dari hasil penelitian terhadap tanaman biduri (*Calotropis gigantea* L.) yang terdapat di daerah panas bumi le Seum mengandung senyawa kimia yang lebih tinggi dibandingkan dengan biduri yang tumbuh di luar daerah panas bumi le Seum, yaitu daerah pesisir Lampuuk Aceh Besar (Ziharsya, 2019).

Sejauh ini belum ada informasi tentang ekstrak daun pakis laut yang berasal dari kawasan panas bumi le Seum Aceh sebagai antibakteri, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun pakis laut (*Acrostichum aureum* L) yang tumbuh dalam kawasan panas bumi dan dibandingkan dengan non-panas bumi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang dibagi ke dalam 4 kelompok perlakuan dan masing-masing 6 ulangan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 di Laboratorium Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala Banda Aceh untuk pengujian fitokimia dan pengentalan ekstrak, Laboratorium Biosistemika Departemen Biologi FMIPA Universitas Syiah Kuala Banda Aceh untuk identifikasi daun pakis laut, dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Aceh untuk pengujian aktivitas antibakteri.

Alat Penelitian

Timbangan digital, gelas ukur, wadah maserasi, batang pengaduk, corong, gelas kimia, evaporator putar vakum, labu Erlenmeyer, *hot plate*, pipet ukur, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *cotton bud*, *round loop*, lampu Bunsen, pinset, spidol, autoklaf, inkubator, dan jangka sorong merupakan sebagian dari perkakas yang digunakan dalam penelitian ini.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pakis laut (Sertifikat identifikasi oleh Departemen Biologi USK No.: 1032/UN11.1.8.4/TA.00.03/2023) daerah panas bumi le Seum Aceh Besar dan Leupung Aceh Besar untuk non panas bumi, etanol 96%, akuades, bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, media Nutrient Agar (NA), NaCl 0,9%, cakram antibiotik ciprofloxacin, dan kertas cakram blanko.

Penyiapan Simplisia

Daun ketiga hingga kelima dari pucuk dipetik sebanyak 1000 gram. Setelah itu, daun dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya, dipotong-potong kecil. Setelah itu, dibiarkan hingga kering. Kemudian, diblender hingga menjadi bubuk.

Pembuatan ekstrak dengan metode maserasi (Malik, Edward and Waris, 2016)

Maserator diisi dengan 100 g bubuk kering dan 1000 mL pelarut etanol 96%. Setelah direndam selama enam jam pertama dengan pengadukan berkala, maserator dibiarkan selama delapan belas jam. Penyaringan digunakan untuk memisahkan maserat. Dengan jenis pelarut yang sama dan volume pelarut setengah dari ekstraksi awal (500 mL), prosedur ekstraksi dilakukan setidaknya satu kali. Setelah mengumpulkan semua maserat, *vacuum rotary evaporator* digunakan untuk menguapkannya hingga diperoleh ekstrak kental.

Skrining Fitokimia

Uji Alkaloid

Tabung reaksi diisi dengan 0,5 gram sampel, 1 mL HCL 2N, dan 9 mL air suling. Setelah dua menit dipanaskan dalam penangas air, didinginkan dan disaring. Ditambahkan dua tetes reagen Dragendorf ke tiga tetes filtrat; jika terbentuk endapan merah, filtrat positif mengandung alkaloid. Ditambahkan dua tetes reagen Mayer ke tiga tetes filtrat; jika terbentuk endapan putih, filtrat positif mengandung alkaloid. Ditambahkan dua tetes reagen Wagner ke tiga tetes filtrat; jika terbentuk endapan coklat, filtrat positif mengandung alkaloid.

Uji Flavonoid

Lima mL etanol ditambahkan ke tabung reaksi yang berisi 0,1 gram sampel. FeCl₃ ditambahkan beberapa tetes. Jika muncul warna biru, ungu, hijau, merah, atau hitam, itu menunjukkan adanya flavonoid.

Uji Saponin

Sepuluh mL air panas ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 0,5 gram sampel, didinginkan, lalu dikocok kuat-kuat selama sepuluh detik. Jika terbentuk busa setinggi 1–10 cm selama minimal 10 menit dan tidak hilang setelah ditambahkan 1 tetes HCL 2N, maka busa tersebut positif mengandung saponin.

Uji Triterpenoid

Tiga mL kloroform digunakan untuk melarutkan bahan tersebut. disaring, dan sampai terjadi perubahan warna, filtrat diteteskan sedikit demi sedikit dengan H₂SO₄. Jika muncul warna kuning, berarti positif triterpenoid.

Uji Steroid

Tiga mL kloroform digunakan untuk melarutkan sampel, kemudian disaring dan diteteskan berulang kali dengan H₂SO₄ hingga terjadi perubahan warna. Jika muncul warna merah, sampel dianggap positif mengandung steroid.

Uji Tanin

Sebanyak 0,5 g sampel diekstraksi dengan 10 ml air suling, filtrat diencerkan dengan air suling hingga tidak berwarna, dan hasil pengenceran diambil hingga 2 ml. Kemudian ditambahkan satu atau dua tetes besi (III) klorida. Warna sampel tanin positif berubah menjadi biru atau hijau kehitaman.

Uji Fenolik

Tabung reaksi yang berisi 0,5 gram sampel diisi dengan 20 mL air suling. Hingga warnanya berubah, ditambahkan tiga hingga empat tetes FeCl₃. Warna hijau menunjukkan positif fenolik.

Pengujian Aktivitas Antibakteri Pembuatan Suspensi Bakteri

Masing-masing koloni bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari stok kultur diambil menggunakan ose steril. Lalu disuspensikan dengan 10 ml NaCl 0,9%. Dikocok hingga terbentuk kekeruhan yang setara dengan 0,5 Mc. Farland.

Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)

Sebanyak tujuh gram media *Nutrient Agar* (NA) bubuk ditimbang. Dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, diisi dengan 350 mililiter air suling, dan dipanaskan hingga larut. Diukur pH-nya, yaitu 7. Setelah mulut labu Erlenmeyer ditutup dengan kertas dan kapas, disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C. Setelah disterilkan, media dipindahkan ke dalam cawan petri dan suhu dibiarkan turun hingga ± 45 °C.

Uji Antibakteri

Setelah menyiapkan 12 cawan petri (6 untuk uji bakteri *Staphylococcus aureus* dan 6 untuk uji bakteri *Escherichia coli*), masing-masing cawan petri diisi dengan ± 20 ml media NA dan dibiarkan memadat. Masing-masing mikroba disuspensikan pada permukaan media kemudian diratakan menggunakan *cotton bud*. Masing-masing dibagi menjadi: P0, P1, P2, dan P3. Kertas cakram yang direndam dalam akuades kemudian diletakkan pada P0 (kontrol negatif), P1 (kontrol positif), P2 (ekstrak daun pakis laut geothermal), dan P3 (ekstrak daun

pakis laut non-geothermal). Kemudian, dengan posisi cawan petri terbalik, semua cawan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Selain itu, pertumbuhan bakteri dicatat pada setiap perlakuan, dan jangka sorong digunakan untuk menentukan diameter zona hambat.

Analisis Data

Uji ANOVA satu arah digunakan untuk menganalisis data diameter zona penghambatan. Uji Duncan digunakan untuk menilai perbedaan kelompok perlakuan dengan tingkat keyakinan 95% ketika perbedaan signifikan dalam diameter zona penghambatan diidentifikasi dengan nilai signifikan ($p < 0,05$). Perangkat lunak SPSS versi 26 digunakan untuk analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan adalah untuk mengevaluasi sifat antibakteri ekstrak daun pakis laut yang tumbuh di kawasan geothermal dan non-geothermal dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel dari dua lokasi yang berbeda yaitu di kawasan geothermal dan non-geothermal. Sampel daun pakis laut yang tumbuh pada kawasan geothermal diperoleh dari kawasan geothermal le Seum Aceh Besar pada titik koordinat (5°32'44"N 95°32'50"E), Sedangkan sampel non-geothermal diperoleh di daerah pesisir Leupung Aceh Besar pada titik koordinat (5°25'45.2"N 95°14'16.5"E).

Setelah dikumpulkan, sampel dikeringkan. Pengurangan kadar air melalui pengeringan memperlambat pertumbuhan mikroorganisme (Tari, Alta and Indriani, 2022). Prosedur ekstraksi metode maserasi dalam pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan ekstrak dari daun pakis laut. Dengan merendam simplisia dalam pelarut yang berupa etanol 96%. yang digunakan. Pelarut etanol 96% digunakan karena lebih selektif daripada pelarut etanol 70%, artinya pelarut ini hanya menarik bahan aktif yang diperlukan, memiliki daya serap yang baik, menghambat pertumbuhan jamur dan khamir,

mudah menguap, dan menghasilkan ekstrak kental lebih cepat (Misna and Diana, 2016).

Berbagai senyawa kimia, termasuk steroid, terpenoid, saponin, flavonoid, fenolik, dan tanin, ditemukan dalam ekstrak etanol daun pakis laut (*Acrostichum aureum*) dari daerah panas bumi dan non-panas bumi. Ekstrak ini pertama kali diperiksa kandungan fitokimianya sebelum dilakukan uji antibakteri. Tabel 1 menampilkan hasil uji fitokimia.

Tabel 1. Hasil Analisis Fitokimia Daun Pakis Laut (*Acrostichum aureum*) yang Tumbuh di Kawasan Panas Bumi dan Non Panas Bumi

Kandungan Metabolit	Reagen	Kawasan Geotermal	Kawasan Non-Geotermal
	a. Mayer	-	-
Alkaloid	a. Wagner	-	-
	b. Dragendorff	-	-
Steroid	Uji Libermann Burchard	+	+
Terpenoid	Uji Libermann Burchard	+	+
Saponin	Aquades	+	+
Flavonoid	HCL dan Logam Mg	+	+
Fenolik	Fec13	+	+
Tanin	Gelatin + H ₂ SO ₄	+	+

Keterangan:

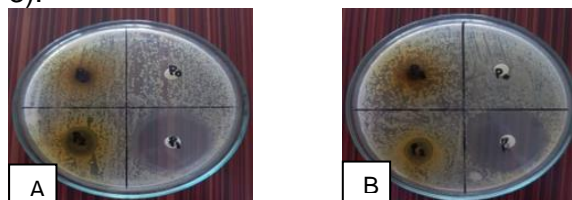
+ (Mengandung metabolit sekunder)

- (Tidak mengandung metabolit sekunder)

Metode difusi cakram digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri dalam penelitian ini. Area zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram diukur menggunakan metode difusi cakram untuk menilai aktivitas antibakteri. Cara kerja difusi cakram yaitu senyawa antibakteri yang diuji diserapkan pada kertas cakram dan ditempelkan pada media agar yang telah dihomogenkan dengan bakteri kemudian diinkubasi sampai terlihat zona hambat di daerah sekitar cakram (Intan, Diani and Nurul, 2021). Pengukuran diameter zona hambat dilakukan pada media agar (media *Nutrient Agar*) yang terbentuk aktivitas

antibakteri. Karena media agar nutrisi telah terbukti secara klinis bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri, media ini sering digunakan (Thawil, Andriyana and Novalina, 2020).

Ekstrak daun pakis laut dari sumber panas bumi dan non-panas bumi dapat menekan pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli*, menurut hasil uji aktivitas antibakteri. Pembentukan zona bening di sekitar cakram merupakan tandanya. Ekstrak dari daun pakis laut yang tumbuh di daerah panas bumi dan non-panas bumi secara signifikan ($P = 0,000$) berdampak pada perkembangan *S. aureus* dan *E. coli*, menurut temuan uji statistik menggunakan uji Anova (Tabel 2 dan Tabel 3).



Gambar 1. Hasil uji aktivitas anti bakteri ekstrak daun pakis laut terhadap bakteri (A) *S. aureus* dan (B) *E. coli*

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Anova Rata-Rata Diameter Zona Hambat (mm) Ekstrak Etanol Daun Pakis Laut (*Acrostichum aureum*) dari Kawasan Panas Bumi dan Non Panas Bumi Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*

No	Perlakuan	N	Rerata	Standar Deviasi	Nilai P
1	Akuades	6	0	0	
2	Ciprofloxacin	6	39.88	1.08	
3	EDPLG	6	10.86	1.29	0.000
4	EDPLNG	6	8.70	0.25	

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Anova Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm) Ekstrak Daun Pakis Laut (*Acrostichum aureum*) dalam Etanol dari Kawasan Panas Bumi dan Non Panas Bumi Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*

No	Perlakuan	N	Rerata	Standar Deviasi	Nilai P
1	Akuades	6	0	0	0.000
2	Ciprofloxacin	6	27.78	2.96	

3	EDPLG	6	12.10	2.65
4	EDPLNG	6	8.23	1.39

Ekstrak daun pakis laut dari daerah panas bumi dan non-panas bumi sangat efektif ($P = 0.000$) dalam mencegah pertumbuhan mikroba *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, menurut hasil uji Anova pada Tabel 2 dan 3. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata diameter zona hambat masing-masing kelompok perlakuan berbeda secara signifikan ($p < 0.05$). Uji *Post Hoc* Duncan kemudian dilakukan untuk mengetahui apakah kelompok tersebut lebih berhasil dalam mencegah pertumbuhan mikroba (Tabel 4 dan 5).

Ekstrak daun pakis laut dapat menghambat pertumbuhan bakteri baik *S. aureus* dan *E. coli* dapat disebabkan karena kandungan senyawa yang terdapat di dalam ekstrak etanol daun pakis laut yaitu steroid, terpenoid, saponin, flavonoid, fenolik, tanin (Tabel 1). Senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi sebagai antibakteri (Zahro, 2020). Senyawa-senyawa kimia yang terkandung memiliki mekanisme kerja masing-masing dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa fenol bekerja dengan cara merusak dinding sel dan merusak enzim-enzim yang ada pada bakteri (Chowdhary *et al.*, 2021). Senyawa flavonoid kerjanya dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi (Saini *et al.*, 2024). Dipercayai bahwa tanin bekerja dengan cara mengecilkan dinding atau membran sel, yang mengganggu kapasitas sel untuk melakukan penetrasi. Sel tidak dapat menjalankan fungsi kehidupan karena terganggunya permeabilitas, yang menghambat pertumbuhannya dan akhirnya mengakibatkan kematian (Chagas *et al.*, 2022). Kelompok antibakteri saponin bekerja dengan cara mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, yang merusak membran sel dan melepaskan protein, asam nukleat, dan nukleotida, di antara komponen vital lainnya dari sel bakteri (He *et al.*, 2021).

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Duncan Rata-Rata Diameter Zona Hambat

(mm) Ekstrak Etanol Daun Pakis Laut (*Acrostichum aureum*) dari Kawasan Panas Bumi dan Non Panas Bumi Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*

No	Perlakuan	Rata-rata Diameter Zona Hambat	Kategori Daya Hambat
1	Akuades	0.000 ^a ± .000	Tidak ada daya hambat
2	Ciprofloxacin	39.88 ^d ± 1.08	Sangat Kuat
3	EDPLG	10.86 ^c ± 1.29	Kuat
4	EDPLNG	8.70 ^b ± .25	Sedang

Keterangan: Super script huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0.05$)

Tabel 5. Hasil Analisis Uji Duncan Rata-Rata Diameter Zona Hambat (mm)t Ekstrak Etanol Daun Pakis Laut (*Acrostichum aureum*) dari Kawasan Panas Bumi dan Non Panas Bumi Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*

No	Perlakuan	Rata-rata Diameter Zona Hambat	Kategori Daya Hambat
1	Akuades	0.000 ^a ± .000	Tidak ada daya hambat
2	Ciprofloxacin	27.78 ^d ± 2.96	Sangat Kuat
3	EDPLG	12.10 ^c ± 2.65	Kuat
4	EDPLNG	8.23 ^b ± 1.39	Sedang

Keterangan: Super script huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0.05$)

Hasil analisis uji Duncan, ekstrak etanol daun pakis laut yang tumbuh di daerah panas bumi memiliki rata-rata diameter zona hambat yang lebih besar, yaitu masing-masing 10.86 mm dan 12.10 mm, yang berbeda secara signifikan dengan ekstrak etanol daun pakis laut dari kawasan non-panas bumi, yang memiliki diameter zona hambat masing-masing 8.70 mm dan 8.23 mm. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* (Tabel 4) dan bakteri *Escherichia coli* (Tabel 5). Aktivitas antibakteri dan jumlah komponen kimia dalam ekstrak daun pakis laut dapat dipengaruhi oleh parameter daerah panas bumi, yang meliputi suhu dan tingkat pH tanah yang jauh lebih tinggi daripada tempat di luarnya.

Menurut temuan penelitian sebelumnya, daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) di daerah panas bumi le Seum memiliki aktivitas antibakteri yang jauh lebih kuat daripada yang ada di luarnya (Munira et al., 2022). Selain itu, tanaman biduri (*Calotropis gigantea* L.) di daerah panas bumi le Seum memiliki lebih banyak senyawa kimia daripada biduri yang tumbuh di luarnya (Ziharsya, 2019).

KESIMPULAN

Pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dapat dihambat oleh ekstrak etanol daun pakis laut yang tumbuh di lingkungan panas bumi dan non-panas bumi. Dibandingkan dengan ekstrak etanol daun pakis laut non-panas bumi, diameter rata-rata zona penghambatan ekstrak daun pakis laut yang terdapat di lokasi panas bumi lebih besar terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Poltekkes Kemenkes RI Aceh dan semua pihak yang telah memberikan kontribusi nyata terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A'tourrohman, M. et al. (2020) 'Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) dan Kajian Potensi Pemanfaatannya di Cagar Alam Ulolanang Kecubung', *Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(1), pp. 73–81.
- Akinwumi, K.A. et al. (2022) 'Acrostichium aureum Linn: traditional use, phytochemistry and biological activity', *Clinical Phytoscience*, 8(1), p. 18.
- Chagas, M. do S.S. et al. (2022) 'Flavonols and flavones as potential anti-inflammatory, antioxidant, and antibacterial compounds', *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2022(1), p. 9966750.
- Chowdhary, V. et al. (2021) 'Physiological function of phenolic compounds in plant defense system', *Phenolic compounds-chemistry, synthesis, diversity, non-conventional industrial, pharmaceutical and therapeutic applications* [Preprint].
- He, Q. et al. (2021) 'Antibacterial mechanism of ultrasound against *Escherichia coli*: Alterations in membrane microstructures and properties', *Ultrasonics Sonochemistry*, 73, p. 105509.
- Hidayat, M. (2018) 'Analisis Vegetasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Manifestasi Geotermal le Suum Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar', *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(2), p. 114. Available at: <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>.
- Intan, K., Diani, A. and Nurul, A.S.R. (2021) 'Aktivitas Antibakteri Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*', *JURNAL KESEHATAN PERINTIS (Perintis's Health Journal)*, 8(2), pp. 121–127. Available at: <https://doi.org/10.33653/jkp.v8i2.679>.
- Lugo, M.A. et al. (2024) 'Arbuscular Mycorrhizal Fungi as a Salt Bioaccumulation Mechanism in a Neotropical Halophytic Fern to Establish in Saline Soils'.
- Malik, A., Edward, F. and Waris, R. (2016) 'Skrining Fitokimia Dan Penetapan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Metanolik Herba Boroco (*Celosia argentea* L.)', *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 1(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.33096/jffi.v1i1.193>.
- Misna, M. and Diana, K. (2016) 'Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*', *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 2(2), pp. 138–144. Available at: <https://doi.org/10.22487/j24428744.2016.v2.i2.5990>.
- Nasution, Jubaidah, Nasution, Jamilah and Kardhinata, E.H. (2018) 'Inventarisasi Tumbuhan Paku Di Kampus I Universitas Medan Area', *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 1(2), p. 105. Available at: <https://doi.org/10.30821/kfl:ijbt.v1i2.160>

- 3.
- Nayak, A. and Bhushan, B. (2022) 'Wetland ecosystems and their relevance to the environment: importance of wetlands', in *Handbook of research on monitoring and evaluating the ecological health of wetlands*. IGI Global, pp. 1–16.
- Saini, N. et al. (2024) 'Exploring phenolic compounds as natural stress alleviators in plants-a comprehensive review', *Physiological and Molecular Plant Pathology*, p. 102383.
- Sari, E.R. (2019) 'Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Dari Beberapa Tanaman Paku Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan Jamur *Candida albicans* ATCC 10231', *Scientia: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 9(1), p. 93. Available at: <https://doi.org/10.36434/scientia.v9i1.213>.
- Soniya, M.L. and Krishnakumar, G. (2014) 'Studies on ecological anatomy of the mangrove fern *Acrostichum aureum* L', *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.*, 4, pp. 195–200.
- Soniya Marsi, L. and G, K. (2014) 'Studies on Ecological Anatomy of the Mangrove Fern *Acrostichum Aureum* L', *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(1), pp. 195–200.
- Tari, M., Alta, U. and Indriani, O. (2022) 'Penetapan Kadar Flavonoid Secara Spektrofotometri Visibel Pada Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L) Dengan Perbedaan Suhu Pengeringan Simplisia Pendahuluan Metabolit sekunder merupakan dihasilkan . Pengeringan dilakukan untuk menjaga simplisia tidak rusa', *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(1), pp. 89–101.
- Thawil, D., Andriyana, D. and Novalina, D. (2020) 'Studi Literatur : Pertumbuhan Bakteri pada Media Alternatif Pengganti Nutrient Agar', *Journal Unisayogya*, pp. 1–11.
- Widodo, H. and Subositi, D. (2021) 'Penanganan dan Penerapan Teknologi Pascapanen Tanaman Obat', *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), pp. 253–271.
- Wight, D.S., Pax, A.R.N. and Hoffm, K. (2014) 'Free Radical Scavenging Potential of Leaves of', 3(4), pp. 947–958.
- Zahro, W. (2022) 'kajian ilmiah skrining fitokimia tumbuhan paku laut (*Acrostichum aureum* L) dengan berbagai macam pelarut', *skrining fitokimia*, pp. 16–134.
- Ziharsya, I. (2019) 'Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan', *Tesis*, pp. 1–127.