

Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun dan Kulit Batang *Bruguiera gymnorhiza* dari Laguna Anano Te'i, Buton Tengah

Maharani^{1*}, La Ode Abdul Fajar Hasidu¹, Raodatul Jannah², Melati Octapian Simanjuntak¹, Kasnia Kaatu¹, Indra Ardiansyah¹, Sri Aprilianti Idris³, Agung Wibawa Mahatva Yodha⁴

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Jl. Pemuda, Kolaka Sulawesi Selatan 93511 Indonesia

³Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Bina Husada Kendari

⁴Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Bina Husada Kendari
Jl. Sorumba, Kendari Sulawesi Selatan 93117 Indonesia
Corresponding author e-mail: maharanijafar2@gmail.com

ABSTRAK: Ekosistem mangrove kaya akan senyawa metabolit sekunder yang memiliki nilai ekologis dan farmakologis. *Bruguiera gymnorhiza* merupakan salah satu spesies mangrove dominan yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional, namun profil bioaktifnya pada habitat unik masih jarang dikaji. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi kualitatif dan kuantitatif bioaktif pada daun dan batang *B. gymnorhiza* dari Laguna Anano Te'i, Buton Tengah. Sampel diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol, kemudian dilakukan skrining fitokimia dan kuantifikasi spektrofotometri. Analisis kualitatif menunjukkan keberadaan alkaloid, flavonoid, steroid, dan fenolik pada kedua bagian tanaman. Secara kuantitatif, daun mengandung fenolik sebesar 465,596 mg GAE/g ekstrak, steroid 275,794 mg CE/g, alkaloid 83,944 mg CE/g, dan flavonoid 6,501 mg QE/g. Kulit batang didominasi oleh steroid sebesar 362,745 mg CE/g, diikuti fenolik 149,807 mg GAE/g, alkaloid 25,889 mg CE/g, dan flavonoid 6,419 mg QE/g. Variasi ini menunjukkan adanya pengaruh lingkungan laguna terhadap biosintesis senyawa metabolit sekunder, dengan daun memiliki potensi lebih besar sebagai antioksidan dan antimikroba.

Kata kunci: *Bruguiera gymnorhiza*; senyawa metabolit sekunder; skrining fitokimia

Phytochemical Screening of Leaf and Stem Bark Extracts of Bruguiera gymnorhiza from Anano Te'i Lagoon, Central Buton

ABSTRACT: Mangrove ecosystems are rich in bioactive compounds with ecological and pharmacological significance. *Bruguiera gymnorhiza*, a dominant mangrove species, has long been used in traditional medicine, yet its bioactive profile in unique habitats remains underexplored. This study aimed to determine the qualitative and quantitative composition of bioactive compound in the leaves and stems of *B. gymnorhiza* collected from Laguna Anano Te'i, Central Buton. Samples were extracted with ethanol by maceration, followed by phytochemical screening and spectrophotometric quantification. Qualitative analysis confirmed the presence of alkaloids, flavonoids, steroids, and phenolics in both plant parts. Quantitatively, leaves contained phenolics (465.596 mg GAE/g extract), steroids (275.794 mg CE/g), alkaloids (83.944 mg CE/g), and flavonoids (6.501 mg QE/g), whereas bark stems showed steroids (362.745 mg CE/g), phenolics (149.807 mg GAE/g), alkaloids (25.889 mg CE/g), and flavonoids (6.419 mg QE/g). These variations suggest ecological influences on bioactives biosynthesis, with leaves exhibiting greater antioxidant and antimicrobial potential.

Keywords: *Bruguiera gymnorhiza*; phytochemical screening; bioactive compounds; phenolics

PENDAHULUAN

Eksplorasi senyawa metabolit sekunder dari bahan alami memiliki peran yang sangat penting dalam penelitian di bidang farmasi dan kesehatan, khususnya terkait penemuan obat yang

berkelanjutan. Mangrove, yang tersebar di 123 wilayah pesisir tropis dan subtropis dengan 74 spesies yang telah teridentifikasi, merupakan salah satu sumber daya hayati yang paling potensial untuk tujuan tersebut (Cerri *et al.* 2022). Secara ekologis, ekosistem mangrove berfungsi melindungi garis pantai, menyediakan habitat berkembang biak bagi organisme laut, serta menopang kehidupan sosial-ekonomi masyarakat pesisir (Chamberland-Fontaine *et al.* 2022). Selain itu, mangrove diketahui kaya akan senyawa fitokimia, seperti flavonoid, alkaloid, fenolik, dan saponin, yang sudah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan kini semakin diakui memiliki potensi farmakologis (Hassan *et al.* 2020, Runtuboi *et al.* 2024).

Skrining fitokimia dapat dilakukan secara kualitatif untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder, maupun secara kuantitatif untuk mengukur konsentrasinya. Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan metode ini pada beragam jenis tanaman, termasuk bunga kelapa, daun sirih, serta sejumlah tanaman obat lainnya (Rajkumar *et al.* 2022a, Rahma *et al.* 2024, Tambunan *et al.* 2024). Pada spesies mangrove, analisis fitokimia umumnya dikaitkan dengan evaluasi aktivitas biologis, khususnya aktivitas antimikroba dan antioksidan (Gajula *et al.* 2020, Roy dan Dutta 2021, Alemu *et al.* 2024). Di Indonesia, beberapa spesies seperti *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, dan *Rhizophora mucronata* telah terbukti memiliki aktivitas biologis yang signifikan, termasuk aktivitas antiinflamasi dan antikanker, sehingga menegaskan relevansi farmasi dari senyawa fitokimia mangrove (Mongi *et al.* 2020, Cerri *et al.* 2022, Youssef *et al.* 2023).

Di antara taksa mangrove, *B. gymnorrhiza* menjadi perhatian khusus karena memiliki profil senyawa metabolit sekunder yang beragam. Senyawa seperti flavonoid, tanin, fenolik, saponin, steroid, dan triterpenoid telah diidentifikasi, yang berkontribusi terhadap berbagai aktivitas biologis, termasuk inhibisi α -glukosidase, efek antimikroba, serta potensi antioksidan (Dia *et al.* 2019, Rozirwan *et al.* 2023). Biosintesis senyawa metabolit sekunder sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologis, seperti salinitas, radiasi matahari, ketersediaan nutrisi, dan suhu, sehingga variasi komposisi kimia antarhabitat sangat mungkin terjadi (Rozirwan *et al.* 2023). Laguna Anano Te'i di Buton Tengah merupakan ekosistem perairan yang unik, dengan substrat batuan karang, dan ditumbuhi oleh mangrove pada tepiannya. Sampai saat ini, belum ada riset-riset terdahulu yang mengkaji tentang kondisi biofisik perairan maupun aspek kajian lain di kawasan Danau Anano Te'i yang dapat dijadikan referensi pendukung. Namun, berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan, laguna ini memiliki substrat berbatu, hanya ditumbuhi oleh mangrove jenis *B. gymnorrhiza*, minim pasokan air tawar, serta tanpa aliran masuk air laut. Kondisi biofisik tersebut berpotensi membentuk profil senyawa metabolit sekunder yang khas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komposisi fitokimia secara kualitatif dan kuantitatif pada ekstrak kulit batang dan daun *B. gymnorrhiza* dari Laguna Anano Te'i, dengan tujuan mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder baru yang berpotensi dikembangkan sebagai kandidat obat farmasi.

MATERI DAN METODE

Sampel kulit batang dan daun mangrove jenis *B. gymnorrhiza* dikoleksi di perairan laguna Anano Te'i yang terletak di Kecamatan Mawasangka, Kabupaten Buton Tengah (5°23'39"S 122°18'37"E). Jenis *B. gymnorrhiza* merupakan satu-satunya jenis mangrove yang tumbuh dan berkembang di perairan tersebut. Pengambilan sampel di lapangan dilakukan pada bulan Mei 2025. Sampel daun dikoleksi mulai dari daun muda, hingga daun tua, namun belum menguning. Sementara itu, sampel kulit batang yang dikoleksi yaitu kulit batang utama dengan cara mengelupas sebagian dari kulit batang pada sisi tertentu agar tidak mengganggu pertumbuhannya. Analisis sampel dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2025 di Laboratorium Kimia Analisis Politeknik Bina Husada Kendari.

Pengamatan biofisik lingkungan terdiri dari parameter kuantitatif berupa pH, temperatur perairan, DO, dan salinitas yang diukur secara *in-situ* menggunakan water multi parameter. Selain itu pengamatan kualitatif berupa kondisi perairan khususnya substrat, cemaran sampah, dan aktivitas sisa penebaran mangrove di laguna.

Sampel (500 g) dimaserasi dalam 3 L etanol dengan perbandingan 1:6 (b/v) sambil digoyang selama 3 jam, kemudian disaring menggunakan vakum. Residu yang tersisa dimaserasi kembali

sebanyak dua kali dengan kondisi yang sama, dan semua ekstrak yang dihasilkan digabungkan. Filtrat kemudian dikonsentrasikan menggunakan *rotary evaporator* (Büchi, Rotavapor RII, Switzerland) dan disimpan dalam vial yang dibungkus aluminium foil pada suhu 4 °C (Abubakar dan Haque 2020, Bitwell *et al.*, 2023). Rendemen ekstrak dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Ekstrak}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Skrining Fitokimia

Identifikasi senyawa metabolit sekunder dilakukan untuk mengetahui kandungan alkaloid, flavonoid, steroid, dan fenolik pada sampel ekstrak etanol dengan konsentrasi 10.000 ppm (Fristiohady *et al.* 2024). Uji alkaloid dilakukan dengan menambahkan tiga tetes pereaksi Dragendorff ke dalam 2 mL sampel, dan hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna oranye pada dasar tabung reaksi. Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan HCl pekat dan 0,2 g serbuk magnesium ke dalam 2 mL sampel, dengan hasil positif berupa perubahan warna menjadi merah tua. Uji steroid dilakukan dengan menambahkan 0,5 mL asam asetat anhidrida dan 2 mL HCl pekat ke dalam 2 mL sampel, dan hasil positif ditandai dengan perubahan warna menjadi merah. Sementara itu, uji fenolik dilakukan dengan menambahkan 2–3 tetes larutan FeCl₃ 1% ke dalam 2 mL sampel, dan hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi biru kehitaman atau hijau kehitaman.

Uji Kuantitatif Fitokimia

Analisis kuantitatif senyawa metabolit sekunder dilakukan untuk menentukan kadar alkaloid total (TAC), flavonoid total (TFC), steroid total (TSC), dan fenolik total (TPC) dengan metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan kurva standar (Nortjie *et al.* 2022, Rajkumar *et al.* 2022b, Musdalipah *et al.* 2023, Azra *et al.* 2025). Kafein digunakan sebagai standar alkaloid (Yisak *et al.* 2018), quercetin untuk flavonoid, kolesterol untuk steroid, dan asam galat untuk fenolik. Kurva standar masing-masing senyawa dibuat dengan rentang konsentrasi 10–50 mg/L.

Sampel uji dipersiapkan dengan melarutkan 10 mg ekstrak dalam 5 mL etanol, kemudian ditambahkan pereaksi sesuai jenis analisis. Pada uji alkaloid, digunakan buffer fosfat (pH 4,7) dan Bromocresol Green (BCG), diinkubasi selama 10 menit, lalu diukur pada panjang gelombang 270 nm. Uji flavonoid dilakukan dengan penambahan AlCl₃ 10% dan kalium asetat 1 M, diinkubasi 30 menit, kemudian diukur pada 530 nm. Uji steroid menggunakan pereaksi anhidrida asetat dan H₂SO₄ pekat, diinkubasi 15 menit, dan diukur pada 423 nm. Uji fenolik menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan larutan Na₂CO₃ 7,5%, diinkubasi 2 jam, lalu diukur pada panjang gelombang 750 nm. Seluruh pengukuran dilakukan secara triplo, dan konsentrasi senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak ditentukan dengan membandingkan nilai absorbansi sampel terhadap kurva standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat beberapa parameter biofisik dan kondisi perairan laguna Anano Te'i yang berbeda dengan parameter biofisik dan kondisi perairan pesisir habitat mangrove pada umumnya. Hasil pengukuran kondisi biofisik perairan secara kuantitatif (Do, salinitas, dan temperatur), serta pengamatan kondisi perairan laguna secara kualitatif ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil pengukuran (Tabel 1) menunjukkan pH perairan dalam kondisi netral cenderung basa, serta salinitas yang masih dalam kondisi normal. Sementara itu, temperatur perairan cenderung lebih hangat (31°C) namun masih dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan organisme perairan. Selain itu, DO perairan termasuk dalam kategori cukup rendah hingga sedang. Hasil observasi menunjukkan tidak terdapat cemaran sampah maupun aktivitas penebangan, menandakan kondisi lingkungan masih alami dan minim tekanan antropogenik. Substrat berupa batuan karang mengindikasikan dasar perairan yang keras dan stabil. Berdasarkan hasil tersebut, nilai DO

cenderung lebih rendah dibandingkan kisaran DO di ekosistem mangrove. Yoswaty *et al.* (2024) menemukan kisaran DO perairan mangrove di Bengkalis lebih tinggi dari hasil yang ditemukan di riset ini, yaitu berkisar 5,2–6,8 mg/l. Soeprbowati *et al.* (2023) memperoleh DO di ekosistem mangrove Demak berkisar 4,39–8,78 mg/l, dimana Nilai DO yang rendah berkaitan dengan temperatur perairan yang tinggi. Nilai DO perairan yang rendah diperkirakan memberikan dampak cekaman bagi mangrove, terlebih jika kondisi tersebut berlangsung lama. Kondisi lingkungan seperti pH, DO, temperatur dan salinitas merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mangrove (Roziwan *et al.* 2023). Aljahdali *et al.* (2021) menyebutkan bahwa salinitas, temperatur yang tinggi, dan rendahnya DO merupakan faktor dominan yang mempengaruhi mangrove di Laguna Rabigh. McKEE *et al.* (1986) menemukan bahwa kondisi rendahnya DO yang lebih berat (*hypoxia*) dapat menyebabkan perubahan metabolisme pada mangrove *Avicennia germinans*. Hastuti *et al.* (2020) menjelaskan bahwa perubahan dan dinamika kondisi lingkungan dapat mempengaruhi konsentrasi senyawa metabolit sekunder pada mangrove. Lebih lanjut, Hastuti *et al.* (2020) menemukan bahwa temperatur dan DO yang rendah berpotensi menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang lebih besar. Aljahdali *et al.* (2021) juga menjelaskan bahwa tingginya salinitas dan temperatur serta rendahnya DO menjadi faktor penyebab tingginya konsentrasi antioksidan pada mangrove tersebut.

Ekstraksi daun dan kulit batang mangrove dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol sebagai pelarut pada rasio bahan terhadap pelarut 1:6 (b/v). Pemilihan etanol didasarkan pada sifat polaritasnya yang mampu melarutkan berbagai kelas fitokimia, seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, dan steroid, serta relatif aman dengan tingkat toksisitas rendah sehingga sesuai untuk aplikasi biologis maupun terapeutik (Kasmara *et al.* 2024, Wilorianza *et al.* 2023). Proses maserasi dilakukan dengan merendam dan mengocok bahan selama tiga jam untuk mengoptimalkan interaksi antara matriks tanaman dan pelarut, kemudian dilanjutkan dengan filtrasi vakum. Ampas hasil filtrasi dimaserasi ulang sebanyak dua kali dengan kondisi serupa guna memaksimalkan efisiensi ekstraksi. Seluruh filtrat dikumpulkan, diuapkan dengan rotary evaporator, lalu ekstrak kasar disimpan dalam vial kaca yang dibungkus aluminium foil pada suhu 4 °C untuk mencegah fotodegradasi dan menjaga stabilitas bioaktivitas (Abubakar & Haque 2020).

Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa rendemen ekstrak daun *B. gymnorhiza* mencapai 20,4% (61,2 g dari 301,8 g sampel), sedangkan kulit batang hanya menghasilkan 10,8% (59,5 g dari 550,9 g sampel). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa daun mengandung bioaktif larut etanol

Tabel 1. Hasil pengukuran kondisi biofisik perairan

pH	Temperatur (°C)	Salinitas (psu)	DO (mg/l)	Cemaran Sampah	Penebangan	Jenis Substrat
7,8	31	30	4,0	Tidak ada	Tidak ada	Batuan karang



Mangrove tumbuh di celah batuan karang, serta substrat berbatu

dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan kulit batang. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa daun merupakan organ utama akumulasi fitokimia, karena berfungsi sebagai lokasi sintesis sekaligus penyimpanan senyawa metabolit sekunder. Astuti *et al.* (2023) menemukan kandungan senyawa metabolit sekunder pada daun spesies *S. ovata* jauh lebih tinggi dibandingkan pada kulit batang, akar, dan buah. Cerri dan Galli (2025) menemukan ekstrak metanol dan etanol menghasilkan senyawa metabolit sekunder (fenol) yang lebih tinggi pada daun, dibandingkan kulit batang dan buah *S. caseolaris*. Paparan langsung terhadap faktor abiotik maupun biotik, seperti radiasi ultraviolet, herbivora, dan patogen mikroba, turut mendorong produksi beragam senyawa pertahanan dalam jaringan daun (Divekar *et al.*, 2022).

Secara keseluruhan, tingginya rendemen ekstrak daun dibandingkan kulit batang mendukung perannya sebagai sumber utama senyawa metabolit sekunder pada mangrove. Variasi ini mencerminkan perbedaan komposisi jaringan serta aktivitas metabolik antarbagian tanaman (Rahmawati *et al.*, 2023; Wu *et al.*, 2023). Oleh karena itu, ekstrak daun berpotensi lebih besar untuk diteliti lebih lanjut dalam karakterisasi fitokimia maupun uji aktivitas biologis.

Hasil skrining fitokimia terhadap daun dan kulit batang *B. gymnorrhiza* menunjukkan adanya senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, dan fenolik pada kedua bagian tanaman, yang ditandai dengan hasil positif pada seluruh parameter uji (Tabel 3). Metode ini didasarkan pada interaksi spesifik antara gugus fungsional senyawa dengan pereaksi diagnostik, sehingga menghasilkan perubahan warna atau endapan yang dapat diamati sebagai indikator keberadaan senyawa (Maheshwaran *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil tersebut, baik daun maupun kulit batang *B. gymnorrhiza* mengandung keempat kelompok senyawa metabolit sekunder yang diuji. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang juga melaporkan keberadaan senyawa fitokimia serupa pada spesies ini. Misalnya, profil fitokimia komparatif pada daun dan hipokotil *B. gymnorrhiza* menunjukkan adanya alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, polifenol, glikosida, dan steroid, yang memperkuat keragaman senyawa metabolit sekunder sebagaimana ditemukan dalam penelitian ini (Golder *et al.* 2020). Studi lain yang menggunakan ekstrak etanol daun dan kulit batang *B. gymnorrhiza* juga mengidentifikasi kadar fenolik dan flavonoid yang signifikan (Mahmud *et al.*, 2017).

Dari sisi implikasi biologis, keberadaan alkaloid pada daun dan kulit batang mengindikasikan potensi aktivitas farmakologis, termasuk antibakteri, antijamur, dan analgesik (Barati *et al.*, 2023). Flavonoid yang juga terdeteksi pada kedua bagian tanaman dikenal memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker yang kuat (Ullah *et al.*, 2020). Deteksi steroid menunjukkan kemungkinan aktivitas antiinflamasi dan adaptogenik (Nisar *et al.*, 2023), sedangkan senyawa fenolik mendukung potensi antioksidan melalui mekanisme penangkap radikal bebas (Suleria *et al.*, 2020).

Tabel 2. Rendemen ekstrak daun dan kulit batang *B. Gymnorrhiza*

No	Sampel	Berat Sampel (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)
1.	Daun <i>B. gymnorrhiza</i>	301,8	61,2	20,4
2.	Kulit Batang <i>B. gymnorrhiza</i>	550,9	59,5	10,8

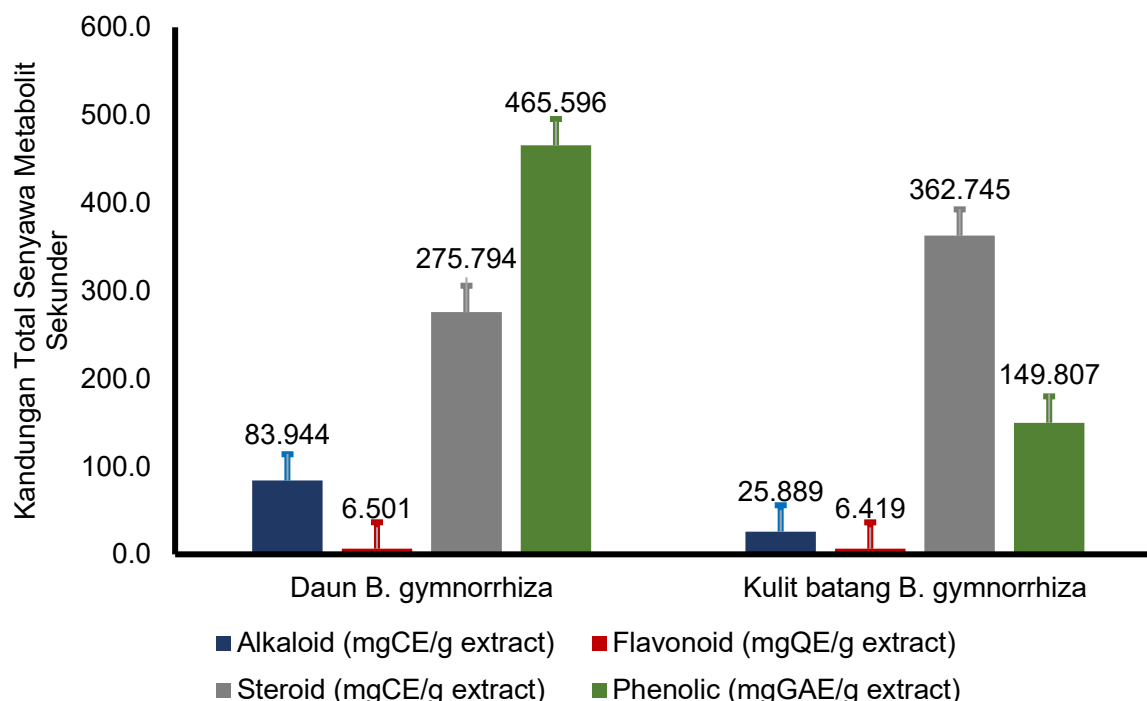
Tabel 3. Hasil skrining fitokimia pada daun dan kulit batang *B. gymnorrhiza*

No	Sampel	Senyawa metabolit sekunder			
		Alkaloid	Flavonoid	Steroid	Phenolic
1.	Daun <i>B. gymnorrhiza</i>	+	+	+	+
2.	Kulit Batang <i>B. gymnorrhiza</i>	+	+	+	+

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa daun dan kulit batang *B. gymnorrhiza* kaya akan metabolit sekunder dengan potensi tinggi sebagai sumber alami senyawa metabolit sekunder untuk aplikasi farmasi dan medis. Namun demikian, analisis kualitatif ini baru memberikan gambaran awal mengenai keberadaan senyawa, sehingga diperlukan kajian kuantitatif dan evaluasi farmakologis lebih lanjut untuk mengetahui kontribusi spesifik masing-masing kelompok senyawa terhadap aktivitas biologis yang dimiliki.

Kuantifikasi senyawa fitokimia pada *B. gymnorrhiza* yang berasal dari Laguna Anano Te'i menunjukkan adanya perbedaan yang jelas antara ekstrak daun dan kulit batang (Gambar 1), yang mengindikasikan pengaruh dari kondisi habitat unik (Tabel 1) terhadap akumulasi senyawa metabolit sekunder, seperti DO yang relatif rendah dan temperatur yang relatif tinggi. Daun memiliki kandungan fenolik tertinggi yaitu sebesar 465,596 mg GAE/g ekstrak, diikuti oleh steroid (275,794 mg CE/g), alkaloid (83,944 mg CE/g), dan flavonoid (6,501 mg QE/g). Sebaliknya, kulit batang menunjukkan kandungan steroid yang lebih tinggi yaitu 362,745 mg CE/g ekstrak, sedangkan kandungan fenolik (149,807 mg GAE/g), alkaloid (25,889 mg CE/g), dan flavonoid (6,419 mg QE/g) relatif lebih rendah dibandingkan daun. Sejalan dengan hasil ini, penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan senyawa metabolit sekunder antara daun dan kulit batang *Bruguiera gymnorrhiza*. Ekstrak daun umumnya lebih kaya fenolik dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan dan antimikroba, sedangkan kulit batang lebih dominan mengandung steroid dan triterpenoid yang berfungsi dalam pertahanan struktural pada batang dan adaptif terhadap kondisi lingkungan (Mahmud *et al.*, 2017).

Perbedaan kandungan senyawa metabolit sekunder pada *B. gymnorrhiza* dapat dijelaskan oleh kondisi lingkungan spesifik di Laguna Anano Te'i yang ditandai dengan substrat batuan karang, DO yang relatif rendah, temperatur yang relatif tinggi (Tabel 1), serta kurangnya pasokan air tawar serta ketiadaan pertukaran air laut karena kondisi perairannya berupa laguna yang tidak memiliki suply air tawar dari sungai. Kondisi tersebut menimbulkan berbagai tekanan abiotik, termasuk fluktuasi salinitas, keterbatasan nutrien, dan paparan radiasi matahari yang tinggi. Penelitian



Gambar 1. Kandungan total senyawa metabolit sekunder sekunder pada ekstrak daun dan kulit batang *B. gymnorrhiza*, meliputi alkaloid (mg CE/g ekstrak), flavonoid (mg QE/g ekstrak), steroid (mg CE/g ekstrak), dan fenolik (mg GAE/g ekstrak).

sebelumnya menunjukkan bahwa faktor stres lingkungan merupakan pendorong utama biosintesis senyawa metabolit sekunder, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid, yang berperan sebagai senyawa protektif terhadap stres oksidatif dan invasi mikroba (Wu *et al.*, 2023). Pada ekosistem mangrove, senyawa fenolik seringkali diproduksi dalam jumlah lebih tinggi di bawah kondisi salinitas dan keterbatasan nutrisi, sehingga meningkatkan kapasitas antioksidan dan resiliensi ekologi (Parida *et al.*, 2004; Abed *et al.*, 2013). Akumulasi fenolik yang tinggi pada daun *Bruguiera gymnorhiza* di lokasi ini konsisten dengan laporan dari wilayah lain, seperti Kerala (India), di mana variasi kadar fenolik berkorelasi dengan gradien salinitas spesifik lokasi (Sreeram *et al.*, 2023).

Dominasi kandungan steroid pada kulit batang juga dapat dikaitkan dengan strategi adaptasi *B. gymnorhiza* terhadap lingkungan ekstrem. Steroid dan triterpenoid tinggi pada batang karena senyawa tersebut merupakan senyawa struktural yang diketahui berkontribusi pada fungsi struktural dan pertahanan mangrove khususnya pada batang, termasuk menjaga stabilitas membran dalam kondisi salinitas tinggi (Bansal & Suryan, 2022; Yang *et al.*, 2025). Penelitian sebelumnya pada *B. gymnorhiza* di Sulawesi Tengah menunjukkan bahwa perbedaan profil kimia, termasuk kandungan steroid, sangat erat kaitannya dengan tekanan ekologi lokal (Riyadi *et al.* 2021). Demikian pula, Haq *et al.* (2011) dan Khadeeja *et al.* (2022) melaporkan bahwa variasi kandungan fenolik dan steroid pada ekstrak *B. gymnorhiza* dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti jenis substrat dan tingkat salinitas. Pada jenis mangrove yang berbeda, Youssef *et al.* (2023) menemukan secara kuantitatif jumlah senyawa metabolit sekunder yang berbeda pada daun mangrove *R. mucronata* lebih banyak (11 komponen), dibandingkan pada kulit batangnya (8 komponen).

Secara keseluruhan, temuan dari Laguna Anano Te'i menjelaskan bahwa biosintesis senyawa metabolit sekunder pada *B. gymnorhiza* kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Tingginya kandungan fenolik dan alkaloid pada daun kemungkinan merupakan respons adaptif terhadap tekanan oksidatif pada daun akibat eksposur cahaya matahari berlebih (Kulbat. 2016), serta sebagai mekanisme pertahanan tumbuhan terhadap larva, insekta, dan mikroba yang mengganggu pertumbuhan daun (Bhambani *et al.* 2021). Kandungan steroid yang lebih tinggi pada batang mencerminkan fungsi struktural dan defensif dalam menghadapi stres abiotik (Arif *et al.*, 2022). Hasil ini sejalan dengan tinjauan sistematis pada genus *Bruguiera* yang menunjukkan bahwa komposisi senyawa metabolit sekunder bervariasi tidak hanya antarorgan tumbuhan, tetapi juga antarhabitat, yang secara langsung memengaruhi potensi farmakologisnya (Luo *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *B. gymnorhiza* dari Laguna Anano Te'i memiliki profil senyawa metabolit sekunder yang beragam, dengan perbedaan kadar senyawa antara daun dan batang. Daun mengandung konsentrasi fenolik dan alkaloid yang lebih tinggi, sehingga mendukung perannya sebagai reservoir utama senyawa metabolit sekunder dengan potensi antioksidan dan antimikroba. Sebaliknya, kulit batang lebih kaya akan kandungan steroid, yang diduga berkontribusi terhadap fungsi struktural dan adaptif dalam menghadapi kondisi lingkungan yang menekan. Variasi ini mengindikasikan bahwa karakteristik kondisi lingkungan Laguna Anano Te'i berpengaruh terhadap biosintesis senyawa metabolit sekunder pada *B. gymnorhiza*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DRTPM, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, atas hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2025, nomor kontrak: 78/UN56.D.01/PN.03.00/2025. Terimakasih kepada Rektor Universitas Sembilanbelas November Kolaka, serta pihak Laboratorium Farmasi, Politeknik Kesehatan Bina Husada Kendari yang telah membantu selama melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abed, S.A., Mohd Sirat, H., & Taher, M., 2013. Total Phenolic, Antioxidant, Antimicrobial Activities and Toxicity Study of *Gynotroches Axillaris* Blume (*Rhizophoraceae*). *EXCLI Journal* 2013 (12): 404-412.
- Abubakar, A.R. & Haque, M., 2020. Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 12: 1-10. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_175_19.
- Alemu, M., Lulekal, E., Asfaw, Z., Warkineh, B., Debella, A., Abebe, A., Degu, S., & Debebe, E., 2024. Antibacterial activity and phytochemical screening of traditional medicinal plants most preferred for treating infectious diseases in Habru District, North Wollo Zone, Amhara Region, Ethiopia. *PLoS ONE*, 19(3): e0300060. DOI: 10.1371/journal.pone.0300060.
- Aljahdali, M.O., Alhassan, A.B., & Zhang, Z. 2021. Environmental Factors Causing Stress in *Avicennia marina* Mangrove in Rabigh Lagoon Along the Red Sea: Based on a Multi-Approach Study. *Frontiers in Marine Science*, 8: p.646993. DOI: 10.3389/fmars.2021.646993.
- Arif, Y., Singh, P., Bajguz, A., & Hayat, S. 2022. Phytoecdysteroids: Distribution, Structural Diversity, Biosynthesis, Activity, and Crosstalk with Phytohormones. *International Journal of Molecular Sciences*, 23: p.8664. DOI: 10.3390/ijms23158664.
- Astuti, M.D., Rosyidah, K., Umaningrum, D., Ardiyanti, R., Rasyied, H.J.A., & Azzahra, A. P. 2023. The Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of *Sonneratia ovata* Back. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 19(2023): 215-218. DOI: 10.11113/mjfas.v19n2.2789.
- Azra, B.H., Nazneen, S., Sudewi, S., Krismastuti, F.S.H., Das, A., Zulfajiri, M., & Rasool, A., 2025. Quantitative analysis and pharmacological assessment of the methanolic and silver nanoparticles of *Chamaecostus cuspidatus*. *Results in Chemistry*, 16: p.102325. DOI: 10.1016/j.rechem.2025.102325.
- Bansal, R. & Suryan, A. 2022. A Comprehensive Review on Steroidal Bioconjugates as Promising Leads in Drug Discovery. *ACS Bio and Med Chem Au*. 2: 340-369. DOI: 10.1021/acsbiochem.1c00071.
- Bhambhani, S., Kondhare, K.R., & Giri, A.P. 2021. Diversity in Chemical Structures and Biological Properties of Plant Alkaloids. *Molecules*, 26: p.3374. DOI: 10.3390/molecules26113374.
- Bitwell, C., Indra, Sen, S., Luke, C., & Kakoma, M.K. 2023. A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Scientific African*, 19(1): e01585. DOI: 10.1016/j.sciaf.2023.e01585.
- Cerri, F., Giustra, M., Anadol, Y., Tomaino, G., Galli, P., Labra, M., Campone, L., & Colombo, M. 2022. Natural Products from Mangroves: An Overview of the Anticancer Potential of *Avicennia marina*. *Pharmaceutics*, 14: p.2793. DOI: 10.3390/pharmaceutics14122793.
- Cerri, F., & Galli, P. 2025. Phytochemistry and Pharmacological Potential of the Mangrove Plant *Sonneratia caseolaris*: A Comprehensive Review. *Marine Drugs*, 23: p.378. DOI: 10.3390/md23100378.
- Chamberland-Fontaine, S., Thomas Estrada, G., Heckadon-Moreno, S., & Hickey, G.M., 2022. Enhancing the sustainable management of mangrove forests: The case of Punta Galeta, Panama. *Trees, Forests and People*, 8: p.100274. DOI: 10.1016/j.tfp.2022.100274.
- Dia, S.P.S., Nurjanah, & Jacoeb, A.M., 2019. Identification of active compounds from lindur root plants (*Bruguiera gymnorrhiza*) as α -glucosidase inhibitors. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*. 404(1): p.012062. DOI: 10.1088/1755-1315/404/1/012062.
- Divekar, P.A., Narayana, S., Divekar, B.A., Kumar, R., Gadratagi, B.G., Ray, A., Singh, A.K., Rani, V., Singh, V., Singh, A.K., Kumar, A., Singh, R.P., Meena, R.S., & Behera, T.K. 2022. Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23: p.2690. DOI: 10.3390/ijms23052690.
- Fristiody, A., Sahidin, I., Sadarun, B., Purnama, L.O.M.J., Rahmatika, N.S., Tien., Haruna, L. A., Yodha, A.M.W., & Wahyuni. 2024. Anti-Inflammatory Activity of Ethanolic Extract *Meloplus* sp. and *Callyspongia* sp. from Southeast Sulawesi. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal*, 11(1): 26-34.

- Gajula, H., Kumar, V., Vijendra, P.D., Rajashekar, J., Sannabommaji, T., & Basappa, G., 2020. Secondary metabolites from mangrove plants and their biological activities. *Biotechnological Utilization of Mangrove Resources*, pp.117-134. DOI: 10.1016/B978-0-12-819532-1.00005-6.
- Golder, M., Sadhu, S.K., Biswas, B., & Islam, T., 2020. Comparative pharmacologic profiles of leaves and hypocotyls of a mangrove plant: *Bruguiera gymnorrhiza*. *Advances in Traditional Medicine*, 20(3): 395–403. DOI: 10.1007/s13596-019-00423-8.
- Haq, M., Sani, W., Hossain, A.B.M.S., Taha, R.M., & Monneruzzaman, K.M., 2011. Total phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of *Bruguiera gymnorrhiza*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17): 4112–4118.
- Hassan, A., Akmal, Z., & Khan, N. 2020. The Phytochemical Screening and Antioxidants Potential of *Schoenoplectus triquetra* L. Palla. *Journal of Chemistry*, 1: p.3865139. DOI: 10.1155/2020/3865139.
- Hastuti, E. D., Izzati, M., & Darmanti, S. 2020. Total Phenol Content of *Avicennia marina* Leaf and Its Relationship to the Environmental Quality. *Biosaintifika*, 12(3): 356-362. DOI: 10.15294/biosaintifika.v12i3.23957
- Kasmara, D.P., Rashid, N.A., Amenta, S., & Perangin-Angin, B. 2024. The Active Compounds in *Polyscias Scutellaria* Identified based on the Solvent. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 6(S6): 693-700. DOI: 10.37287/ijghr.v6iS6.5098.
- Khadeeja, S., Ragunathan, R., Johney, J., & Muthusamy, K., 2022. Phytochemical Analysis, Antimicrobial and Antioxidant Activity of Mangrove Plants *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam. and *Excoecaria agallocha* L. *Indian Journal of Science and Technology*, 15 (47): 2594–2604. DOI: 10.17485/IJST/v15i47.1633.
- Kulbat, K. 2016. The role of phenolic compounds in plant resistance. *Biotechnology and Food Science*, 80(2): 97-108.
- Luo, X., Chen, X., Zhang, L., Liu, B., Xie, L., Ma, Y., Zhang, M., & Jin, X., 2024. Chemical Constituents and Biological Activities of *Bruguiera* Genus and Its Endophytes: A Review. *Marine Drugs*, 22: p.158. DOI: 10.3390/md22040158.
- Maheshwaran, L., Nadarajah, L., Senadeera, S.P.N.N., Ranaweera, C.B., Chandana, A.K., & Pathirana, R.N., 2024. Phytochemical Testing Methodologies and Principles for Preliminary Screening/ Qualitative Testing. *Asian Plant Research Journal*, 12(5): 11–38. DOI: 10.9734/aprj/2024/v12i5267.
- Mahmud, I., Zilani, Md. N.H., Biswas, N.N., & Bokshi, B. 2017. Bioactivities of *Bruguiera gymnorrhiza* and profiling of its bioactive polyphenols by HPLC-DAD. *Clinical Phytoscience*, 3 (1): 1-11. DOI 10.1186/s40816-017-0048-5.
- McKee, K.L., & Mendelssohn, I.A. 1987. Root Metabolism in the Black Mangrove (*Avicennia germinans* (L.) L): Response to Hypoxia. *Environmental and Experimental Botany*, 27(2): 147 156.
- Mongi, J., Karauwan, F.A., & Tuda, A. 2020. Journal of Pharmaceutical and Sciences Phytochemical screening and anti-inflammatory activity test of *Sonneratia alba* root extract against burns in Rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 7(4): 730–738. DOI: DOI: 10.36490/journal-jps.com.
- Musdalipah, M., Yodha, A.W.M., Setiawan, Muh.A., Tee, S.A., Reymon, R., Wulaisfan, R., Arnas, Muh., Siregar, L.W., Nurhikma, E., & Fauziah, Y., 2023. Standarisasi Ekstrak Rimpang Wundu Watu (*Alpinia monopleura*) dan Aktivitasnya sebagai Antiinflamasi Secara In Vitro. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2): 501–513.
- Nisar, A., Jagtap, S., Vyavahare, S., Deshpande, M., Harsulkar, A., Ranjekar, P., & Prakash, O. 2023. Phytochemicals in the treatment of inflammation-associated diseases: the journey from preclinical trials to clinical practice. *Frontiers in Pharmacology*. 14: p.1177050. DOI: 10.3389/fphar.2023.1177050.
- Nortjie, E., Basitere, M., Moyo, D., & Nyamukamba, P., 2022. Extraction Methods, Quantitative and Qualitative Phytochemical Screening of Medicinal Plants for Antimicrobial Textiles: A Review. *Plants*, 11(15): p.2011. <https://doi.org/10.3390/plants11152011>

- Parida, A.K., Das, A.B., Sanada, Y., & Mohanty, P., 2004. Effects of salinity on biochemical components of the mangrove, *Aegiceras corniculatum*. *Aquatic Botany*, 80(2): 77–87. DOI: 10.1016/j.aquabot.2004.07.005.
- Rahma, C., Fadillah, M., Syam, N., & Rinawati, R. 2024. Phytochemical Screening of Coconut Pistil Extract (*Pistillum Cocos nucifera*) as Traditional Medicine. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 10 (1): 122–131. DOI: 10.36987/jpbn.v10i1.5221.
- Rahmawati, R., Sanjaya, Y.A., Pratiwi, Y.S., Putri, E., Hendrawan, N., Salsabila, Z. N., & Amalia, T. 2023. Potency of Mangrove Leaves (*Rhizophora mucronata*) Containing Bioactive Compounds as Source of Antioxidant: A Review. *International Journal of Eco-Innovation in Science and Engineering*, 04 (2): 2023–2024.
- Rajkumar, G., Panambara, P.A.H.R., & Sanmugarajah, V. 2022a. Comparative Analysis of Qualitative and Quantitative Phytochemical Evaluation of Selected Leaves of Medicinal Plants in Jaffna, Sri Lanka. *Borneo Journal of Pharmacy*, 52(2): 93–103.
- Riyadi, P.H., Tanod, W.A., Dewanto, D.K., Herawati, V.E., Susanto, E., & Aisiah, S. 2021. Chemical profiles and antioxidant properties of bruguiera gymnorrhiza fruit extracts from central sulawesi, indonesia. *Food Research*. 5(Suppl.3): 37–47. DOI: 10.26656/fr.2017.5(S3).007.
- Roy, M. & Dutta, T.K. 2021. Evaluation of Phytochemicals and Bioactive Properties in Mangrove Associate Suaeda monoica Forssk. ex J.F.Gmel. of Indian Sundarbans. *Frontiers in Pharmacology*, 12: p.584019. DOI: 10.3389/fphar.2021.584019.
- Rozirwan, R., Hananda, H., Nugroho, R.Y., Apri, R., Khotimah, N.N., Fauziyah, F., Putri, W.A.E., & Aryawati, R., 2023. Antioxidant Activity, Total Phenolic, Phytochemical Content, and HPLC Profile of Selected Mangrove Species from Tanjung Api-Api Port Area, South Sumatra, Indonesia. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(7): 3482–3489.
- Runtuboi, D.Y.P., Indrayani, E., Mishbach, I., & Karisoh, G.O. 2024. Characterization of Bioactive Compounds and Stability of Mangrove Extract *Rhizophora* Sp. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10): 7447–7455. DOI: 10.29303/jppipa.v10i10.8674.
- Soeprbowaty, T.R., Jumari, J., Hidayat, J.W., Muhammad, F., Falah, M.H.A., Cahyani, N.K.D., & Gell, P. 2023. Water Quality Status of Mangrove Ecosystem in Bedono, Sayung, Demak, Central Java. *Pollution*, 9(4): 1374-1385. DOI: 10.22059/POLL.2023.355899.1803.
- Sreeram, S., Sanakara Vel, V., & Arunprasath, A., 2023. Adaptability Assessment of Bruguiera gymnorrhiza from the Four Southern Districts of Kerala: Analytical and Biochemical Approach. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 17(3): 1303–1315.
- Suleria, H.A.R., Barrow, C.J., & Dunshea, F.R. 2020. Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different fruit peels. *Foods*, 9(9): p.1206; DOI: 10.3390/foods9091206.
- Tambunan, I.Y.B., Siringo-Ringo, E., Butar-Butar, M.J., Febrianti, R., & Gurning, K. 2024. Phytochemical screening, identification of compounds, and antioxidant activity test of sirsak extract (*Annona muricata* L.) leaf grown in North Sumatra, Indonesia. *International Journal of Advancement in Life Sciences Research*, 7(2): 132–142. DOI: 10.31632/ijalsr.2024.v07i02.011.
- Ullah, A., Munir, S., Badshah, S.L., Khan, N., Ghani, L., Poulson, B.G., Emwas, A.H., & Jaremko, M., 2020. Important flavonoids and their role as a therapeutic agent. *Molecules*, 25: p.5243; DOI: 10.3390/molecules25225243.
- Wilorianza, R., Emelda, E., Munir, M.A., & Fatmawati, A., 2023. The Effect of Solvent Concentration Against Specific and Non Specific Parameters of Standardization: Ethanollic Extract of Papaya Seed (*Carica papaya* Linn.). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 7(2): 105–113.
- Wu, Z., Shang, X., Liu, G., & Xie, Y., 2023a. Comparative analysis of flavonoids, polyphenols and volatiles in roots, stems and leaves of five mangroves. *PeerJ*, 11: e15529. DOI: 10.7717/peerj.15529.
- Yang, Y., Wu, Y., Gao, Z., Liu, Z., Hua, J., and Luo, S., 2025. New Steroids Obtained from *Ailanthus altissima* Leaves Inhibit the Invasive Bacteria *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and

Pseudomonas syringae pv. *maculicola*. *Molecules*, 30(12): p.2576. DOI: 10.3390/molecules30122576.

Yisak, H., Redi-Abshiro, M., & Chanravanshi, B.S. 2018. New fluorescence spectroscopic method for the simultaneous determination of alkaloids in aqueous extract of green coffee beans. *Chemistry Central Journal*, 12(59): 1-7. DOI: 10.1186/s13065-018-0431-4.

Yoswaty, D., Siregar, Y.I., Mubarak., Efriyeldi., Kurniawan, R., Oktavian, R., Ismet, G., & Maulana, A. 2024. Seawater quality parameters in the mangrove conservation area of Bukit Batu District, Bengkalis Regency, Riau Province. *BIO Web of Conferences* 136: p.03004. DOI: 10.1051/bioconf/202413603004.

Youssef, A.M.M., Maaty, D.A.M., & Al-Saraireh, Y.M. 2023. Phytochemistry and Anticancer Effects of Mangrove (*Rhizophora mucronata* Lam.) Leaves and Stems Extract against Different Cancer Cell Lines. *Pharmaceuticals*, 16(1): p.16. DOI: 10.3390/ph16010004