



## Profil FTIR, kandungan fenolik, dan aktivitas penangkapan radikal bebas ekstrak daun talas beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) dari pelarut dengan polaritas yang berbeda

Mohamad Ana Syabana<sup>1,2\*</sup>, Septariawulan Kusumasari<sup>1</sup>, Yonida Salsabila<sup>1</sup>, Winda Nurtiana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Pangan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia.

<sup>2</sup>Pusat Unggulan Iptek Inovasi Pangan Lokal, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia

### Article history

Diterima:

18 September 2023

Diperbaiki:

22 November 2023

Disetujui:

2 Januari 2024

### Keyword

Free radical scavenging activity;

FTIR;

Polarity solvent;

Phenolic;

*Xanthosoma undipes* leaves extract;

### ABSTRACT

*Beneng taro leaves (*Xanthosoma undipes* K. Koch) are Banten's local biodiversity, which has recently been used as a substitute for tobacco in cigarettes. The availability of this commodity is abundant along with increased the planted area. Therefore, it is necessary to evaluate other potency such as functional activities and also their phytochemical profiles which have not reported yet. One of importance factors that influencing functional and phytochemical profiles is the polarity of extraction solvent. The purpose of this study was to analyze the chemical profile and free radical scavenging activity of beneng taro leaves extracted with various polarities solvent. The leaves extraction was carried out using non-polar, semi-polar and polar solvents, namely hexane, chloroform, acetone and water. Their phytochemical profile was conducted by analyzing total phenolic content and FTIR spectrum, while functional activities by determining free radical scavenging activity. The results showed that the highest phenolic content was obtained from chloroform extract, while the free radical scavenging activity ( $IC_{50}$ ) was acquired from acetone extract with values of 11.24 mg GAE/g and 36.83  $\mu$ g/ml, respectively. The FTIR spectrum of the hexane, chloroform, and acetone extract of beneng taro leaves had similar profiles, while the water extract was different.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

\* Penulis korespondensi

Email : anasyabana@untirta.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i4.22376

## PENDAHULUAN

Talas beneng (beneng) (*Xanthosoma undipes* K. Koch) merupakan salah satu komoditas lokal unggul nasional asal Provinsi Banten yang telah banyak dibudidayakan terutama oleh masyarakat di daerah Pandeglang, Serang, dan Lebak. Tanaman ini memiliki keunggulan komparatif dibanding talas lainnya yaitu ukuran umbinya yang besar (dapat mencapai 1-2 Kg) dan warna daging umbinya kuning diduga karena adanya karotenoid (Budiarto dan Rahayuningsih, 2017). Selain itu, daun beneng juga berukuran relatif besar 43,6 cm dan panjang 64,7 cm pada usia 5 bulan (Suhaendah et al., 2021).

Umbi talas beneng telah diolah menjadi beberapa produk pangan seperti keripik, tepung, brownies dan mi (Haliza et al., 2012; Mulyati dan Nuraeni, 2017; Putri et al., 2021). Sedangkan daunnya belum banyak dimanfaatkan. Awalnya daun tanaman ini hanya digunakan sebagai pakan ternak, namun akhir-akhir ini dimanfaatkan juga sebagai substitusi tembakau pada rokok. Ketersediaan daun ini sangat melimpah seiring dengan meningkatnya luas tanam talas beneng, selain itu bagian daun dapat dipanen secara terus menerus sampai tanaman dicabut dari tanah untuk dimanfaatkan umbinya. Hal ini menyebabkan nilai ekonomi daun talas beneng tergolong rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan eksplorasi untuk mengetahui potensi daun beneng agar nilai ekonominya lebih meningkat.

Potensi yang biasa dieksplorasi dari bahan alam asal tanaman adalah aktivitas fungsional seperti aktivitas antioksidan, salah satunya kemampuan untuk menangkap radikal bebas. Aktivitas ini banyak dilakukan karena prosedurnya sederhana dan manfaatnya memiliki rentang yang luas baik pada aspek pencegahan maupun pengobatan suatu penyakit (Marino et al., 2022). Informasi aktivitas fungsional tersebut dapat dijadikan sebagai dasar untuk mengembangkan lebih lanjut komoditas tersebut, salah satunya sebagai sumber pangan fungsional.

Sampai saat ini belum ada satupun laporan tentang aktivitas antioksidan khususnya penangkapan radikal bebas daun beneng. Padahal aktivitas tersebut telah banyak dilaporkan pada daun tanaman talas-talasan lainnya. Ekstrak etanol daun talas belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dapat menghambat 59 % produksi senyawa radikal nitrit oksida (NO) dan mengkelat 93,8 %

prooksidan yaitu  $Fe^{2+}$  (ferro) (Caxito et al., 2015). Penelitian lain melaporkan bahwa ekstrak metanol daun talas bogor (*Colocasia esculenta*) memiliki aktivitas penangkapan radikal bebas ( $IC_{50}$ ) sebesar 251,4  $\mu g/ml$  (Chawla et al., 2020).

Aktivitas fungsional biasanya terkait erat dengan senyawa fitokimia yang terdapat di bahan tersebut (Afriyanti et al., 2023; Syabana et al., 2021). Sayangnya, senyawa fitokimia daun beneng belum banyak dilaporkan. Hingga saat ini hanya Fatmawaty et al. (2019) yang melaporkan bahwa daun tanaman ini mengandung tanin dan asam oksalat. Disisi lain, eksplorasi senyawa metabolit sekunder tanaman family *Araceae* lain telah banyak dilakukan dan bahkan sampai pada identifikasi senyawanya. Daun *C. esculenta* dilaporkan mengandung orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin, luteolin-7-O-glukosida, luteolin-7-O-rutinosida dan asam rosmarinik, sedangkan daun *X. sagittifolium* telah dibuktikan mengandung apigenin, isovitexin, vitexin dan 2"-O-Malonylvitexin (Kaensombath dan Lindberg, 2012; Li et al., 2014; Mofor Elvis dan Boudjeko, 2019).

Senyawa fitokimia pada bahan alam jenisnya bervariasi, strukturnya kompleks, kuantitasnya terbatas dengan stabilitas rendah dan seringnya berada dalam bentuk campuran dengan polaritas yang beragam (Zhang et al., 2018). Oleh karena itu salah satu faktor penting yang mempengaruhi profil fitokimia dan juga aktivitas fungsionalnya adalah pelarut yang digunakan saat ekstraksi.

Pelarut bersifat polar akan menarik dan melarutkan senyawa pada sampel yang juga bersifat polar, dan demikian juga untuk pelarut semi dan non-polar (*like and dislike*). Polaritas pelarut ekstraksi akan mempengaruhi senyawa fitokimia yang terekstrak dan juga aktivitas fungsionalnya (Wakeel et al., 2019). Ekstraksi daun *Alocasia longiloba* (family *Araceae*) dengan pelarut yang polaritasnya beragam menyebabkan terjadi perbedaan jumlah total fenol dan juga aktivitas penangkapan radikal bebas (Nur-Izzati et al., 2021). Kadar total fenol terbesar terdapat pada ekstrak etil asetat yang diikuti ekstrak metanol dan heksana, sedangkan aktivitas penangkapan radikal bebas tertinggi berasal dari ekstrak heksana. Penelitian lain juga melaporkan bahwa kadar total fenol dan flavonoid tertinggi di dapat dari ekstrak etanol daun jati (*Guanzuma ulmifolia*), sedangkan aktivitas antioksidan (DPPH dan CUPRAC) di dapat dari ekstrak etil asetat (Rafi et al., 2020).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan karakterisasi profil *fourier transform infra-red* (FTIR), analisis senyawa fenolik dan aktivitas penangkapan radikal bebas daun talas beneng yang diekstrak dengan pelarut yang berbeda polaritasnya. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut yang bersifat non-polar, semi-polar dan polar yaitu heksana, kloroform, aseton, dan air. Ekstrak yang didapat dianalisis profil fitokimianya yaitu kadar total fenol dan spektrum FTIR. Selain itu, dilakukan juga evaluasi aktivitas penangkapan radikal bebas (radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)) ekstrak-ekstrak tersebut.

## METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah daun talas beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) yang diambil dari Desa Juhut, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten dengan ketinggian 700 mdpl. Daun yang diambil berusia 6 bulan dengan warna daun yang masih dominan hijau. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah heksana, kloroform, aseton, akuades, etanol, metanol, reagen folin-ciocalteu, sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), asam galat, asam askorbat, 2,2-Diphenil-1-pikrahidrazil (DPPH), barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ).

### Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah oven (Memmert GmbH, Jerman), sonikator (Branson Ultrasonic Cleaner 8510E MTH, USA), rotary evaporator (Eyela, Jepang), vortek, sentrifuge (Gemmy, Taiwan) spektrofotometer UV-Vis (Thermoscientific, USA), FTIR spectrophotometer (SHIMADZU, Jepang).

### Penanganan sampel

Daun yang dipanen langsung dibersihkan, dipisahkan dari tulang daunnya, dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dalam oven suhu 40 °C selama 24 jam. Setelah itu daun dihancurkan, disaring menggunakan mesh 20 dan disimpan untuk proses ekstraksi.

### Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan cara menimbang 20 gram bubuk daun talas beneng dan ditambahkan berbagai pelarut sesuai perlakuan yaitu air, aseton, heksana, dan kloroform sebanyak 40 mL. Larutan tersebut disonikasi pada suhu

ruang selama 30 menit dan disaring untuk diambil filtratnya. Ampas yang didapat ditambahkan masing-masing pelarut sebanyak 40 mL, disonikasi selama 30 menit pada suhu ruang, disaring dan filtratnya dicampur dengan hasil penyaringan tahap 1. Proses ekstraksi terhadap ampas tersebut diulang sebanyak 1 kali. Tahapan berikutnya adalah menghilangkan pelarut dari setiap filtrat menggunakan rotary evaporator pada suhu 40 °C sehingga didapat ekstrak kering (Syabana et al., 2021).

### Analisis total fenol

Analisis diawali dengan melarutkan 10 mg sampel dengan 1 mL metanol, divortek, disonikasi dan disentrifugasi. Sejumlah 0,2 mL ekstrak sampel dicampur dengan 1,8 mL akuades dan 1 mL reagen folin-ciocalteu. Campuran didiamkan selama 8 menit, langsung ditambahkan dengan 3 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 %, dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu kamar. Larutan selanjutnya diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm. Kuantifikasi total fenol dilakukan dengan menggunakan asam galat sebagai standar sehingga hasilnya diekspresikan sebagai ekuivalen asam galat/g ekstrak (mg GAE/g) (Correia Da Silva et al., 2010).

### Analisis penangkapan radikal bebas

Sampel ekstrak 10 mg dilarutkan dengan 1 mL etanol. Selanjutnya, 2 mL sampel ditambahkan dengan 2 mL 2,2-Diphenil-1-picrylhydrazyl (DPPH) 125  $\mu\text{M}$ , pada waktu yang sama blanko juga dibuat dari 4 mL metanol. Semua campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit pada kondisi gelap dan suhu ruang. Aktivitas penangkapan radikal bebas ditentukan dengan cara mengukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Correia Da Silva et al., 2010). Aktivitas penangkapan radikal bebas diukur dengan satuan persen menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Aktivitas penangkapan radikal bebas (\%)} = \left[ \frac{(B-S)}{B} \right] \times 100 \%$$

B= absorbansi blanko; S= absorbansi sampel

Perhitungan nilai penangkapan radikal bebas sebanyak 50 % ( $\text{IC}_{50}$ ) dilakukan dengan cara membuat serangkaian konsentrasi sampel, lalu diukur absorbansinya dan dihitung aktivitas penangkapan radikal bebasnya. Tahapan

berikutnya adalah menghubungkan data aktivitas penangkapan radikal bebas (%) (sebagai y) dengan konsentrasi sampel (sebagai x) sehingga didapat persamaan linier tertentu. Lalu y pada persamaan tersebut diganti dengan nilai 50 sehingga didapat nilai x sebagai konsentrasi (IC<sub>50</sub>) dari suatu ekstrak.

#### Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared)

Analisis FTIR dilakukan dengan menggunakan FTIR spectrophotometer. Preparasi sampel dilakukan dengan mencampur 2 mg ekstrak dan 180 mg barium klorida lalu dibuat pelet dengan menggunakan alat tekan hidrolik pada tekanan 8 ton selama 15 menit. Setelah itu dilakukan *scanning* sampel pada bilangan gelombang 4000 sampai 400 cm<sup>-1</sup> dengan resolusi 4 cm<sup>-1</sup>. Spektra FTIR yang didapat diproses menggunakan software OPUS ver 4.2 (Bruker, Germany) dan spectragryph v1.2.11 (Umar et al., 2021).

#### Analisis statistika

Data kadar total fenol dan penangkapan radikal bebas yang didapat dianalisis lebih lanjut dengan statistik one way *Analysis of Varians* (ANOVA) dengan derajat kepercayaan 95 % menggunakan SPSS 23. Hasil berbeda nyata diuji lebih lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi merupakan tahapan awal yang penting dilakukan untuk dapat menganalisis profil fitokimia dan juga aktivitas fungsional suatu bahan alam. Pada tahapan ini akan terjadi destruksi sampel secara fisik dan kimiawi sehingga senyawa kimia pada sampel akan lepas dari matrik bahannya, lalu tertarik dan terlarut pada media pelarut yang digunakan (Zhang et al., 2018). Oleh karena itu proses ekstraksi daun beneng menggunakan berbagai polaritas pelarut ini diharapkan dapat memberi gambaran awal profil senyawa fitokimia dan juga aktivitas penangkapan radikal bebasnya sehingga daun ini dapat dimanfaatkan secara lebih luas.

#### Kadar Total Fenol

Fenolik merupakan salah satu jenis senyawa metabolit sekunder yang dicirikan dengan adanya satu atau lebih gugus OH terikat pada cincin aromatik benzena. Senyawa ini umum terdapat pada tanaman dari yang strukturnya sederhana seperti hidrogenbenzena (asam protokatekuat dan

galat) sampai kompleks seperti *tannin* (*gallotannin* dan *ellagitannin*) (Al Mamari, 2021).

Polaritas senyawa fenol pada bahan alam juga beragam dari non polar sampai polar (Galanakis et al., 2013). Oleh karena itu, polaritas pelarut ekstraksi merupakan salah satu faktor penting untuk dapat melakukan karakterisasi senyawa fenolik. Beberapa penelitian melaporkan bahwa senyawa fenolik umumnya banyak terekstrak dengan pelarut semi-polar. Meskipun demikian golongan ini telah teridentifikasi terdapat juga pada ekstrak non polar dan juga polar. Kaczorová et al. (2021) melaporkan bahwa profil senyawa fenolik pada bunga *Achillea lingulata* dipengaruhi oleh polaritas pelarut ekstraksinya. Senyawa *p*-hidroksi asam benzoat dan asam salisilat diidentifikasi terdapat pada ekstrak petroleum eter, kloroform, dan etanol, sedangkan pada ekstrak air tidak terdeteksi. Sebaliknya asam klorogenat dan kafeat hanya terdapat pada ekstrak kloroform, etanol dan air. Oleh karena itu, pada penelitian ini proses ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut yang berbeda kepolarannya dari non polar yaitu heksana (indeks polaritas/PI: 0,1), kloroform (PI: 4,1), aseton (PI: 5,1), dan air (10,1) (Sadek, 2002).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar total fenol pada daun talas beneng bervariasi dengan nilai terbesar didapat dari ekstrak kloroform, diikuti heksana, aseton dan air dengan nilai masing-masing 11,24; 9,62; 5,73; dan 5,42 mg GAE/g ekstrak (Gambar 1). Analisis statistik menunjukkan bahwa variasi pelarut berbeda nyata terhadap kadar total fenol, terutama antara kloroform, heksana, dan aseton-air.

Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik senyawa fenolik pada daun talas beneng cenderung bersifat semipolar- dan nonpolar. Senyawa fenolik yang bersifat kurang polar seperti flavon dan flavonol termetilasi dapat terekstrak pada pelarut kloroform, aseton, diklorometan, dietil eter, heksana, dan etil asetat (Grigonis et al., 2005). Ekstrak kloroform daun andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) dilaporkan mengandung senyawa fenolik seperti rutin, *quecetin*, dan apigenin (Seal, 2016).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Nur-Izzati et al. (2021) melaporkan bahwa kandungan total fenol terbesar daun *Alocasia longiba* (famili *Araceae*) terdapat pada ekstrak etil asetat yaitu sebesar 46 mg GAE/g, diikuti ekstrak methanol dan heksana dengan nilai masing-

masing 32,93 dan 31,78 mg GAE/g. Menariknya, etil asetat memiliki nilai PI yang dekat dengan kloroform yaitu 4,4 (PI kloroform= 4,1). Hasil yang berbeda didapat dari analisis total fenol pada *C. esculenta* yang melaporkan bahwa ekstrak yang paling tinggi adalah metanol (PI 5,1), etanol (PI 5,2) dan terakhir adalah etil asetat (Nur-Hadirah et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa profil senyawa metabolit sekunder pada bahan alam salah satunya dipengaruhi oleh varietas dan polaritas pelarut ekstraksinya.

Kadar total fenol daun talas beneng pada penelitian ini cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan *family Araceae* lainnya seperti *C. esculenta*, *X. violaceum* dan *X. taioba* dengan nilai masing-masing adalah 31,7; 245; dan 24,1 mg GAE/g (Dos Santos et al., 2022; Nur-Izzati et al., 2021; Picerno et al., 2003). Selain disebabkan oleh perbedaan spesies, perbedaan profil senyawa metabolit sekunder pada tanaman juga dikarenakan adanya perbedaan tempat tumbuh tanaman (kondisi agro-klimat), usia panen dan juga teknik pengeringan (Imran et al., 2014).

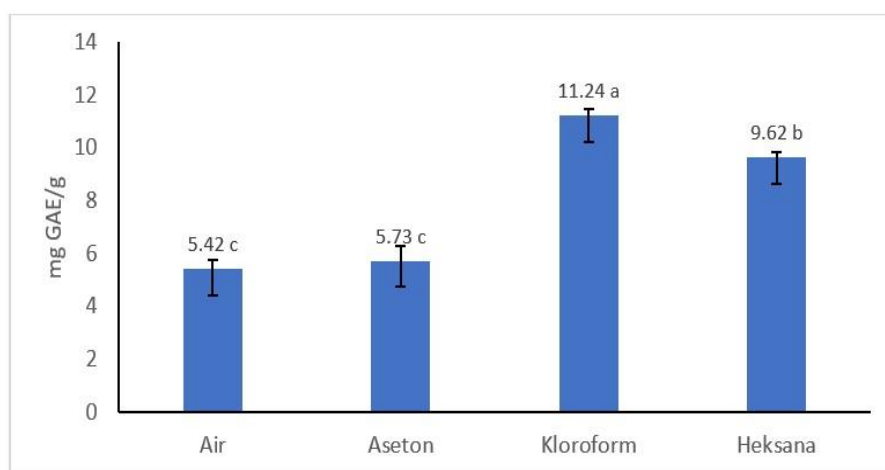
#### Aktivitas penangkapan radikal bebas

Bahan alam dari tanaman umumnya memiliki senyawa metabolit sekunder yang beragam dengan jumlah ratusan bahkan ribuan jenis. Senyawa tersebut dibutuhkan tanaman salah satunya untuk mempertahankan diri menghadapi cekaman biotik dan abiotik. Sedangkan bagi manusia, senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dapat dimanfaatkan secara

lebih luas, salah satunya untuk pencegahan atau pengobatan penyakit tertentu yang lebih dikenal sebagai potensi fungsional (Yeshi et al., 2022).

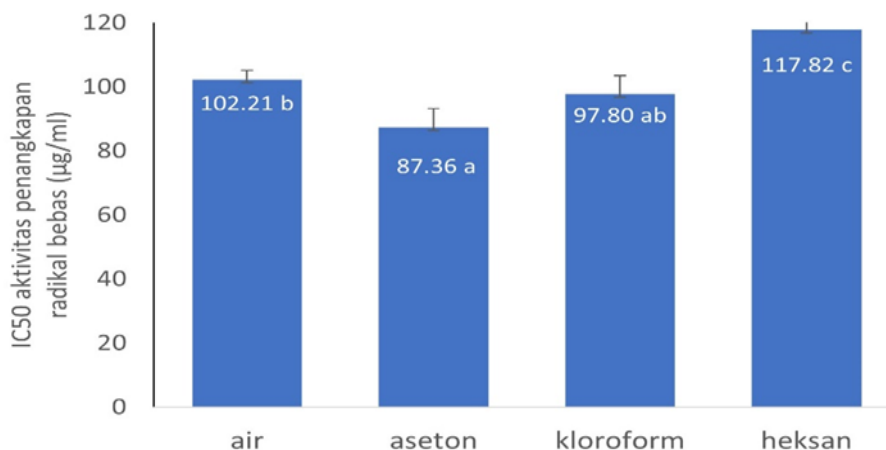
Aktivitas penangkapan radikal bebas merupakan salah satu potensi fungsional dari bahan alam yang sering dianalisis. Aktivitas ini terkait dengan kemampuan untuk menangkap dan menetralkan radikal bebas, sehingga menurunkan reaktivitasnya untuk merusak membran dan juga inti sel (Lobo et al., 2010). Pada penelitian ini aktivitas penangkapan radikal bebas berbagai ekstrak daun talas beneng dilakukan dengan menganalisis kemampuannya untuk menetralkan radikal *Diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). Secara visual reaksi ini terlihat dengan adanya perubahan warna dari ungu menjadi kuning.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas ( $IC_{50}$ ) daun beneng yang diekstrak dengan pelarut yang berbeda kepolarannya berada pada rentang 87-117  $\mu\text{g/ml}$ , sehingga termasuk kategori sedang (*moderately-strong active*) (Phongpaichit et al., 2007). Nilai  $IC_{50}$  pada gambar 2 menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas tertinggi didapat dari ekstrak aseton dengan nilai 87,36  $\mu\text{g/ml}$ , diikuti oleh ekstrak kloroform, air, dan heksana dengan nilai masing-masing 97,80; 102,21; dan 117,82  $\mu\text{g/ml}$ . Analisis statistik menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas ekstrak aseton tidak berbeda nyata dengan kloroform tetapi berbeda nyata dengan ekstrak air dan heksana.



Gambar 1 Kadar total fenol (mg GAE/g) daun talas beneng yang diekstrak menggunakan pelarut yang berbeda kepolarannya.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada diagram batang menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5 %



Gambar 2 Nilai aktivitas penangkapan radikal bebas (IC<sub>50</sub>) daun talas beneng yang diekstrak menggunakan pelarut yang berbeda kepolarnya.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada diagram batang menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Data ini sesuai dengan hasil penelitian ekstrak kejomput yang menyatakan bahwa ekstraksi menggunakan pelarut semi polar seperti metanol, aseton, dan etanol menghasilkan aktivitas penangkapan radikal bebas yang lebih tinggi dibandingkan pelarut polar (air) (Domithesa et al., 2021). Hasil penelitian ekstrak kulit buah salak juga mendapatkan pola data yang serupa dengan penelitian ini bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas yang lebih kuat didapat pada pelarut air dibandingkan dengan pelarut heksana (Islamiyati dan Pujiastuti, 2020). Senyawa antioksidan (salah satunya senyawa yang dapat mengikat radikal bebas) umumnya memiliki gugus polar seperti hidroksil (-OH), karboksilat (-COOH), dan amina (-NH<sub>2</sub>) yang dapat berinteraksi dengan pelarut polar dan semipolar seperti air, metanol, dan etanol (Charlton et al., 2023). Interaksi ini memungkinkan senyawa antioksidan untuk terlarut dengan baik dalam pelarut polar dan semipolar, sehingga meningkatkan kemampuan pelarut untuk mengekstraksi senyawa dari bahan tanaman.

Banyak penelitian melaporkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas tanaman dipengaruhi oleh senyawa metabolit sekunder yang jenisnya beragam dan jumlahnya terbatas. Hasil aktivitas penangkapan radikal bebas pada penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak aseton memiliki aktivitas tertinggi (meskipun tidak berbeda nyata dengan ekstrak kloroform), sedangkan kadar total fenol tertinggi didapat dari ekstrak kloroform.

Analisis korelasi menggunakan pearson menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas tidak berkorelasi dengan kadar total fenol ( $R= 0,3484$  dan  $R^2=0,121$ ,  $R^2 > 0,05$ ). Hasil ini relevan dengan Gan et al. (2013) yang melaporkan bahwa kadar total fenol ekstrak semipolar berbagai jenis jamur tidak berkorelasi dengan aktivitas penangkapan radikal bebas. Selain komponen fenolik, senyawa metabolit sekunder pada tanaman yang memiliki aktivitas penangkapan radikal bebas diantaranya adalah kelompok terpenoid dan alkaloid. Wang et al. (2019) melaporkan bahwa senyawa golongan terpenoid seperti  $\alpha$ -pinene, limoneneat, dan nerol memiliki aktivitas penangkapan radikal dengan IC<sub>50</sub> masing-masing sebesar 12,57; 13,35; dan 26,08 mg/mL. Secara spesifik, mekanisme senyawa metabolit sekunder dalam menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan protonnya (*hydrogen atom transfer/ HAT*) atau memindahkah elektronnya (*single electron transfer/ SET*) (Gebicki dan Nauser, 2021).

Data aktivitas penangkapan radikal bebas daun talas beneng baru pertama kali dilaporkan pada penelitian ini. Menariknya, aktivitas penangkapan radikal bebas daun talas beneng yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan daun talas-talasan lainnya. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ekstrak metanol daun talas padang (*C. gigantea*) dan bogor memiliki nilai IC<sub>50</sub> aktivitas penangkapan radikal bebas berturut-turut sebesar 67,68 dan 1068,3 µg/ml (Alam et al., 2021; Eugenio et al., 2017). Laporan lain menyebutkan bahwa ekstrak

air daun talas bogor, padang, dan belitung (*X. sagitifolium*) memiliki aktivitas penangkapan radikal bebas masing-masing sebesar 74,18; 72,7; dan 70,91  $\mu\text{g/ml}$  (Arlin et al., 2019). Potensi aktivitas penangkapan radikal bebas daun talas beneng yang dihasilkan pada penelitian ini merupakan data penting yang dapat digunakan untuk dasar pengembangan produk pangan fungsional. Ketersediaan bahan baku yang melimpah menjadi daya tarik selanjutnya untuk pengembangan komoditas ini. Dalam aplikasinya, produk pangan fungsional berbasis daun tanaman ini bisa berupa teh herbal maupun minuman siap konsumsi.

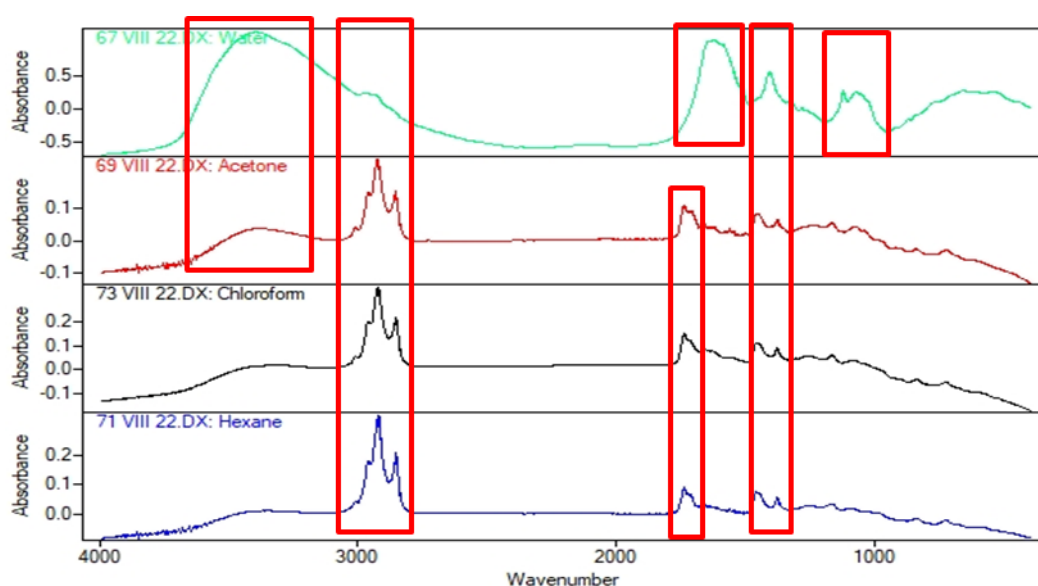
### FTIR

Dewasa ini eksplorasi potensi aktivitas fungsional tanaman baik secara *in vitro*, *in vivo*, dan *in silico* telah banyak dilakukan. Pada prosesnya, eksplorasi diawali dengan melakukan karakterisasi dan bahkan identifikasi senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman tersebut. *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) merupakan salah satu teknik analisis yang dapat digunakan untuk melakukan karakterisasi senyawa khususnya untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang menjadi ciri khas senyawa tertentu (Nandiyanto et al., 2019).

Pada penelitian ini, karakterisasi senyawa daun talas beneng pada ekstrak heksana,

kloroform, aseton, dan air dilakukan dengan menggunakan FTIR pada rentang bilangan gelombang 400 sampai 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Secara umum, posisi gugus fungsi pada spektrum FTIR dapat dikelompokkan menjadi 4 rentang bilangan gelombang, yaitu pada (1) 4000-2500  $\text{cm}^{-1}$  yang mengindikasikan gugus fungsi rantai tunggal (OH, NH, dan CH), (2) 2500-2000  $\text{cm}^{-1}$  terkait gugus fungsi rangkap tiga (C=C, C=N), (3) 2000-1500  $\text{cm}^{-1}$  gugus fungsi rangkap dua (C=C, C=O, dan C=N), dan (4) daerah sidik jari pada 1500-400  $\text{cm}^{-1}$  (Nandiyanto et al., 2019).

Hasil analisis menunjukkan bahwa spektrum FTIR ekstrak heksana, kloroform, dan aseton memiliki profil hampir mirip terutama merujuk pada kesamaan peak yang muncul pada 2659-2960, 2920-2925, 2851-2853, 1736, dan 1452-1453  $\text{cm}^{-1}$ , meskipun nilai absorbansinya berbeda-beda. Berdasarkan data tersebut dapat diduga bahwa ketiga ekstrak memiliki senyawa yang cenderung mirip dengan kelimpahan (konsentrasi) senyawa yang tidak sama (Wang et al., 2023). Perbedaan nilai absorbansi (yang linier dengan kelimpahannya) diduga terkait dengan nilai aktivitas penangkapan radikal bebas yang tidak sama antar ekstrak tersebut (Gambar 2). Khusus pada ekstrak aseton, perbedaan nilai tersebut juga dapat disebabkan oleh munculnya peak yang berbeda yaitu pada 3394  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 3 Overlay spektrum FTIR daun talas beneng yang diekstrak menggunakan pelarut yang berbeda polaritasnya yaitu: (a) air; (b) aseton; (c) kloroform, dan (d) heksana (dari atas ke bawah).

Garis kotak merah menandakan peak yang menjadi pembeda antar ekstrak

Tabel 1 Rekapitulasi peak yang muncul pada spektrum FTIR daun talas beneng pada berbagai polaritas pelarut ekstraksi

Pelarut	Sampel/ekstrak		Jenis ikatan	Jenis ikatan
	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Absorbansi		
Air	3399,66	1,17	3200-3600	O-H
	2965,94	0,25	2890-2970	C-H Alkana
	1618,96	1,06	1610-1680	C=C Alkena
	1406,58	0,57	1340-1470	C-H Alkana
	1122,36	0,29	1050-1300	C-O
Aseton	3394,42	0,04	3200-3600	O-H
	2960	0,15	2890-2970	C-H Alkana
	2925,44	0,25	2890-2971	C-H Alkana
	2853,24	0,15	2890-2972	C-H Alkana
	1736,42	0,11	1750-1700	C=O Karbonil
	1458,65	0,08	1470-1430	CH <sub>3</sub> Metil
Kloroform	2959,96	0,2	2890-2970	C-H Alkana
	2922,64	0,35	2890-2970	C-H Alkana
	2852,07	0,22	2890-2971	C-H Alkana
	1736,98	0,15	1750-1700	C=O Karbonil
	1452,47	0,11	1470-1430	CH <sub>3</sub> Metil
Heksana	2959,85	0,18	2890-2970	C-H Alkana
	2920,12	0,34	2890-2970	C-H Alkana
	2851,08	0,21	2890-2971	C-H Alkana
	1736,34	0,09	1750-1700	C=O Karbonil
	1459,68	0,07	1470-1430	CH <sub>3</sub> Metil

Profil spektrum FTIR ekstrak air jauh berbeda dengan ketiga ekstrak lainnya (Gambar 3). Sehingga diduga senyawa pada ekstrak air berbeda dengan ketiga ekstrak lainnya. Untuk memastikan perbedaan tersebut perlu dilakukan identifikasi senyawa pada setiap ekstrak yang pada prosesnya memerlukan analisis lanjutan menggunakan HPLC dan LC-MS.

Analisis spektrum FTIR pada rentang 4000-2500 cm<sup>-1</sup> menunjukkan bahwa pada spektrum ekstrak air terdapat serapan yang cukup tinggi dan lebar pada 3395 cm<sup>-1</sup>, sangat rendah pada ekstrak aseton, dan pada ekstrak kloroform dan heksana tidak ada. Munculnya peak ini mengindikasikan adanya gugus hidroksil yang terkait dengan senyawa bermuatan polar. Keberadaan gugus ini pada ekstrak air juga dikonfirmasi dengan adanya puncak pada rentang 1600-1300, 1200-1000 dan 800-600 cm<sup>-1</sup> (Rohman et al., 2021). Hidroksil juga merupakan gugus penyusun senyawa fenolik yang memiliki peran besar untuk menangkap radikal bebas. Jumlah dan posisi ikatan hidroksil merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kuat lemahnya aktivitas penangkapan radikal bebas suatu senyawa (Platzer et al., 2022).

Analisis lebih lanjut menggunakan pemodelan menunjukkan bahwa gugus hidroksil pada senyawa fenolik cenderung melakukan *sequential electron transfer proton transfer* (SETPT) dibanding *hydrogen atom transfer* (HAT) untuk melakukan menetralkan radikal bebas (Boulebd et al., 2022).

Spektrum FTIR pada gambar 3 menunjukkan bahwa ekstrak aseton, kloroform, dan heksana memiliki peak yang sama pada 2924 dan 2853 cm<sup>-1</sup> yang mengindikasikan adanya rantai alifatik panjang (alkana/C-H) (Tabel 1). Sebaliknya pada rentang 2500-2000 cm<sup>-1</sup> tidak ada peak yang muncul pada keempat ekstrak yang mengindikasikan tidak adanya struktur rangkap tiga.

Data menarik terdapat pada rentang 2000-1500 cm<sup>-1</sup> dengan adanya beberapa peak yang muncul pada setiap ekstrak. Pada ekstrak air terdapat peak tajam pada 1618 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya ikatan rangkap C=C. Sedangkan pada ekstrak aseton, kloroform, dan heksana terdapat peak pada 1736 cm<sup>-1</sup> yang mengindikasikan keberadaan gugus karbonil (C=O) sederhana seperti ketone, aldehid, ester



atau karboksil (Nandiyanto et al., 2019; Rohman et al., 2021).

Gugus karbonil memiliki peranan penting terkait aktivitas antioksidan suatu senyawa. De Souza et al. (2003) berhasil memverifikasi dengan menggunakan analisis stoikiometri dan NMR spektroskopi bahwa flavonoid seperti catechol dan rutin dapat mengikat pro-oksidan  $Fe^{2+}$  terutama pada sisi 3-OH dan 4-karbonil pada cincin C. Sedangkan aktivitas gugus karbonil dalam menangkap radikal bebas belum banyak di eksplorasi. Penelitian secara mendalam menggunakan *in silico* untuk mengetahui mekanisme kerja kelompok senyawa *hydrazone* dalam menangkap radikal bebas menunjukkan bahwa gugus karbonil justru memperlemah aktivitas tersebut (Boulebd et al., 2022) Hal ini terjadi karena gugus karbonil menghalangi delokalisasi elektron untuk menstabilkan senyawa radikal.

Spektrum FTIR seluruh ekstrak menunjukkan bahwa peak banyak muncul pada daerah sidik ( $1500-400\text{ cm}^{-1}$ ), meskipun dengan intensitas rendah. Identifikasi pada daerah ini perlu hati-hati terutama untuk membedakan antara peak dengan noise. Pada spektrum FTIR ekstrak air terlihat adanya peak pada daerah 1406, 1122, dan  $1072\text{ cm}^{-1}$  yang masing-masing menunjukkan adanya ikatan C-H, C-O, dan regangan OH. Sedangkan pada ketiga ekstrak lainnya terdapat peak yang muncul dengan intensitas rendah pada 1458 dan  $1377\text{ cm}^{-1}$  yang masing-masing terkait dengan adanya gugus metil dan regangan OH (Gad dan Bouzabata, 2017).

### KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa polaritas pelarut ekstraksi mempengaruhi kadar total fenol, aktivitas penangkapan radikal bebas dan juga profil spektrum FTIR daun talas beneng. Ekstraksi daun talas beneng dengan berbagai pelarut yaitu heksana, kloroform, aseton, dan air menghasilkan kadar total fenol berturut-turut 9,62; 11,24; 5,73; dan 5,42 mg GAE/g, sedangkan aktivitas penangkapan radikal bebas ( $IC_{50}$ ) masing-masing ekstrak tersebut adalah 57,02; 45,48; 36,83; dan 44,44  $\mu\text{g/ml}$ . Selain itu, spektrum FTIR daun talas beneng yang diekstrak dengan pelarut heksana, kloroform, dan aseton mempunyai profil serupa, sedangkan profil spektral ekstrak air jauh berbeda. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan produk pangan fungsional berbasis daun talas

beneng sehingga diharapkan nilai ekonominya meningkat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui skema penelitian fundamental regular tahun 2023 dengan nomor kontrak B/609/UN43.9/PT.00.03/2023.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, A., Yuliana, N.D., Regiyana, Y., Kusumaningrum, H.D. 2023. Identification of Antibacterial Components in Indonesian Minor Spices Using Chromatographic Fingerprinting and Multivariate Data Analysis. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 29(4), 356–374. <https://doi.org/10.1080/10496475.2023.2182860>
- Al Mamari, H. 2021. *Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis*. 1–22. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98958>
- Alam, S., Rashid, M.A., Sarker, M.M.R., Emon, N.U., Arman, M., Mohamed, I.N., Haque, M.R. 2021. Antidiarrheal, antimicrobial and antioxidant potentials of methanol extract of *Colocasia gigantea* Hook. f. leaves: evidenced from *in vivo* and *in vitro* studies along with computer-aided approaches. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03290-6>
- Arlin, B.D., Fadjar, K.H., Nunuk, H. 2019. *Identification of Nutrition, Phytochemicals and Antioxidants Taro (Colocasia sp)*. 2–6. <https://doi.org/10.4108/eai.30-7-2019.2287620>
- Boulebd, H., Zine, Y., Khodja, I.A., Mermer, A., Demir, A., Debache, A. 2022. Synthesis and radical scavenging activity of new phenolic hydrazone/hydrazide derivatives: Experimental and theoretical studies. *Journal of Molecular Structure*, 1249(September). <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131546>
- Budiarto, S., Rahayuningsih, Y. 2017. Potensi nilai ekonomi Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) berdasarkan kandungan

- gizinya. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 1(1), 1–12.
- Caxito, M.L.C., Correia, R.R., Gomes, A.C.C., Justo, G., Coelho, M.G.P., Sakuragui, C.M., Kuster, R.M., Sabino, K.C.C. 2015. In Vitro Antileukemic Activity of *Xanthosoma sagittifolium* (Taioba) Leaf Extract. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/384267>
- Charlton, N.C., Mastuyugin, M., Török, B., Török, M. 2023. Structural Features of Small Molecule Antioxidants and Strategic Modifications to Improve Potential Bioactivity. *Molecules*, 28(3). <https://doi.org/10.3390/molecules28031057>
- Chawla, S., Nisha, R., Archana, S., Chatterjee, R., M, A.S., Vidya, M., Rajadurai, M. 2020. Antioxidant Analysis and Phytochemical Screening of *Colocasia Esculenta* Leaf Extract. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 12(1), 129–132.
- Domithesa, M.C., Putra, I.N.K., Wiadnyani, A.A.I.S. 2021. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kejompot (*Crassocephalum crepidioides*) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 10(1), 67. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i01.p07>
- Correia Da Silva, T.B., Souza, V.K.T., Da Silva, A.P.F., Lyra Lemos, R.P., Conserva, L.M. 2010. Determination of the phenolic content and antioxidant potential of crude extracts and isolated compounds from leaves of *Cordia multispicata* and *Tournefortia bicolor*. *Pharmaceutical Biology*, 48(1), 63–69. <https://doi.org/10.3109/13880200903046146>
- De Souza, R.F.V., Sussuchi, E.M., De Giovani, W.F. 2003. Synthesis, electrochemical, spectral, and antioxidant properties of complexes of flavonoids with metal ions. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*, 33(7), 1125–1144. <https://doi.org/10.1081/SIM-120023482>
- Dos Santos, O.V., da Cunha, N.S.R., Duarte, S.de P.de A., Soares, S.D., da Costa, R.S., Mendes, P.M., Martins, M.G., Do Nascimento, F.D.C.A., Figueira, M.de S., Duarte, S.de P.de A., Teixeira-Costa, B.E. 2022. Determination of bioactive compounds obtained by the green extraction of taioba leaves (*Xanthosoma taioba*) on hydrothermal processing. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–7. <https://doi.org/10.1590/fst.22422>
- Eugenio, M.H.A., Pereira, R.G.F.A., Abreu, W.C.de., Pereira, M.C.de A. 2017. Phenolic compounds and antioxidant activity of tuberous root leaves. *International Journal of Food Properties*, 20(12), 2966–2973. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1263654>
- Fatmawaty, A.A., Hermita, N., Hastuti, D., Kartina, A.M., Hilal, S. 2019. Phytochemical analysis of beneng taro (*Xanthosoma undipes* K.Koch) leaves: Cultivation as raw material for biopesticides for eco-friendly agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 383(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/383/1/012006>
- Gad, H.A., Bouzabata, A. 2017. Application of chemometrics in quality control of Turmeric (*Curcuma longa*) based on Ultra-violet, Fourier transform-infrared and <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. In *Food Chemistry* (Vol. 237). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.022>
- Galanakis, C.M., Goulas, V., Tsakona, S., Manganaris, G.A., Gekas, V. 2013. A knowledge base for the recovery of natural phenols with different solvents. *International Journal of Food Properties*, 16(2), 382–396. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.522750>
- Gan, C.H., Nurul A.N.B., Asmah, R. 2013. Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*agaricus bisporous* and *agaricus brasiliensis*). *International Food Research Journal*, 20(3), 1095–1102.
- Gebicki, J.M., Nauser, T. 2021. Fast antioxidant reaction of polyphenols and their metabolites. *Antioxidants*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/antiox10081297>
- Grigonis, D., Venskutonis, P.R., Sivik, B., Sandahl, M., Eskilsson, C.S. 2005. Comparison of different extraction

- techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*). *Journal of Supercritical Fluids*, 33(3), 223–233.  
<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2004.08.006>
- Haliza W., Kailaku, Yuliani., S. 2012. Penggunaan Mixture Response Surface Methodology Pada Optimasi Formula Brownies Berbasis Tepung Talas Banten (*Xanthosoma undipes* K. Koch) Sebagai Alternatif Sumber Serat. *J. Pascapanen*, 9(2), 96–106.
- Imran, M., Rasool, N., Rizwan, K., Zubair, M., Riaz, M., Zia-Ul-Haq, M., Rana, U.A., Nafady, A., Jaafar, H.Z.E. 2014. Chemical composition and Biological studies of *Ficus benamina*. *Chemistry Central Journal*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-12>
- Islamiyati, R., Pujiastuti, E. 2020. Perbandingan Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksan, Etil Asetat dan Air Ekstrak Etanol Kulit Buah Salak Menggunakan Metode Peredaman Radikal Bebas DPPH. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 4(2), 169–174. <https://doi.org/10.31596/cjp.v4i2.110>
- Kaczorová, D., Karalija, E., Dahija, S., Bešta-Gajević, R., Parić, A., Čavar Zeljković, S. 2021. Influence of extraction solvent on the phenolic profile and bioactivity of two achillea species. *Molecules*, 26(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules26061601>
- Kaensombath, L., Lindberg, J.E. 2012. Effect of replacing soybean protein by taro leaf (*Colocasia esculenta* (L.) schott) protein on growth performance of exotic (Landrace × Yorkshire) and native (Moo Lath) lao pigs. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 45–51. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0172-7>
- Li, H.M., Hwang, S.H., Kang, B.G., Hong, J.S., Lim, S.S. 2014. Inhibitory effects of *Colocasia esculenta* (L.) Schott constituents on aldose reductase. *Molecules*, 19(9), 13212–13224. <https://doi.org/10.3390/molecules190913212>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Marino, A., Battaglini, M., Moles, N., Ciofani, G. 2022. Natural Antioxidant Compounds as Potential Pharmaceutical Tools against Neurodegenerative Diseases. *ACS Omega*, 7(30), 25974–25990. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03291>
- Mofor E.G., Boudjeko, T. 2019. Different Flavonoid Profiles in *Xanthosoma sagittifolium* L. Schott Leaves (White and Red CV) During Growth under the Influence of Poultry Manure and NPK Fertilizers Antitumor activities of some african herbal medicine View project. *Ijsrm*, 13(3). [www.ijrsm.humanjournals.com](http://www.ijrsm.humanjournals.com)
- Mulyati, S., Nuraeni. 2017. Studi preferensi konsumen terhadap atribut keripik talas beneng. *Jurnal Agribisnis Terpadu*, 9(1), 1–11.
- Nandiyanto, A.B.D., Oktiani, R., Ragadhita, R. 2019. How to read and interpret ftr spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118. <https://doi.org/10.17509/ijost.v4i1.15806>
- Nur-Hadirah, K., Arifullah, M., Nazahatul, A.A., Klaiklay, S., Chumkaew, P., Norhazlini, M.Z., Zulhazman, H. 2021. Total phenolic content and antioxidant activity of an edible Aroid, *Colocasia esculenta* (L.) Schott. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 756(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012044>
- Nur-Izzati, M., Arifullah, M., Nazahatul, A.A., Klaiklay, S., Chumkaew, P., Norhazlini, M.Z., Abdulhafiz, F., Zulhazman, H. 2021. Elucidation of total phenolic content and antioxidant activity in medicinal Aroid, *Alocasia longiloba* Miq. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 756(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012043>
- Phongpaichit, S., Nikom, J., Rungjindamai, N., Sakayaroj, J., Hutadilok-Towatana, N., Rukachaisirikul, V., Kirtikara, K. 2007. Biological activities of extracts from endophytic fungi isolated from *Garcinia* plants. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51(3), 517–525.

- <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00331.x>
- Picerno, P., Mencherini, T., Lauro, M.R., Barbato, F., Aquino, R. 2003. Phenolic Constituents and Antioxidant Properties of *Xanthosoma violaceum* Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(22), 6423–6428. <https://doi.org/10.1021/jf030284h>
- Platzer, M., Kiese, S., Tybussek, T., Herfellner, T., Schneider, F., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P. 2022. Radical Scavenging Mechanisms of Phenolic Compounds: A Quantitative Structure-Property Relationship (QSPR) Study. *Frontiers in Nutrition*, 9(April), 4–8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.882458>
- Putri, N.A., Riyanto, R.A., Budijanto, S., Raharja, S. 2021. Quality Improvement of Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) Flour as Banten Potential Local Product: A Preliminary Study. *Journal of Tropical AgriFood*, 3(2), 1–10.
- Rafi, M., Meitary, N., Septaningsih, D.A., Bintang, M. 2020. Phytochemical profile and antioxidant activity of guazuma ulmifolia leaves extracts using different solvent extraction. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 31(3), 171–180. <https://doi.org/10.22146/ijp.598>
- Rohman, A., Ikhtiarini, A.N., Setyaningsih, W., Rafi, M., Aminah, N.S., Insanu, M., Irnawati, I., Santosa, D. 2021. The Use of Chemometrics for Classification of Sidaguri (*Sida rhombifolia*) Based on FTIR Spectra and Antiradical Activities. *Indonesian Journal of Chemistry*, 21(6), 1568–1576. <https://doi.org/10.22146/IJC.64360>
- Sadek, P.C. 2002. *The HPLC Solvent guide Second Edition*. John Wiley and Sons.
- Seal, T. 2016. HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and ascorbic acid in four different solvent extracts of zanthoxylum acanthopodium, a wild edible plant of meghalaya state of india. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(3), 103–109.
- Suhaendah, E., Fauziyah, E., P, L.A.G., Sudomo, A. 2021. Pertumbuhan talas beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) pada Pola Agrofestrapi. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 4(1), 61–68.
- Syabana, M.A., Yuliana, N.D., Batubara, I., Fardiaz, D. 2021. Antidiabetic activity screening and nmr profile of vegetable and spices commonly consumed in Indonesia. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41, 254–264. <https://doi.org/10.1590/fst.14120>
- Umar, A.H., Ratnadewi, D., Rafi, M., Sulistyaningsih, Y.C. 2021. Untargeted metabolomics analysis using ftir and uhplc-q-orbitrap hrms of two curculigo species and evaluation of their antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities. *Metabolites*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/metabo11010042>
- Wakeel, A., Jan, S. A., Ullah, I., Shinwari, Z.K., Xu, M. 2019. Solvent polarity mediates phytochemical yield and antioxidant capacity of *Isatis tinctoria*. *PeerJ*, 2019(10), 1–19. <https://doi.org/10.7717/peerj.7857>
- Wang, C.Y., Chen, Y.W., Hou, C.Y. 2019. Antioxidant and antibacterial activity of seven predominant terpenoids. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 230–238. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1582541>
- Wang, X., He, X., Wang, X. 2023. FTIR Analysis of the Functional Group Composition of Coal Tar Residue Extracts and Extractive Residues. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/app13085162>
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejerite, E., Wangchuk, P. 2022. Plant secondary metabolites produced in response to abiotic product development. *Molecules*, 27(1), 313.
- Zhang, Q.W., Lin, L.G., Ye, W.C. 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>