

**ANALISIS KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER KULIT
BUAH AREN (*Arenga pinnata* L.) MENGGUNAKAN
METODE GC-MS**

SKRIPSI

OLEH:

**DEDI KURNIAWAN
178210001**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)18/1/24

**ANALISIS KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER KULIT
BUAH AREN (*Arenga pinnata* L.) MENGGUNAKAN
METODE GC-MS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Pertanian
Universitas Medan Area



OLEH:

**DEDI KURNIAWAN
178210001**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/1/24

Access From (repository.uma.ac.id)18/1/24

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : ANALISIS KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER KULIT
BUAH AREN (*Arenga Pinnata* L.) MENGGUNAKAN METODE
GC-MS.

Nama : Dedi Kurniawan

NPM : 178210001

Fakultas : Pertanian

Program Studi : Agroteknologi

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Ifan Aulia Candra, SP.M.Biotek
Pembimbing



Dr. Ir. Zulheri Noer, MP
Dekan



Angga Ade Sahfitra, SP, M.Sc
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 05 Oktober 2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang saya susun ini sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan area yang merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Skripsi ini, yang saya kutip dari hasil karya orang lain, yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam Skripsi ini.

Medan, 05 Oktober 2023

yang menyatakan


Dedi Kurniawan
178210001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dedi Kurniawan
NPM : 178210001
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non Ekklusif (Non- Exclusive Royalty – Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “ Analisis Kandungan Metabolit Sekunder Kulit Buah Aren (*Arenga pinnata* L.) Menggunakan Metode GC-MS” Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Fakultas Pertanian
Pada tanggal : 05 Oktober 2023

Yang menyatakan



Dedi Kurniawan

ABSTRAK

Pengendalian hama yang umum dipakai oleh petani selama ini cenderung hanya mengandalkan pestisida sintetik dengan menganggap hama akan cepat mati jika diberikan dosis yang relatif tinggi padahal banyak tanaman yang bisa digunakan sebagai pengendali hama secara alami (biopestisida). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit buah aren dengan menggunakan GC-MS sebagai peluang pengembangan untuk biopestisida. Metode yang digunakan ialah experimental dan deskriptif. Analisis data menggunakan hasil output kromatogram dan spektrum GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah aren mengandung 13 senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai biopestisida. Senyawa-senyawa tersebut dapat dikategorikan menjadi 7 golongan sebagai berikut: (1) Keton, terdiri dari senyawa *2,3-Pentanedione*, *4-methyl* dan *3-(1-Hydroxy-2,2-dimethylpropyl)-2-cyclohexenone*, (2) Lakton, terdiri dari senyawa *4H-Pyran-4-one*, dan *2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl*, (3) Aldehida, terdiri dari senyawa (*5-Hydroxymethylfurfural*, *Benzaldehyde*, *2-hydro*), dan *Benzaldehyde*, *2-hydro*, (4) Fenol, terdiri dari senyawa *2-Methoxy-4-vinylphenol*, dan *Phenol*, *2-methoxy-4-(1-propenyl)*- (5) Amina, terdiri dari senyawa *1H-1,2,4-Triazole-3,5-diamine*, *1-acetyl* dan (6) Alkohol, terdiri dari senyawa *3-Hydroxy-2-(3-methoxyprop-2-enyl)tetrahydropyran*, dan *3-Decen-2-one*, (7) Terpen, meliputi senyawa *Phytol* dan *Squalene*.

Kata Kunci: *Arenga pinnata* L., Biopestisida, GC-MS, Metabolit Sekunder

ABSTRACT

Pest control commonly used by farmers so far tends to rely only on synthetic pesticides by assuming pests will die quickly if given relatively high doses even though many plants can be used as natural pest control (biopesticide). The purpose of this study was to identify the types of secondary metabolite compounds contained in palm fruit peels by using GC-MS as a development opportunity for biopesticides. The method used is experimental and descriptive. Data analysis using chromatogram output results and GC-MS spectrum. The results showed that palm peel extract contains 13 secondary metabolite compounds that have the potential as biopesticides. These compounds can be categorized into 7 groups as follows: (1) Ketones, consisting of compounds 2,3-Pentanedione, 4-methyl and 3-(1-Hydroxy-2,2-dimethylpropyl)-2-cyclohexenone), (2) Lactones, consisting of compounds 4H-Pyran-4-one, and 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl, (3) Aldehydes, consisting of compounds (5-Hydroxymethylfurfural, Benzaldehyde, 2-hydro), and Benzaldehyde, 2-hydro, (4) Phenol, consisting of compounds 2-Methoxy-4-vinylphenol, and Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-(5) Amine, consisting of compounds 1H-1,2,4-Triazole-3,5-diamine, 1-acetyl and (6) Alcohol, consisting of compounds 3-Hydroxy-2-(3-methoxyprop-2-enyl)tetrahydropyran), and 3-Decen-2-one, (7) Terpenes, including compounds Phytol and Squalene.

Keywords: Arenga pinnata L., Biopesticide, GC-MS, Secondary Metabolites.

RIWAYAT HIDUP

Dedi Kurniawan lahir pada tanggal 23 Mei 1997 di Batu Madingding, Kabupaten Mandailing Natal, merupakan anak dari sepasang ayahanda Kakman dan ibunda Rodiah penulis merupakan putra ke 3 dari 3 bersaudara.

Penulis bersekolah di Sekolah dasar (SD) negri 142684 kecamatan Batang Natal, Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatra Utara 2010 melanjutkan sekolah di Pondok Pesantren Muthafawiyah Purba Baru, kecamatan Lembah Sorik Marapi, Kabupaten Mandailing Natal provinsi Sumatra Utara, jurusan IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Pada Tahun 2017 menjadi Mahasiswa di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan.

Pada tahun 2020 penulis menyelesaikan praktek kerja lapangan (PKL) di UPTD Mandailing Godang, kecamatan Panyabungan, kabupaten Mandailing Natal, provinsi Sumatra Utara

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif guna penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan judul "Analisis Kandungan Metabolit Sekunder Kulit Buah Aren (*Arenga pinnata* L.) Menggunakan Metode GC-MS". Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Terima kasih penulis sampaikan kepada;

1. Dr. Ir. Zulheri Noer, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Angga Ade Sahfitra, S.P., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
3. Ifan Aulia Candra, S.P.M.Biotek selaku pembimbing yang telah banyak memberikan kritik dan saran demi perbaikan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staf dan Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
5. Kedua orangtua, Ayah dan Ibu tercinta atas jerih payah dan do'a serta dorongan moral dan materi yang diberikan kepada Penulis
6. Kakak, Abang dan Adik atas segala doa dan perhatiannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan yang telah membantu dan memberikan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
8. Kepala dan pegawai Laboratorium Kimia Bahan Alam Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

9. Kepala dan pegawai kantor BEA dan CUKAI Belawan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian ini.

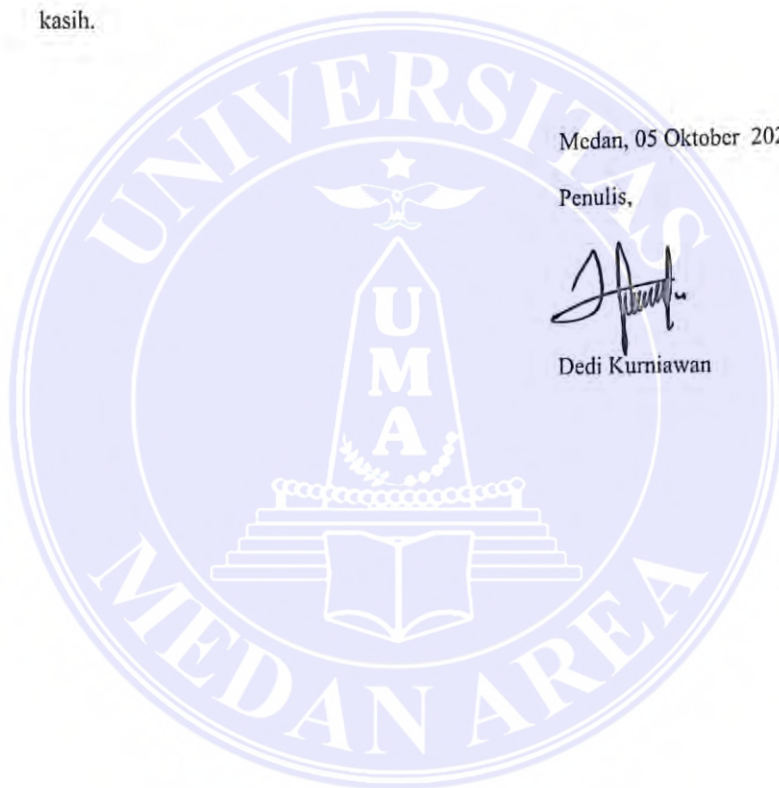
Penulis menyadari bahwa tugas skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 05 Oktober 2023

Penulis,



Dedi Kurniawan



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
ABSTRAK	
<i>ABSTRACT</i>	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis Penelitian.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanaman Aren (<i>Arenga pinnata</i> L)	5
2.2. Metabolit.....	10
2.3. Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS).....	20
III METODE PENELITIAN	22
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat	22
3.3. Metode Penelitian.....	22
3.4. Prosedur Kerja	22
IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil Penelitian	25
4.2. Pembahasan	29
IV SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Simpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Chromatograms MS Spectrum 2,3-Pentanedione, 4-methyl</i>	30
2. <i>Chromatograms 2,3-Pentanedione, 4-methyl</i>	30
3. <i>MS Spectrum 3-(1-Hydroxy-2,2dimethylpropyl)-2cyclohexenone</i>	31
4. <i>Chromatograms 3-(1-Hydroxy-2,2dimethylpropyl)-2cyclohexenone</i> ...	32
5. <i>MS Spectrum 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5dihydroxy-6 methyl..</i>	33
6. <i>Chromatograms 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5dihydroxy-6 methyl</i>	33
7. <i>MS Spectrum 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5dihydroxy-6 methyl..</i>	35
8. <i>Chromatograms 5-Hydroxymethylfurfural</i>	35
9. <i>MS Spectrum 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5dihydroxy-6 methyl..</i>	36
10. <i>Chromatograms 2-Methoxy-4vinylphenol</i>	37
11. <i>MS Spectrum 1H-1,2,4Triazole-3,5-diamine, 1acetyl</i>	38
12. <i>Chromatograms 1H-1,2,4Triazole-3,5-diamine, 1acetyl</i>	39
13. <i>MS Spectrum 3-Decen-2-one</i>	40
14. <i>Chromatograms 3-Decen-2-one</i>	40
15. <i>MS Spectrum 3-Hydroxy-2-(3methoxyprop-2enyl) tetrahydropyran ..</i>	41
16. <i>Chromatograms 3-Hydroxy-2-(3methoxyprop-2enyl)</i>	42
17. <i>MS Spectrum Phenol, 3,4dimethoxy</i>	43
18. <i>Chromatograms Phenol, 3,4dimethoxy</i>	43
19. <i>MS Spectrum Benzaldehyde, 2-hydro</i>	44
20. <i>Chromatograms Benzaldehyde, 2-hydro</i>	45
21. <i>MS Spectrum Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)</i>	46
22. <i>Chromatograms Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)</i>	46
23. <i>MS Spectrum Phytol</i>	47
24. <i>Chromatograms Phytol</i>	48
25. <i>MS Spectrum Squalene</i>	49
26. <i>Chromatograms Squalene</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Deskripsi Tanaman Aren	55
2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	56
3. <i>Output</i> GC-MS	57
4. Dokumentasi Penelitian	61
5. Surat Keterangan Penelitian	62



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kutu kebul (*Bemisia tabaci*) adalah serangga hama yang dapat menyebabkan kerusakan langsung dan kerusakan tidak langsung (sebagai vektor) penyakit pada tanaman. Kerusakan yang disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh *B. tabaci* cenderung lebih merugikan dibanding dengan kerusakan langsung yang disebabkan oleh hama itu sendiri. Persentase infeksi virus Gemini berkorelasi positif dengan populasi serangga vektor, terutama serangga yang viruliferous. Geminivirus dinamakan berdasarkan bentuk partikel virion yang berbentuk *quasi-icosahedral*. Virus ini memiliki spektrum luas karena kemampuannya menginfeksi hampir seluruh jenis tanaman dari tanaman pangan, industri, perkebunan hingga hortikultura (Candra, I.A., & Syamsu, F.D.). Insidensi dan severitasnya dilaporkan semakin meningkat dari tahun ketahun sehingga menimbulkan kerugian yang signifikan pada sektor pertanian (Bowdoin, 2013).

Infeksi yang disebabkan oleh Geminivirus pada umumnya akan menyebabkan perubahan orientasi ekspresi gen tanaman, menghambat program kematian sel, merubah jalur secara molekuler, menyebabkan hambatan sinyal sel dan penggantian protein yang berakhir pada blockade sistem ketahanan tanaman serta sinyal hormonal. Selain itu infeksi ini akan menghambat produksi small interfering RNA (siRNA) yang selanjutnya akan mengganti metilasi DNA, micro RNA (miRNA) dan sering menyebabkan perkembangan yang abnormal (Noris dan Catoni (2020). Interaksi ini menyebabkan gejala yang umum seperti, daun menguning dan keriting, kerdil, pada umumnya tanaman yang terserang pada fase generatif maka akan mengalami kegagalan (Trisno *et al*, 2012).

Pengendalian hama yang umum dipakai oleh petani selama ini cenderung hanya mengandalkan pestisida sintetik dengan menganggap hama akan cepat mati jika diberikan dosis yang relatif tinggi. Kebiasaan petani dalam menggunakan pestisida kadang tak sesuai aturan, selain dosis yang digunakan melebihi takaran, petani juga sering mencampur beberapa jenis pestisida, dengan alasan untuk meningkatkan daya racunnya pada hama tanaman. Tindakan yang demikian sebenarnya sangat merugikan, karena dapat menyebabkan semakin tinggi tingkat pencemaran pada lingkungan oleh pestisida (Sugiartoto, *et al.* 2019).

Kontaminasi lingkungan, resistensi serangga, kebangkitan, dan toleransi terhadap pestisida hanyalah beberapa efek merugikan dari penggunaan bahan kimia insektisida yang berkelanjutan oleh masyarakat (Buchori *et al.*, 2017). Akibatnya, pestisida nabati harus dikembangkan untuk mengendalikan jatuhnya populasi hama kutu kebul dan virus Gemini untuk mengurangi efek berbahaya dari insektisida sintetis.

Kulit buah aren (*Arenga pinnata L.*) memiliki peran penting dalam ekologi dan pemanfaatan tradisional. Secara morfologis, kulit buah aren merupakan lapisan luar buah yang melindungi isi buahnya. Selain berfungsi sebagai pelindung, kulit buah aren juga memiliki potensi nilai tambah yang signifikan. Kaya akan serat dan nutrisi, kulit buah aren dapat digunakan dalam berbagai produk pangan dan industri (Mariati 2013). Penggunaan tradisional kulit buah aren sebagai bahan anyaman dan bahan bakar telah diterapkan secara luas di beberapa daerah. Selain itu, kulit buah aren juga dapat berperan dalam pengembangan produk-produk berbasis bahan alam, seperti penghasil bioaktif dan senyawa

antimikroba (Harahap, 2019).

Analisis fitokimia ekstrak etanol kulit aren telah mengungkapkan adanya bahan kimia metabolit sekunder termasuk flavonoid, triterpenoid, saponin, dan tanin. Pengujian toksisitas berbasis indikator *Artemia salina* Nilai LC50 toksik diamati pada larva *L. udang* (Rochmat *et al*, 2016). Tanaman kelapa sawit, menurut penelitian tertentu, memiliki banyak bahan kimia antioksidan. Banyak zat kimia yang berbeda dapat ditemukan di akar sawit, termasuk senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin. Nilai IC50 galactomanan sebagai antioksidan dalam buah kurma dilaporkan 20,45 ppm. Kalender Ratnayanti 2021

Ketika datang ke fotosintesis, pertumbuhan, respirasi, transportasi zat terlarut, translokasi, sintesis protein, penyerapan, nutrisi, diferensiasi, dan penciptaan karbohidrat, protein, dan lipid, metabolit sekunder sama sekali tidak diperlukan. Berbeda dengan metabolit primer (asam amino, nukleotida, gula, dan lipid), yang dapat ditemukan di hampir setiap kerajaan tumbuhan, metabolit sekunder biasanya ditemukan hanya pada satu atau sejumlah kecil spesies.

Metabolit sekunder membantu tanaman merespons dan bertahan hidup di lingkungan yang tidak bersahabat dengan bertindak sebagai mekanisme pertahanan, seperti mengusir predator, memikat penyerbuk, dan mengirimkan sinyal kimia (Julianto, 2019). Oleh sebab itu, untuk mengetahui lebih lanjut kandungan kimiawi dan susunan metabolit sekunder yang dimiliki dari kulit aren ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang **“Analisis Kandungan Metabolit Sekunder Kulit Buah Aren Dengan Menggunakan Metode GC-MS”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apa saja metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kulit buah aren sebagai peluang pengembangan untuk biopestisida?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit buah aren dengan menggunakan GC-MS sebagai peluang pengembangan untuk biopestisida.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam komunitas ilmiah, penelitian ini mengungkapkan rincian tentang zat yang dikenal sebagai metabolit sekunder yang ditemukan di kulit buah aren.
2. Penelitian ini memiliki potensi untuk menginformasikan praktik pertanian (masyarakat), seperti penggunaan kulit buah aren sebagai biopestisida.

1.5. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis kandungan metabolit sekunder kulit aren lebih efisien dengan menggunakan metode GC-MS
2. Metabolit sekunder pada kulit aren teridentifikasi sangat lengkap termasuk tannin, saponin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan steroid.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Aren (*Arenga pinnata* L.)

Tanaman aren kadang-kadang dikenal sebagai pinang, milik keluarga *Arecaceae* dan diklasifikasikan sebagai tanaman biji tertutup (*Angiospermae*) karena biji buahnya tertutup di dalam buah itu sendiri. Pohon palem dan tanaman hampir identik dengan pohon kelapa (*Cocos nucifera*). Batang pohon palem dan pohon kelapa berbeda. Jika dibandingkan dengan pohon palem, yang memiliki batang yang sangat kotor karena batangnya dibungkus hitam dan sangat kuat, sehingga tidak mungkin untuk mengambil atau menghilangkan bahkan daun tua, pohon kelapa memiliki batang pohon yang bersih, di mana daun dan piring kapas mudah diambil. Sebagai akibat dari faktor-faktor ini, pakis telah menjajah batang pohon palem yang telanjang (Mariati 2013; Webliana 2020; Rini 2010).

Tangkai bunga palem adalah sumber utama untuk produksi gula aren. Gula aren lebih populer daripada bentuk gula Jawa lainnya karena memiliki aroma yang menyenangkan. Gula merah dan gula jawa adalah nama untuk gula aren, yang digunakan dalam konteks pengobatan. Mirip dengan cara pembuatan sagu, tepung dapat diekstraksi dari buah kelapa. Jika dikeringkan dengan benar, tepung ini akan bertahan selama bertahun-tahun dan sangat bagus untuk mereka yang menderita masalah pencernaan.

Selain itu, ijuk pohon dapat digunakan untuk membuat sapu, tali, dan produk lainnya. Ia tahan terhadap pembusukan dengan sangat baik dan dapat tetap berada di tanah selama beberapa dekade. Daunnya juga bisa berfungsi sebagai bahan atap hunian. Tanaman seperti Sufir dan begonia mendapat manfaat untuk menjaga lubang drainase agar tidak menutup (Nawang Sari, 2006).

2.1.1. Proses Penyerbukan Tanaman Aren

Pohon palem dan tanaman palem adalah contoh tanaman monoecious karena mereka menghasilkan bunga jantan dan betina di pohon atau tanaman yang sama. Jika daun terpendek dari pohon ini dipotong, ia akan berhenti tumbuh. Awal musim mekar mungkin bisa diantisipasi. Ini juga merupakan musim puncak untuk kandungan tepung atau pati batang sawit (disebut periode bunting). Usia rata-rata di mana semak ini menghasilkan bunga pertamanya adalah 12-16 tahun. Bunga mekar lebih lambat di ketinggian yang lebih tinggi. Bunga betina cenderung mekar terlebih dahulu. Sifat terbuka tongkol dan helai bunga palem menunjukkan bahwa mereka tidak pernah tersampir tertutup (tinggi). Contoh lain melibatkan bunga kelapa yang sebelumnya dikemas dalam sarung.

Bunga betina, atau putik, berkumpul bersama seperti butiran beras. Bunga betina pertama yang mekar di batang tanaman ditempatkan enam pelepah daun di bawah simpul pertumbuhan. Karena bunga jantan belum mekar, bunga betina layu dan mati. Bunga jantan muncul sekitar 3 bulan setelah mekar betina, tetapi serbuk sari mereka tidak dapat membuahi putik bunga betina yang tertunda, sehingga pohon palem tidak berbuah. Karena bunga jantan tidak memiliki sarung, ia dapat duduk di samping rekannya pada untaian di mana untaian, berjumlah sekitar 25, terkait dengan banyak.

Bunga jantan berwarna ungu dan elips seperti peluru, tumbuh hingga panjang 1,2-1,5 cm, jika butirannya melingkar dan hijau dan beristirahat sendirian di atas benang. Pada saat jatuh tempo, bunga jantan mengembangkan kulit luar yang patah dan banyak benang sari emas. Kelimpahan serbuk sari emas telah tumbuh di masing-masing kepala sari. Sekitar enam bulan kemudian, setelah

bunga jantan mekar, bunga betina mekar lagi, kali ini pada segmen batang tepat di bawah lokasi bunga asli. Selalu mekar betina akan tumbuh dari tangkai bunga jantan. Dalam kebanyakan kasus, pembentukan buah dimungkinkan setelah penyerbukan terjadi pada tahap ini. Bunga di pohon palem, akibatnya, mekar lebih rendah dan lebih rendah setiap tahun, semakin dekat ke permukaan tanah. Bunga berkembang lebih jarang pada pohon palem dewasa. Temuan tersebut dapat dilihat pada (Mariati, 2013).

Metabolit primer yang ditemukan pada tumbuhan meliputi gula, pati, dan lipid, sedangkan metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan meliputi alkaloid, flavonoid, steroid/terpenoid, saponin, dan tanin. Metabolit sekunder yang aktif secara biologis diproduksi oleh tanaman sebagai mekanisme pertahanan terhadap hal-hal seperti cuaca ekstrem, serangan hama, dan penyakit (Muthmainnah B, 2017). Tanaman kelapa sawit adalah salah satu dari banyak sumber daya hutan Indonesia yang berharga. Ini digunakan dalam berbagai produk sehari-hari. Air batang, ijuk, buah, dan getah hanyalah beberapa dari sekian banyak kegunaan tanaman aren (*Arenga pinnata* L.) di komunitas ini (Grace S, 2017).

2.1.2. Sistematika dan Morfologi Aren

Taksonomi Aren adalah sebagai berikut: Plantae (Kerajaan), Magnoliophyta (Divisi), Liliopsida (Kelas), Arecales (Ordo), Areaceae (Keluarga), *Arenga* (Genus), dan *Arenga pinnata* (Spesies)) (Marsiwi: 2012). Aren adalah spesies tanaman tahunan yang dapat tumbuh hingga 2 meter dan lebar 60 sentimeter (Ramadani, 2008). Kanopi daun pada pohon palem dewasa dapat naik

setinggi 20 meter di atas batang pohon (Harahap, 2019). Tidak mungkin untuk melihat batang pohon muda karena tersembunyi di balik pangkal pohon palem daun. Batang menjadi terlihat setelah daun terendah jatuh. Serat hitam, yang berasal dari pangkal tangkai daun, menyelimuti permukaan batang. Dengan panjang daun maksimal 8 meter, panjang daun 1 meter, jumlah daun 100 atau lebih pada setiap sisinya, pangkal daun 2 dan ujung daun yang kadang-kadang bergerigi, permukaan atas berwarna hijau, bagian bawah berwarna putih, dan bagian tengah bertepung (Ramadani, *et al*, 2008).

Kanopi pohon palem adalah tempat hijau (kelompok daun). Daun pohon palem biasanya berdiri tegak di tangkai ketika mereka masih sangat muda. Area daun yang membusuk mengembang di batang dan berkontraksi di ujung daun. Daun palem "bersirip" karena susunan daun di sepanjang pelepah mirip dengan duri sirip ikan. Daun palem bersirip aneh mendapatkan namanya dari fakta bahwa ujungnya tidak cocok. Hitam menutupi pelepah daun, dan massa seperti kapas coklat, sangat halus dan mudah terbakar, telah berkumpul di puncak. Orang Jawa Barat menyebut massa di dasar pelepah daun palem kawul, sedangkan orang Tana toraja menyebutnya baruk, dan orang beru menyebutnya beru (Bugis). (Rizal, 2015).

2.1.3. Syarat Tumbuh Tanaman Aren

Pohon palem dapat tumbuh subur di berbagai jenis tanah, termasuk tanah liat berpasir dan tanah berkapur. Namun, tanah yang terlalu asam akan membunuh tanaman ini. Tanah subur antara 500 dan 800 meter di atas permukaan laut sangat ideal untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan produksi buah di Indonesia;

Sawit masih akan tumbuh subur di ketinggian yang lebih rendah dan lebih tinggi, tetapi akan menghasilkan lebih sedikit buah.

Perkembangan tanaman ini juga dipengaruhi secara signifikan oleh jumlah curah hujan yang diterimanya. Untuk pertumbuhan optimal, pohon palem membutuhkan iklim yang berkisar dari ringan hingga agak hujan dan menerima setidaknya 1200 milimeter hujan setiap tahun. Daerah basah dan berbukit, di mana pohon-pohon palem dan tanaman keras eksotis lainnya bertahan meskipun iklimnya gersang, juga rentan terhadap perubahan lingkungan. Oleh karena itu, tanaman ini tidak memerlukan sinar matahari langsung dan intens (Hilmanto, 2015).

2.1.4. Manfaat Tanaman Aren

Bagian pohon palem yang memiliki aplikasi praktis meliputi:

1. Kayu bakar dapat dibuat dari akar kering. Akar juga digunakan dalam menenun dan sebagai agen cambuk.
2. Kayu bakar dapat dibuat dari batang dan batang kering. Batang ini sering dibagi untuk membuat talang (saluran air) atau tongkat jalan. Pati dan amilum dalam batang palem menyediakan sumber nutrisi siap pakai, maka asal usul istilah "sagu" untuk bahan teras ini.
3. daun dari pohon aren, yang digunakan untuk mengemas gula aren untuk dijual. Anda juga bisa menggunakan daun ini sebagai kayu bakar. Sapu terbang dan keranjang tenun dapat dibuat dari tulang daun. Daun palem muda telah digunakan sebagai pengganti kertas rokok pada kesempatan.
4. Getah, atau air gula, dapat diekstraksi dari tangkai bunga dan tongkol palem deres. Gula aren dapat dibuat dari nira (gula jawa).

5. buah palem; Biji buah aren, biasa disebut kolang kaling, dapat digunakan untuk membuat es / kolak, angkle, bubur, atau permen saat dimasak.
6. Serat yang tumpang tindih; Serat-serat ini, yang dikenal sebagai duk atau ijuk, bergabung dengan tangkai dan berwarna hitam. Duk atau ijuk ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk namun tidak terbatas pada: tali, tampan, sapu, sikat, keset, genteng, dan lainnya (Safari, 1995).

2.1.5. Pemanfaatan Pohon Aren Secara Ekologi dan Ekonomi

Keuntungan ekologis dan moneter hanyalah dua dari banyak cara di mana pohon palem berkontribusi pada komunitas mereka (Talumeo, D. 2004).

1. Dalam hal ekologi, pohon palem cenderung mengelompok di lereng dan di sepanjang tepi sungai. Pohon palem tumbuh subur di daerah yang tidak cocok untuk pertumbuhan semak atau bentuk vegetasi alami lainnya, seperti daerah yang telah digunakan sebagai kebun atau sebagai hutan sekunder. Obat akar, seperti yang digunakan untuk sakit gigi dan penyakit ginjal, telah digunakan selama berabad-abad. Dan karena serat pohon palem sangat kuat di akarnya, pohon palem yang ditanam di sepanjang tepi sungai dapat membantu menghindari banjir dan tanah longsor dengan menahan tanah di tempatnya.
2. Getah adalah sumber pendapatan dalam produksi gula aren, dan produk sampingan lainnya dan komponen pohon kelapa sawit memiliki banyak aplikasi praktis juga. Ini termasuk: sapu, sapu, filter air, tali, batang sebagai bantalan, tiang rumah, jembatan, daun sebagai bahan atap, sapu, dan empulur untuk sayuran dan tepung aren; kulit kayu untuk dinding, rantai pemalas tanah, sikat; buah-buahan sebagai kolang kali.

2.2 Metabolit

Metabolit adalah intermediet atau molekul yang tidak stabil dengan paruh waktu yang pendek dalam reaksi kimiawi dan produk dari metabolisme. Metabolit adalah molekul yang terbentuk sebagai hasil dari proses metabolisme dalam organisme. Proses metabolisme mencakup berbagai reaksi kimia yang terjadi di dalam sel untuk mengubah senyawa-senyawa yang ada menjadi bentuk yang lebih sederhana atau kompleks, atau untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh sel.

Metabolit dapat berupa intermediet atau produk akhir dari reaksi metabolisme. Intermediet adalah molekul yang terbentuk selama jalur metabolisme dan berfungsi sebagai langkah antara dalam serangkaian reaksi kimia. Mereka biasanya tidak stabil dan memiliki paruh waktu yang pendek karena mereka segera digunakan dalam reaksi selanjutnya. Sementara itu, produk metabolit adalah hasil akhir dari jalur metabolisme. Mereka adalah molekul yang stabil dan tidak terlibat langsung dalam reaksi metabolisme selanjutnya. Produk metabolit dapat berupa senyawa yang digunakan sebagai bahan bakar energi, molekul struktural dalam sel, atau zat yang dikeluarkan dari tubuh sebagai produk sampingan (Wishart, D. S., 2016).

Contoh metabolit termasuk glukosa, yang merupakan intermediet dalam jalur metabolisme karbohidrat, dan karbon dioksida (CO₂), yang merupakan produk akhir dari respirasi seluler. Selain itu, beberapa senyawa seperti asam amino, lipid, dan senyawa sekunder yang dihasilkan oleh organisme seperti tumbuhan, juga dapat dianggap sebagai metabolit. Metabolit memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan energi dan nutrisi dalam organisme.

Mereka berperan dalam pengaturan berbagai fungsi seluler dan proses biologis, termasuk pertumbuhan, perbaikan jaringan, pembentukan protein, dan sintesis senyawa lain yang diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme.

2.2.1 Metabolit primer

Metabolit primer adalah bahan kimia molekul kecil yang merupakan produk akhir metabolisme dan digunakan sebagai blok bangunan untuk makromolekul atau diubah menjadi koenzim. Metabolit primer adalah bahan kimia kecil yang diubah menjadi makromolekul atau koenzim sebagai produk akhir dari jalur metabolisme. Mereka memainkan peran penting dalam banyak proses biokimia seluler meskipun berat molekulnya kecil.

Sebagai contoh, glukosa adalah salah satu contoh metabolit primer yang penting dalam metabolisme karbohidrat. Glukosa merupakan produk akhir dalam jalur pemecahan karbohidrat dan merupakan sumber energi utama dalam sel. Glukosa dapat digunakan langsung untuk menghasilkan ATP (adenosin trifosfat), yang merupakan sumber energi utama dalam sel, atau dapat disimpan sebagai glikogen untuk digunakan di kemudian hari. Selain itu, asam amino juga merupakan metabolit primer yang penting dalam sintesis protein (Nelson, 2017).

Asam organik seperti asam sitrat, asam fumarat, asam amino, dan lain-lain termasuk serta bahan kimia perantara dalam rute embden-meyerhof, pentosa fosfat, siklus siklus krebs (H. Furqoni, 2014). Asam amino merupakan bahan dasar untuk pembentukan rantai polipeptida dalam sintesis protein. Proses metabolisme asam amino melibatkan degradasi asam amino yang tidak diperlukan dan sintesis asam amino baru yang dibutuhkan oleh sel (Nelson, 2017).

2.2.2 Metabolit Sekunder

Molekul organik yang ditemukan pada tanaman yang memiliki potensi untuk mempengaruhi organisme hidup secara fisiologis dikenal sebagai metabolit sekunder. Meskipun zat metabolisme sekunder tidak begitu penting untuk kelangsungan hidup organisme seperti yang terlibat dalam metabolisme utama, mereka tetap diperlukan untuk kelangsungan hidup mereka. Feromon pada hewan dan senyawa pada tumbuhan keduanya memainkan peran penting dalam komunikasi. Alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, dan tanin adalah contoh bahan kimia metabolit sekunder (Rizal, 2011).

Biosintesis metabolit primer menghasilkan zat yang dikenal sebagai metabolit sekunder. Secara umum, tanaman tingkat tinggi menciptakannya sebagai bentuk pertahanan diri daripada karena sangat penting untuk kelangsungan hidup mereka. Metabolit sekunder yang ditemukan pada tumbuhan memiliki efek pada fungsi biologisnya. Ini adalah struktur kimia molekul yang pada akhirnya menentukan aksi biologisnya. Kelompok molekul dan komponen struktural senyawa memiliki efek signifikan pada aktivitas biologisnya karena berhubungan langsung dengan mekanisme aksi senyawa pada reseptor dalam tubuh. Struktur molekul yang unik dapat berinteraksi secara khusus dengan reseptor target, memicu respons biologis yang diinginkan. Gugus-gugus fungsional pada senyawa dapat berinteraksi dengan situs aktif reseptor melalui ikatan hidrogen, ikatan kovalen, atau interaksi non-kovalen lainnya, yang mempengaruhi aktivasi atau inhibisi reseptor tersebut. Selain itu, unit struktur juga dapat mempengaruhi stabilitas senyawa, kelarutan, distribusi dalam tubuh, dan kerja senyawa pada jalur metabolisme (Lisdawati, 2007).

A. Alkaloid

Alkaloid adalah kelas basa nitrogen heterosiklik yang ditemukan secara alami pada tanaman. Prekursor umum yang digunakan dalam rute metabolisme yang mengarah ke alkaloid digunakan untuk mengkategorikan alkaloid ke dalam kelompok yang berbeda. Alkaloid detoksifikasi berfungsi untuk menghilangkan zat-zat berbahaya dalam tubuh (Astriyani, 2018). Namun, perlu dicatat bahwa efek detoksifikasi dan mekanisme kerja alkaloid lainnya dapat bervariasi tergantung pada senyawa spesifik dan interaksi mereka dengan sistem biologis dalam tubuh. Penting untuk memperoleh informasi yang akurat dan terpercaya mengenai senyawa alkaloid tertentu dan konsultasi dengan tenaga medis atau ahli farmasi sebelum menggunakan atau mengandalkan senyawa tersebut untuk tujuan detoksifikasi.

Karena tidak ada sistem yang diterima secara universal untuk penamaan alkaloid, seperti kina, morfin, atau stikin, istilah "alcoide" selalu digunakan. Hampir setiap judul gila ini mengacu pada aspek alcoides. Menurut definisi yang diberikan oleh Winterstein dan Trier, alkaloid adalah bahan kimia yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang bersifat basa dan termasuk atom nitrogen. Meskipun banyak alkaloid berbahaya bagi manusia dalam dosis yang cukup, banyak juga memiliki aktivitas fisiologis yang signifikan jika diberikan secara klinis. Secara umum, alkaloid tidak memiliki pigmentasi. Sifat optiknya umum. Nikotin adalah salah satu dari sedikit zat yang merupakan cairan pada suhu sekitar; sisanya semua kristal (Rizal, 2011).

Secara umum, alkaloid dapat dipecah menjadi tiga kategori:

1. Alkaloid sejati adalah turunan asam amino yang basa dan termasuk cincin

nitrogen heterosiklik.

2. Produk sampingan asam amino adalah dasar untuk alkaloid gabungan. Tidak ada atom nitrogen heterosiklik dalam strukturnya. Kandungan alkaloid total memiliki pH basa. Asam amino alami seperti meskalina disintesis oleh tubuh.
3. Pseudo-alkaloid adalah basa tanaman aktif yang tidak memiliki koneksi biosintesis dengan asam amino meskipun mengandung nitrogen heterosiklik. Untuk membuat pseudo-alkaloid, asam asetat dan asam poliketoniilat digunakan untuk membuat molekul terpenoid. Kafein, yang hadir, misalnya, dalam kopi.

Ada terutama tiga jenis alkaloid. Untuk memulai, alkaloid nyata adalah turunan asam amino yang juga bersifat basa dan termasuk cincin nitrogen heterosiklik. Kelas kedua terdiri dari alkaloid campuran, yang merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bukan turunan cincin heterosiklik dari asam amino. Mereka bersifat basa dan diproduksi selama produksi asam amino. Mescaline adalah ilustrasi yang bagus. Pseudo-alkaloid membentuk kategori ketiga; Ini adalah basa tanaman dengan nitrogen heterosiklik yang menunjukkan aktivitas biologis tetapi tidak terhubung ke asam amino dalam biosintesis. Pseudo-alkaloid ini berasal dari asam asetat dan molekul terpenoid asam poliketoniilat. Kafein, yang dapat ditemukan dalam minuman seperti kopi, adalah salah satu contohnya. Oleh karena itu, alkaloid dapat dikategorikan berdasarkan atribut dan asal mereka, dengan masing-masing kategori memiliki fitur pembeda sendiri.

B. Saponin

Senyawa glikosida yang disebut saponin berlimpah dalam kehidupan tanaman. Ketika dikombinasikan dengan air dan gelisah, mereka biasanya

menghasilkan busa. Busa ini dapat terus bertahan untuk waktu yang cukup lama. Saponin mudah larut dalam air tetapi tidak eter. Mereka keras terhadap rasanya dan dapat mengiritasi selaput lendir Anda, yang dapat menyebabkan bersin (Foster, S., & Johnson, R., 2014). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa saponin mungkin memiliki berbagai efek yang bermanfaat. Saponin tertentu, misalnya, telah ditemukan menghambat pertumbuhan bakteri dan virus; Ini meningkatkan sistem kekebalan tubuh; meningkatkan energi; menurunkan kadar gula dan gula darah; dan memfasilitasi pengumpulan darah. Berdasarkan (Hostettmann *et al.*, 2015).

C. Flavonoid

Keluarga bahan kimia fenol yang dikenal sebagai flavonoid sejauh ini adalah yang paling melimpah di alam. Ada pewarna merah, ungu, dan biru di antara bahan kimia ini. Juga, tanaman memiliki pigmen kekuningan yang diinginkan orang. Flavonoid memiliki banyak efek menguntungkan, antara lain merangsang aliran darah dan mencegah pembentukan gumpalan, menurunkan kadar kolesterol dan mencegah penumpukan lemak pada dinding pembuluh darah, menurunkan risiko penyakit jantung, mengurangi peradangan dan nyeri yang disebabkan oleh pembengkakan dan pendarahan, serta melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas (Leny, 2006).

Karena molekul ini ditemukan di berbagai jaringan tanaman — akar, batang, daun, dan buah-buahan — kemungkinan akan dikonsumsi tanpa disadari secara teratur. Karena flavonoid dan isoflavon sangat lazim pada tanaman, dianggap sangat tidak biasa bagi menu restoran untuk mengecualikannya. Hal ini menunjukkan bahwa molekul flavonoid tidak berbahaya bagi tubuh dan, pada

kenyataannya, dapat memiliki efek positif pada kesehatan (Robinson, 2005).

Molekul isoflavon dapat mengalami perubahan selama pemrosesan, baik selama pemrosesan fermentasi maupun non-fermentasi, terutama selama proses hidrolisis, yang mengarah pada pembebasan senyawa isoflavon yang disebut aglikon yang lebih kuat. Genistein, glycitein, dan daidzein adalah molekul aglikon yang dimaksud (Sastrohamidjojo, 2016). Isoflavon, yang membantu menjaga kesehatan tubuh, juga dapat ditemukan dalam beberapa jenis makanan olahan. Kedelai lebih bermanfaat bila dikonsumsi dalam makanan olahan fermentasi.

Bahan kimia fenolik yang paling umum di alam disebut flavonoid, dan ini adalah orang-orang yang memberi tanaman warna ungu, merah, biru, dan kuning yang khas. Tepung putih merupakan bentuk bahan kimia flavonoid yang paling melimpah, yang paling banyak dan ada di mana-mana pada tanaman primula (Putri, 2011). Kebanyakan flavonoid pada tanaman ditemukan dalam keadaan campuran bukan sebagai senyawa tunggal karena mereka biasanya melekat pada molekul gula sebagai glikosida. Selain itu, kombinasi dari dua belas flavonoid yang berbeda umumnya terdeteksi (Putri, 2011).

D. Terpenoid

Minyak atsiri adalah jenis bahan kimia aromatik yang diperoleh dari tanaman melalui distilasi uap atau ekstraksi. Minyak yang diekstrak dari cengkeh, mawar, serai (serai wangi), cucalypsus, peperment, kamfe, sedar (tanaman cedrus), dan yang paling penting adalah contoh minyak esensial. Zat alami dari kategori minyak atsiri yang terdiri dari senyawa organik banyak digunakan dalam bisnis wewangian, serta dalam industri makanan dan farmasi. Berbagai macam tanaman (tidak hanya bunga) memiliki aroma yang menyenangkan. Terpenoid,

yang memiliki antara 10 dan 15 atom karbon, bertanggung jawab atas aroma yang menyenangkan (Putri, 2011).

Senyawa terpen berasal dari kelas molekul karbon dan hidrogen saja dengan rumus empiris C_5H_8 (unit isoprena) yang menghubungkan kepala ke ekor (kepala-ekor). Mirip dengan molekul terpene, terpenoid juga termasuk gugus hidroksil, gugus aldehida, dan keton sebagai gugus fungsional. Terpen dan terpenoid (isoprena) kini dimasukkan bersama sebagai bahan kimia terpenoid (Rizal, 2011).

Hemiterpenoid (C_5), monoterpenoid (C_{10}), seskuiterpenoid (C_{15}), diterpenoid (C_{20}), sesterterpenoid (C_{25}), triterpenoid (C_{30}), tetraterpenoid (C_{40}), dan politerpenoid ($C > 40$) adalah kategori di mana terpenoid dapat ditempatkan berdasarkan jumlah atom karbon yang dikandungnya, seperti yang dijelaskan oleh Rizal (2011). Misalnya, keluarga konifer sangat bergantung pada monoterpenoid (C_{10}) untuk sistem pertahanan mereka. Serangga dapat tertarik pada monoterpenoid karena berbagai alasan (repellent). Mentol, limonene, dan geraniol adalah contoh bahan kimia dalam kategori monoterpenoid yang terkenal karena kegunaannya. Seskuiterpenoid (C_{15}) adalah kelas molekul yang paling beragam, dengan hingga 200 jenis yang berbeda. Mereka memiliki rasa pahit, dan mereka berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman. Artemisinin, komponen aktif *Artemisia annua*, adalah seskuiterpen. Beracun dan dapat dikurangi, diterpenoid (C_{20}) tidak bisa dianggap enteng.

Taxsol, bahan kimia diterpenoid yang digunakan untuk mengobati kanker, diekstraksi dari tanaman yang sering dikenal di Barat sebagai *Passiflora*. Obat tradisional mengakui pentingnya triterpenoid (C_{30}) untuk aktivitas fisiologis

mereka. Bahan aktifnya telah terbukti efektif dalam mengobati diabetes, malaria, dan gangguan menstruasi, dan bahkan sebagai agen antikanker. Misalnya, tanaman mimba, *Azadirachta Indica*, menghasilkan azadirachtin; tanaman sambiloto, *Andrographis paniculata*, menghasilkan andrographolide; dan tanaman digitalis, *Digitalis purpurea*, menghasilkan digitoksin.

E. Steroid

Kolesterol, ergosterol, dan estrogen semuanya adalah turunan steroid, dan semuanya termasuk dalam kelas zat yang disebut turunan lipid (turunan) yang tidak terhidrolisis. Steroid sering digunakan sebagai pengganti hormon. Steroid, dalam definisi paling dasar mereka, adalah kategori molekul kimia yang ditemukan di alam yang memiliki struktur empat cincin, cyclopentanophenantren (androstran). Efek fisiologis telah diamati dengan bahan kimia ini (Rizal, 2011)

Gugus fungsi oksigen (as = O atau OH) hadir dalam C3 di sebagian besar steroid, memberi mereka karakteristik sebagai berikut: termasuk kelompok samping berbasis C17, banyak di antaranya adalah ikatan rangkap antara atom karbon (C4-C5 atau C5-C6) (Rizal, 2011). Kolesterol, steroid yang paling umum dalam jaringan hewan, adalah contoh dari steroid penting. Bahan kimia ini dapat ditemukan dalam konsentrasi tinggi di kedua batu kandung kemih dan kuning telur. Steroid menyumbang sebagian besar produksi hormon seksual genital pria dan wanita (Rizal, 2011).

F. Tanin

Tanin adalah kelompok senyawa polifenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul berkisar antara 1000 hingga 3000. Mereka ditemukan secara luas dalam berbagai tumbuhan dan memiliki sifat astringen, yang

memberikan rasa pahit dan adstringen pada makanan dan minuman seperti teh, anggur merah, dan buah-buahan. Tanin memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks dengan protein, enzim, dan zat-zat lain dalam tubuh manusia, yang dapat memberikan efek biologis yang beragam. Mereka telah diteliti untuk potensi antioksidan, anti-inflamasi, antimikroba, dan efek kesehatan lainnya. Namun, efek tanin pada tubuh masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme dan manfaatnya dalam kesehatan manusia. (Rahmawati, 2018).

Menurut definisi, tanin memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks dengan protein dan molekul-molekul lainnya. Mereka dapat berinteraksi dengan protein dalam tubuh, membentuk ikatan dengan bagian hidrofobik protein, dan mempengaruhi struktur dan aktivitas protein. Proses pengompleksan ini dapat menghasilkan pengendapan protein, menggumpalkan protein, atau mengubah sifat fisik dan kimia protein. Selain itu, tanin juga dapat berinteraksi dengan molekul-molekul lain seperti karbohidrat, asam amino, dan senyawa organik lainnya. Kemampuan tanin untuk membentuk kompleks dengan berbagai makromolekul ini dapat memengaruhi sifat dan aktivitas biologisnya, serta berpotensi memberikan efek pada kesehatan manusia (Dangles, O., 2012).

2.3. Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS)

Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) adalah teknik analisis laboratorium yang kuat dalam bidang kimia analitik (Sabarwati, 2006). Metode ini menggabungkan dua tahap utama: kromatografi gas, yang memisahkan campuran senyawa menjadi komponen-komponen individual, dan spektrometri massa, yang mengidentifikasi senyawa-senyawa tersebut berdasarkan pola spektrum massa

yang dihasilkan oleh fragmen-fragmen molekul saat diionisasi (Sabarwati, 2006).

Dalam GC-MS, sampel diuapkan dan diinjeksikan ke dalam kolom kromatografi gas, di mana senyawa-senyawa terpisah berdasarkan afinitasnya terhadap fase diam. Setelah terpisah, senyawa-senyawa ini memasuki spektrometer massa, di mana molekul-molekul diionisasi menjadi fragmen-fragmen yang memiliki rasio massa terhadap muatan tertentu (m/z). Pola spektrum massa yang dihasilkan khas untuk setiap senyawa, memungkinkan identifikasi presisi melalui perbandingan dengan database spektrum massa yang luas (Abraham, 2010).

GC-MS digunakan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk analisis bahan kimia, deteksi obat-obatan dalam tubuh, penelitian forensik, analisis lingkungan, dan pemetaan profil senyawa kompleks dalam sampel-sampel biologis atau kimia. Kombinasi keakuratan pemisahan kromatografi gas dan identifikasi akurat dengan spektrometri massa menjadikan GC-MS alat penting dalam analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa-senyawa kompleks (Abraham, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2023 di Laboratorium Kimia Bahan Alam Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara dan kantor BEA dan CUKAI Belawan Jl. Sidodame No.4 Pulo Brayon Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kulit buah aren yang diperoleh dari pohon aren di Desa Batu Madinding, Kec. Batang Natal, Kab. Mandailing Natal. Alat yang digunakan adalah hands sprayer, labu erlenmayer, beaker glass, oven, tabung reaksi, pisau, gelas ukur, kamera, alat tulis, kapas, spritus, plastic crabs, aluminium foil, kertas label dan GC-MS.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode experimental dan deskriptif dengan mengamati perubahan yang terjadi pada sampel seperti perubahan warna dan terbentuknya buih serta melihat kadar total senyawa metabolit sekunder menggunakan GC-MS.

3.4. Prosedur Kerja

3.4.1. Preparasi Sampel

Kulit aren yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kulit yang telah mencapai tahap penuaan dengan warna kuning. Proses persiapan dimulai dengan menghaluskan kulit aren melalui proses penggerusan. Kemudian, kulit aren

dikeringkan dalam ruangan terkendali hingga mencapai kadar air sekitar 10%. Umur tanaman yang digunakan dalam penelitian ini berada dalam kisaran usia 10 hingga 15 tahun setelah tanam. Pada usia ini, kulit buah aren telah mencapai tingkat kematangan yang diinginkan untuk ekstraksi metabolit sekunder (Smith & Johnson, 2020).

Dalam penelitian ini, sampel kulit aren yang digunakan memiliki umur 12 tahun dengan berat awal sekitar 3 kg (sebelum dikeringkan) dan berat setelah dikeringkan menjadi 1 kg. Proses persiapan sampel ini bertujuan untuk memastikan bahwa kondisi kulit aren sesuai dengan tingkat kematangan yang optimal untuk ekstraksi metabolit sekunder yang diinginkan.

3.4.2. Ekstraksi Sampel

Metode maserasi dengan menggunakan metanol sebagai pelarut digunakan untuk mengekstrak sampel. Dari 1 kg berat kering buah aren yang digunakan, diperoleh sekitar 100 gram ekstrak. Proses ekstraksi dilakukan dengan memaserasi bubuk sampel dengan pelarut selama 1x24 jam pada 6 jam per sampel dalam goyangan terkonsentrasi. Setelah proses ekstraksi, ekstrak kemudian dikonsentrasi menggunakan evaporator putar gaya Heidolph yang diatur pada suhu 60°C dan kecepatan rotasi 80 putaran per menit. Setelah proses konsentrasi selesai, ekstrak siap untuk dikenakan analisis kualitatif, seperti skrining fitokimia, yang bertujuan untuk mengidentifikasi bahan kimia metabolit sekunder dalam sampel.

3.4.3. Analisis GC-MS

Analisis GC-MS dimulai dengan persiapan instrumen sesuai dengan parameter yang diperlukan, seperti suhu kolom, suhu injektor, dan program oven yang telah ditentukan. Setelah instrumen siap, sampel ekstrak kulit buah aren serta standar acuan yang relevan diinjeksikan secara terpisah ke dalam sistem GC-MS. Proses analisis GC-MS ini akan menghasilkan dua output penting, yaitu chromatogram yang merepresentasikan pemisahan senyawa berdasarkan waktu retensi (RT) serta spektrum massa yang menggambarkan pola fragmen massa untuk masing-masing senyawa dalam sampel. Kombinasi antara informasi waktu retensi dan spektrum massa ini akan memberikan gambaran tentang komposisi senyawa dalam ekstrak kulit buah aren, dan memungkinkan identifikasi senyawa berdasarkan karakteristik spektrum massa yang unik (Smith & Jhonson, 2022).

Identifikasi senyawa dalam ekstrak kulit buah aren dilakukan dengan memanfaatkan dua informasi utama, yaitu waktu retensi (tR) dan karakteristik spektrum massa yang dihasilkan melalui analisis GC-MS. Proses ini melibatkan perbandingan antara hasil analisis sampel dengan data referensi yang terdapat dalam basis data atau literatur yang relevan. Pertama, waktu retensi (tR) digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kapan suatu senyawa muncul dalam chromatogram. Selanjutnya, karakteristik spektrum massa yang muncul setiap kali suatu senyawa terdeteksi membentuk pola fragmen massa unik yang dapat membedakan senyawa-senyawa yang berbeda (Willams & Davis, 2022).

Perbandingan antara waktu retensi (tR) dan pola spektrum massa dari hasil analisis dengan data referensi yang ada dalam literatur atau basis data adalah tahap penting dalam mengidentifikasi senyawa-senyawa tersebut. Jika waktu

retensi dan karakteristik spektrum massa hasil analisis sesuai dengan yang tercatat dalam literatur atau basis data, maka dapat mengindikasikan keberadaan senyawa yang sama (Willams & Davis, 2022).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap ekstrak kulit buah aren menggunakan metode GCMS, ditemukan 13 senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai biopestisida, senyawa-senyawa tersebut dapat dikategorikan menjadi 7 golongan sebagai berikut: (1) Keton, terdiri dari senyawa *2,3-Pentanedione*, *4-methyl* dan *3-(1-Hydroxy-2,2-dimethylpropyl)-2-cyclohexenone*, (2) Lakton, terdiri dari senyawa *4H-Pyran-4-one*, dan *2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl*, (3) Aldehida, terdiri dari senyawa (*5-Hydroxymethylfurfural*, *Benzaldehyde, 2-hydro*), dan *Benzaldehyde, 2-hydro*, (4) Fenol, terdiri dari senyawa *2-Methoxy-4-vinylphenol*, dan *Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)*- (5) Amina, terdiri dari senyawa *1H-1,2,4-Triazole-3,5-diamine, 1-acetyl* dan (6) Alkohol, terdiri dari senyawa *3-Hydroxy-2-(3-methoxyprop-2-enyl)tetrahydropyran*, dan *3-Decen-2-one*, (7) Terpen, meliputi senyawa *Phytol* dan *Squalene*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi aktivitas biologis dari masing-masing senyawa metabolit sekunder yang teridentifikasi dalam ekstrak kulit buah aren.
2. Perlu dilakukan uji *in vitro* dan atau *in vivo* untuk memahami potensi efek dan mekanisme aksi dari senyawa-senyawa tersebut sehingga diperoleh

pemahaman yang lebih mendalam untuk memahami potensi bioavailabilitas dan aktivitasnya dalam tubuh.



DAFTAR PUSTAKA

- Adelvia., F. E. Mahmud., R. N. Armedina., N. Rahmasari., dan R. Mukhtarom. (2020). "Pengaruh Ekstrak Buah Aren (*Arenga pinnata* M) terhadap Tingkat Mortalitas Larva". *Jurnal Abdi*. 2 (1), 1-7.
- Arief. D. A., M. S. Sangi., dan V. S. Kamu. (2017). "Skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak biji aren (*Arenga pinnata* L.)". *Jurnal MIPA Unsrat online*. 6 (2), 12-15.
- Bagal, S. M., & Mehta, S. K. (2017). Design, synthesis and biological evaluation of novel 1H-1,2,4-triazole-3,5-diamine derivatives as potential pesticides. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1241-1251.
- Cabrera, R., & Rios, M. Y. (2020). Antimicrobial Activity of Natural Products from Plants. In *Biotechnology of Bioactive Compounds* (pp. 57-92). Springer.
- Chandra, I.A., & Syamsu, F.D. (2020). Interaksi Tanaman Pasca Infeksi Geminivirus Berdasarkan Perspektif Molekuler. *Jurnal Viabel Pertanian*, 14(2): 34-4, p-ISSN: 1978-5259 e-ISSN: 2527-3345.
- Choudhary, P. L., & Gupta, S. K. (2019). *Plant Essential Oils as Eco-Friendly Alternatives for Plant Disease Management*. In *Plant Health Under Biotic Stress* (pp. 123-140). Springer.
- Dangles, O. (2012). Antioxidant activity of tannins: mechanisms, methods and applications. In *Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes* (pp. 1459-1497). Springer.
- Djaeni M Dan Prasetyaningrum, A. (2010). *Kelayakan Biji Durian Sebagai Bahan Pangan Alternative: Aspek Nutrisi dan Tekno Ekonomi*.
- Efendi, S, D. (2010). Prospek Pengembangan Tanaman Aren (*Arenga pinnata*, Merr) Mendukung Kebutuhan Bioetanol di Indonesia. *Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan*. 9, 36-46.
- Elfa, N. (2016). Spreading of Different Types of Viruses by Bemisia Tabaci. *Journal of Plant Pathology*, 98(1), 11-18.
- Erawan, D., Yani. dan Bahrn, A. (2013). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Berbagai Dosis Pupuk Urea. *Jurnal Agroteknos*. 1 (3), 19-25.
- Foster, S., & Johnson, R. (2014). *Desk Reference to Nature's Medicine*. National Geographic Books.

- García-Reyes, J. F., Gómez-Ríos, G. A., & Molina-Díaz, A. (2019). Identification of Antimicrobial Compounds in Plant Extracts Using Liquid Chromatography Coupled to Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(10), 2869-2886.
- Gomez-Caravaca, A. M., Verardo, V., & Segura-Carretero, A. (2018). HMF in Foods: Presence, Fate, and Health Challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 919-946.
- Hendra, H. A., dan Andoko, A. (2014). *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Paktani Hydrofarm*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Herwibowo, K., dan Budiana, N. S. (2014). *Hidroponik Sayuran Untuk Hobi dan Bisnis*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hostettmann, K., Marston, A., & Ndjoko-Ioset, K. (2015). *Saponins*. Cambridge University Press.
- Huang, W., Zhou, Y., & Wang, H. (2015). Antifungal activity and mechanism of 5-hydroxymethylfurfural against *Penicillium italicum*. *Food Control*, 47, 448-453.
- Johnson, R. D. (Ed.). (2021). *Antimicrobial Compounds in Agricultural Applications*. Springer.
- Lempang, Mody. (2012). Pohon Aren dan Manfaat Produksinya. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9 (1), 1-15.
- Miller, J. M. (2010). *Chromatography: Concepts and Contrasts*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. (2017). *Metabolisme asam amino. Dalam Prinsip-prinsip Biokimia Lehninger (Edisi Ke-7)*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Pan, Z., Lee, W., Ma, Y., Jia, Z., Ren, G., & Leung, A. K. (2015). Synthesis and Antioxidant and Antiproliferative Activities of 2-Methoxy-4-vinylphenol and Its Derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 23(2), 238-243.
- Pavela, R. (2018). Essential Oils for the Development of Environmentally Friendly Mosquito Larvicides: A Review. *Industrial Crops and Products*, 117, 336-345.
- Ratima. (2014). *Khasiat Tersembunyi Kolang-kaling*. Jawa Barat: Tabloid Sinar Tani.
- Sayuti, K., R. Yenrina and T. Anggraini. (2017). "Characteristic of "Kolang-kaling" (Sugar Palm Fruit Jam) with Added Natural Colorants". *Journal of Nutrition*. 16 (2), 69-76.

- Silva, F., Domingues, F. C., & Pascoal, C. (2019). Plant Essential Oils as Antifungal Agents Against Plant Pathogens: Mycotoxins in Focus. *Toxins*, 11(12), 704.
- Smith, J. K., & Johnson, A. B. (2020). *Metabolit Sekunder dalam Tanaman: Analisis dan Aplikasi*. Jakarta: Penerbit AgriMedia.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of Instrumental Analysis*. Boston: Cengage Learning.
- Sugiartoto, A., Putra, R. E., & Indriyani, S. (2019). Penggunaan Pestisida dan Dampaknya terhadap Lingkungan: Tinjauan Ekologi. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 17(2), 176-186.
- Wishart, D. S. (2016). Emerging applications of metabolomics in drug discovery and precision medicine. *Nature reviews Drug discovery*, 15(7), 473-484.
- Williams, L. K., & Davis, M. R. (2022). Mass Spectral Library for Compound Identification in GC-MS Analysis. *Journal of Mass Spectrometry*, 52(7), 605-620.
- Wu, S., Zhang, Y., Zhang, W., & Zhang, L. (2018). Antioxidant and Anti-Cancer Activities of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF). *Cell*, 7(12), 222.

Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Aren

Penyebaran	: Kulon Progo, Yogyakarta
Golongan	: hibrida F1
Mulai berbunga	: 65 – 70 hari
Panen	: 12 tahun
Tinggi tanaman	: max 25 meter
Bentuk tanaman	: tegak
Bentuk kanopi	: bulat
Suku	: Aracaceae (Pinang-pinangan) tidak bercabang
Diameter Buah	: 5 – 6 cm
Warna daun	: hijau
Produksi Ijuk	: Lempung Berpasir
Keadaan Tanah	: Hijau
Warna bunga	: Putih kehijauan
Warna buah muda	: Hijau
Warna Buah Tua	: Hijau kemerahan
Bentuk buah	: Bulat dan agak runcing
Kulit buah	: mengkilat
Tebal kulit buah	: 1 mm
Ketinggian tempat	: 500 – 700 mdpl
Daerah adaptasi	: dataran rendah

Lampiran 2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian (*Time Schedule*)

No	Jadwal Kegiatan	Waktu											
		April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan kulitaren	■	■										
2	Persiapan laboratorium			■									
3	Pembuatan Ekstrak				■								
4	Pelaksanaan penelitian					■	■	■	■				
5	Pengamatan dan Skrining Fitokimia					■	■	■	■				
6	Penyusunan Skripsi									■	■	■	■

Lampiran 3. Output GC-MS

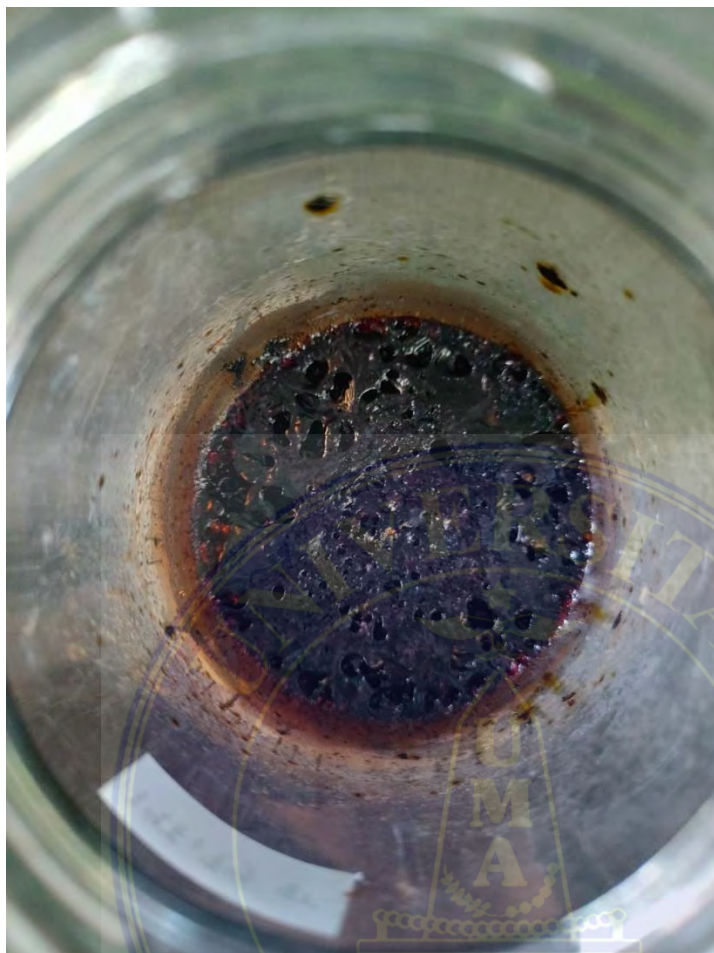
Compound Label	RT	Mass	Name	DB Formula	Hits (DB)	Score (Lib)	Library
Cpd 1: 1,2,3-Propanetriol; C3H8O3;3.237	3.237		1,2,3-Propanetriol	C3H8O3	13	63.53	W10N14.L
Cpd 2: 1,2,3-Propanetriol; C3H8O3;3.422	3.422		1,2,3-Propanetriol	C3H8O3	13	68.66	W10N14.L
Cpd 3: 2,3-Pentanedione, 4-methyl-; C6H10O2; 3.895	3.895		2,3-Pentanedione, 4-methyl-	C6H10O2	13	66.26	NIST14.L
Cpd 4: Thymine; C5H6N2O2; 4.195	4.195		Thymine	C5H6N2O2	13	68.46	NIST14.L
Cpd 5: 3-(1-Hydroxy-2,2-dimethylpropyl)-2-cyclohexenone; C11H18O2;4.575	4.575		3-(1-Hydroxy-2,2-dimethylpropyl)-2-cyclohexenone	C11H18O2	13	64.17	W10N14.L
Cpd 6: 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro- 3,5-dihydroxy-6-methyl-; C6H8O4; 4.795	4.795		4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	C6H8O4	13	80.14	NIST14.L
Cpd 7: 1-Deoxy-d-arabitol; C5H12O4;5.198	5.198		1-Deoxy-d-arabitol	C5H12O4	13	79.69	NIST14.L
Cpd 8: 5-Hydroxymethylfurfural; C6H6O3; 5.452	5.452		5-Hydroxymethylfurfural	C6H6O3	13	95.98	W10N14.L
Cpd 9: 1,3-Dioxan-5-ol; C4H8O3; 5.983	5.983		1,3-Dioxan-5-ol	C4H8O3	13	76.34	NIST14.L
Cpd 10: 2-hydroxymethyl-5-hydroxy-2,3-dihydro-(4H)-pyran-4-one; C6H8O4; 6.121	6.121		2-hydroxymethyl-5-hydroxy-2,3-dihydro-(4H)-pyran-4-one	C6H8O4	13	78.93	W10N14.L
Cpd 11: 2-Methoxy-4-vinylphenol; C9H10O2; 6.283	6.283		2-Methoxy-4-vinylphenol	C9H10O2	13	83.58	W10N14.L
Cpd 12: Butanedioic acid, 2-hydroxy-2-methyl-, (S)-; C5H8O5; 6.398	6.398		Butanedioic acid, 2-hydroxy-2-methyl-, (S)-	C5H8O5	13	68.22	NIST14.L
Cpd 13: 1H-1,2,4-Triazole-3,5-diamine, 1-acetyl-; C4H7N5O; 6.467	6.467		1H-1,2,4-Triazole-3,5-diamine, 1-acetyl-	C4H7N5O	13	69.87	NIST14.L
Cpd 14: 3-Decen-2-one; C10H18O; 6.583	6.583		3-Decen-2-one	C10H18O	13	61.69	NIST14.L
Cpd 15: 3-Hydroxy-2-(3-methoxyprop-2-enyl)tetrahydropyran; C9H16O3; 6.779	6.779		3-Hydroxy-2-(3-methoxyprop-2-enyl)tetrahydropyran	C9H16O3	13	76.39	W10N14.L
Cpd 16: 2-methylmercaptophenol; C7H8OS; 6.963	6.963		2-methylmercaptophenol	C7H8OS	3	56.01	W10N14.L
Cpd 17: 7.044	7.044				0		
Cpd 18: Phenol, 3,4-dimethoxy-; C8H10O3; 7.183	7.183		Phenol, 3,4-dimethoxy-	C8H10O3	13	80.82	W10N14.L
Cpd 19: Benzaldehyde, 2-hydroxy-6-methyl-; C8H8O2; 7.321	7.321		Benzaldehyde, 2-hydroxy-6-methyl-	C8H8O2	13	78.16	NIST14.L
Cpd 20: Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-; C10H12O2; 7.448	7.448		Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-	C10H12O2	13	75.18	NIST14.L
Cpd 21: 7.552	7.552				0		
Cpd 22: .beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-; C6H10O5; 7.702	7.702		Beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	C6H10O5	13	89.92	W10N14.L
Cpd 23: Benzoic acid, 4-hydroxy-; C7H6O3; 7.840	7.84		Benzoic acid, 4-hydroxy-	C7H6O3	13	71.1	W10N14.L
Cpd 24: Xylitol; C5H12O5; 8.071	8.071		Xylitol	C5H12O5	13	94.18	W10N14.L
Cpd 25: Dodecanamide, N,N-bis(2-hydroxyethyl)-; C16H33NO3; 8.221	8.221		Dodecanamide, N,N-bis(2-hydroxyethyl)-	C16H33NO3	13	91.28	W10N14.L

Cpd 26: Acetophenone, 3',4'-dimethoxy-; C10H12O3; 8.382	8.382		Acetophenone, 3',4'-dimethoxy-	C10H12O3	13	84.46	W10N14.L
Cpd 27: .alpha.-D-Glucopyranoside, methyl; C7H14O6; 8.452	8.452		.alpha.-D-Glucopyranoside, methyl	C7H14O6	13	90.71	NIST14.L
Cpd 28: Guanosine; C10H13N5O5; 8.555	8.555		Guanosine	C10H13N5O5	13	67.95	W10N14.L
Cpd 29: 3,4,5-Trimethoxyphenol; C9H12O4; 8.659	8.659		3,4,5-Trimethoxyphenol	C9H12O4	13	79.32	NIST14.L
Cpd 30: Ethyl .alpha.-d-glucopyranoside; C8H16O6; 8.844	8.844		Ethyl .alpha.-d-glucopyranoside	C8H16O6	13	90.08	NIST14.L
Cpd 31: 1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE (LEVOGLUCOSAN); C6H10O5; 8.971	8.971		1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE (LEVOGLUCOSAN)	C6H10O5	13	70.77	W10N14.L
Cpd 32: (3S,3aS)-3-Butyl-3a,4,5,6-tetrahydroisobenzofuran-1(3H)-one; C12H18O2; 9.052	9.052		(3S,3aS)-3-Butyl-3a,4,5,6-tetrahydroisobenzofuran-1(3H)-one	C12H18O2	8	55.8	NIST14.L
Cpd 33: [5-(2)H]benzo[b][1,7]naphthyridine; C12H7DN2; 9.132	9.132		[5-(2)H]benzo[b][1,7]naphthyridine	C12H7DN2	13	79.54	W10N14.L
Cpd 34: cis-CONFIFERRYL ALCOHOL; C10H12O3; 9.225	9.225		cis-CONFIFERRYL ALCOHOL	C10H12O3	13	73.48	W10N14.L
Cpd 35: Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)-; C11H14O3; 9.421	9.421		Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	C11H14O3	13	64.99	NIST14.L
Cpd 36: Octanoic acid, methyl ester; C9H18O2; 9.513	9.513		Octanoic acid, methyl ester	C9H18O2	13	65.57	W10N14.L
Cpd 37: (E)-4-(3-Hydroxyprop-1-en-1-yl)-2-methoxyphenol; C10H12O3; 9.721	9.721		(E)-4-(3-Hydroxyprop-1-en-1-yl)-2-methoxyphenol	C10H12O3	13	91.95	W10N14.L
Cpd 38: D-glucose; C6H12O6; 9.836	9.836		D-glucose	C6H12O6	13	73.85	W10N14.L
Cpd 39: syringyl acetone; C11H14O4; 9.951	9.951		syringyl acetone	C11H14O4	13	85.29	W10N14.L
Cpd 40: Bicyclo[2.2.1]heptane-2-metanol, .alpha.,.alpha.-dimethyl-3- (trimethylsilyl)-, (2-endo,3-exo)-; C13H26OSi; 10.032	10.032		Bicyclo[2.2.1]heptane-2-metanol, .alpha.,.alpha.-dimethyl-3- (trimethylsilyl)-, (2-endo,3-exo)-	C13H26OSi	10	67.07	W10N14.L
Cpd 41: Myo-Inositol; C6H12O6; 10.228	10.228		Myo-Inositol	C6H12O6	13	85.13	NIST14.L
Cpd 42: Myristic acid; C14H28O2; 10.447	10.447		Myristic acid	C14H28O2	13	74.07	W10N14.L
Cpd 43: .beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-; C6H10O5; 10.644	10.644		.beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	C6H10O5	13	78.67	NIST14.L
Cpd 44: Myristic acid vinyl ester; C16H30O2; 10.690	10.69		Myristic acid vinyl ester	C16H30O2	13	91	W10N14.L
Cpd 45: Dihydrosyringenine; C11H16O4; 10.794	10.794		Dihydrosyringenine	C11H16O4	13	69.27	W10N14.L
Cpd 46: Hexadecanoic acid, methyl ester; C17H34O2; 10.909	10.909		Hexadecanoic acid, methyl ester	C17H34O2	13	97.36	NIST14.L
Cpd 47: 11-Tridecen-1-ol; C13H26O; 11.024	11.024		11-Tridecen-1-ol	C13H26O	13	68.16	NIST14.L
Cpd 48: n-Hexadecanoic acid; C16H32O2; 11.128	11.128		n-Hexadecanoic acid	C16H32O2	13	97.47	NIST14.L
Cpd 49: 1,6-Anhydro-.beta.-D-glucofuranose; C6H10O5; 11.209	11.209		1,6-Anhydro-.beta.-D-glucofuranose	C6H10O5	13	66.89	NIST14.L
Cpd 50: 3-(4-Hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl)-2-methylpropan-1-ol; C12H18O4; 11.301	11.301		3-(4-Hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl)-2-methylpropan-1-ol	C12H18O4	13	76.53	W10N14.L

Cpd 51: trans-Sinapyl alcohol; C11H14O4; 11.451	11.451		trans-Sinapyl alcohol	C11H14O4	13	75.01	W10N14.L
Cpd 52: Heptadecanoic acid, methyl ester; C18H36O2; 11.566	11.566		Heptadecanoic acid, methyl ester	C18H36O2	13	77.92	W10N14.L
Cpd 53: Lactose; C12H22O11; 11.647	11.647		Lactose	C12H22O11	13	69.39	NIST14.L
Cpd 54: Undecanoic acid; C11H22O2; 11.774	11.774		Undecanoic acid	C11H22O2	13	76.07	W10N14.L
Cpd 55: Octanoic acid; C8H16O2; 11.832	11.832		Octanoic acid	C8H16O2	13	64.38	NIST14.L
Cpd 56: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester; C19H34O2; 12.051	12.051		9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	C19H34O2	13	92.07	W10N14.L
Cpd 57: Phytol; C20H40O; 12.178	12.178		Phytol	C20H40O	13	86.11	NIST14.L
Cpd 58: Methyl stearate; C19H38O2; 12.236	12.236		Methyl stearate	C19H38O2	13	88.13	W10N14.L
Cpd 59: cis-Vaccenic acid; C18H34O2; 12.328	12.328		cis-Vaccenic acid	C18H34O2	13	94.08	W10N14.L
Cpd 60: Octadecanoic acid; C18H36O2; 12.466	12.466		Octadecanoic acid	C18H36O2	13	91.06	W10N14.L
Cpd 61: 4-butyl-4H-pyran; C9H14O; 12.662	12.662		4-butyl-4H-pyran	C9H14O	13	57.42	W10N14.L
Cpd 62: Ethyl 3-(4-Methylphenyl)-3-hydroxy-2-methylbutyrate; C14H20O3; 13.320	13.32		Ethyl 3-(4-Methylphenyl)-3-hydroxy-2-methylbutyrate	C14H20O3	2	55.8	W10N14.L
Cpd 63: 3-Methylbut-3-enyldiformamide; C7H11NO2; 13.481	13.481		3-Methylbut-3-enyldiformamide	C7H11NO2	7	62.34	W10N14.L
Cpd 64: 4'-(1",1"-Dimethylpropyl)cyclohexyl-2-cyclohexyl-2-oxoacetate; C19H30O3; 13.620	13.62		4'-(1",1"-Dimethylpropyl)cyclohexyl-2-cyclohexyl-2-oxoacetate	C19H30O3	1	55.43	W10N14.L
Cpd 65: Decanamide, N-(2-hydroxyethyl)-; C12H25NO2; 13.816	13.816		Decanamide, N-(2-hydroxyethyl)-	C12H25NO2	4	56.05	NIST14.L
Cpd 66: 14.058	14.058				0		
Cpd 67: 2-(4-Methylbenzyloxy)-2-methoxy-5,5-dimethyl-1,2,4-oxadiazoline; C13H16N2O3; 14.243	14.243		2-(4-Methylbenzyloxy)-2-methoxy-5,5-dimethyl-1,2,4-oxadiazoline	C13H16N2O3	13	62.37	W10N14.L
Cpd 68: 14.543	14.543				0		
Cpd 69: Octadecanal; C18H36O; 15.004	15.004		Octadecanal	C18H36O	13	78.24	W10N14.L
Cpd 70: 15.604	15.604				0		
Cpd 71: 1-tridecanol; C13H28O; 15.789	15.789		1-tridecanol	C13H28O	13	90.25	W10N14.L
Cpd 72: Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester; C21H42O4; 16.100	16.1		Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	C21H42O4	4	61.2	W10N14.L
Cpd 73: Pentadecanal-; C15H30O; 16.389	16.389		Pentadecanal-	C15H30O	13	80.66	NIST14.L
Cpd 74: 1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester; C24H38O4; 16.746	16.746		1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	C24H38O4	13	77.49	W10N14.L
Cpd 75: 6-Acetyloisandalusol; C22H36O4; 18.073	18.073		6-Acetyloisandalusol	C22H36O4	2	63.29	W10N14.L
Cpd 76: 3-Methoxy-6-oxaestra-1,3,5(10),9(11)-tetraen-17-one; 18.246	18.246		3-Methoxy-6-oxaestra-1,3,5(10),9(11)-	C18H20O3	13	72.36	W10N14.L


C18H20O3; 18.246			tetraen-17-one				
Cpd 77: 4-(3',5'-dimethoxybenzyl)-6-ethyl-2-hydroxyisophthalic acid; C19H20O7; 18.846	18.846		4-(3',5'-dimethoxybenzyl)-6-ethyl-2-hydroxyisophthalic acid	C19H20O7	13	69.73	W10N14.L
Cpd 78: (E)-2-(But-2-enyloxy)butan-2-one; C8H14O2; 19.469	19.469		(E)-2-(But-2-enyloxy)butan-2-one	C8H14O2	13	87.41	W10N14.L
Cpd 79: Heptadecanoic acid, 10-methyl-, methyl ester; C19H38O2; 20.299	20.299		Heptadecanoic acid, 10-methyl-, methyl ester	C19H38O2	5	59.79	W10N14.L
Cpd 80: Squalene; C30H50; 23.161	23.161		Squalene	C30H50	13	89.55	W10N14.L
Cpd 81: 23.910	23.91				0		
Cpd 82: Phenyl 4-[bis(ethoxycarbonyl)but-3-ynyl]-2,3,4-trideoxy-.alpha.,L-glcero-pent-2-enopyranoside; C21H26O6; 27.833	27.833		Phenyl 4-[bis(ethoxycarbonyl)but-3-ynyl]-2,3,4-trideoxy-.alpha.,L-glcero-pent-2-enopyranoside	C21H26O6	13	75.9	W10N14.L
Cpd 83: 1-Phenyl-5,5-dimethyl-4,6-dioxa-5-sila-8-nitrooct-1-ene; C13H19NO4Si; 29.932	29.932		1-Phenyl-5,5-dimethyl-4,6-dioxa-5-sila-8-nitrooct-1-ene	C13H19NO4Si	4	58.94	W10N14.L
Cpd 84: dl-.alpha.-Tocopherol; C29H50O2; 31.640	31.64		dl-.alpha.-Tocopherol	C29H50O2	13	94.3	NIST14.L
Cpd 85: 32.251	32.251				0		
Cpd 86: Campesterol; C28H48O; 33.659	33.659		Campesterol	C28H48O	13	71.68	NIST14.L
Cpd 87: STIGMAST-7-EN-3-OL; C29H50O; 34.512	34.512		STIGMAST-7-EN-3-OL	C29H50O	13	71.68	W10N14.L

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Ekstrak Kulit Buah Aren *Arenga pinnata* L

Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN KEUANGAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL BEA DAN CUKAI
KANTOR WILAYAH DJBC SUMATERA UTARA
BALAI LABORATORIUM BEA DAN CUKAI KELAS II MEDAN
JALAN SUMATERA No. 116 BELAWAN 20411
TELEPON : 061-8945236 FAKSIMILI : 061-8945705 SURAT ELEKTRONIK :
mailto:balai@djbc.kemkeu.go.id


SERTIFIKAT HASIL ANALISA
Nomor : S-17/SHA/BLBC.22/2023

Nama Contoh Uji : Ekstrak Kulit Buah Aren Methanol
Merk Contoh Uji : -
Tipe Contoh Uji : -
Pengirim : Dedi Kurniawan
Alamat Pengirim : Jl. Letda Sujono
No. Tlp./ Fax. : 087738671235
No. /Tgl Form Permohonan : 17 / 04 April 2023
Tanggal Diterima : 04 April 2023
Tanggal Selesai : 06 April 2023

I. Hasil Pengujian

No	Parameter Uji	Metode/ Instrumen
1.	Ekstrak Kulit Buah Aren Methanol	
	FTIR : Terlampir	FTIR (01/IKA/MT)
	GCMS : Terlampir	GCMS(11/IKA/MT)
	Kimia Fisik Lainnya : Terlampir	Ordinary Laboratory Apparatus

Dikeluarkan di : Belawan
Tanggal : 06 April 2023
Kepala Seksi Teknis Laboratorium


Ade Firman Sonjaya

NB: Hasil pemeriksaan hanya berlaku untuk contoh yang diperiksa

Halaman 1 dari 1
No. Form : 64/FR/PP.06/MT
Revisi : 00