
PROFIL SENYAWA ANTIKANKER PADA ORGAN TANAMAN JATI (*Tectona grandis* L.f) DENGAN METODE GC-MS (GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROPHOTOMETRY)

Rio Tresia Lumbantoruan¹, dan Diky Setya Diningrat²

^{1,2}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan, Indonesia

Received : 24 September 2024 Accepted : 01 Oktober 2024 Published : 30 Oktober 2024

ABSTRACT

Cancer is a condition characterized by uncontrolled cell development, influenced by genetic and environmental factors. To overcome this, herbal medicines containing anticancer properties can be used to inhibit further cell proliferation. The research carried out aimed to examine and compare the anticancer content of various parts of the teak plant (*Tectona grandis* L.f) using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Teak plant extracts from old leaves, young leaves, flowers and fruit are obtained through Soxhlet extraction. The extraction process uses a ratio of 1:10 with an extraction time of 2-3 days, requiring 10 cycles with 500 grams of simplicia and 5 liters of methanol. The extract was concentrated into a thick paste using a rotary evaporator to produce 53.06 grams of old leaf extract, 46.14 grams of young leaves, 36.23 grams of flowers and 19.74 grams of fruit. These extracts were analyzed using GC-MS, and the identified bioactive compounds were further examined for their bioactivity using the NCBI PubChem and PASS online databases. The findings revealed that teak plants contain 58 anticancer compounds, namely in young leaf organs there are 28 phytochemical compounds that function for anticancer activity. Old leaves contain 16 bioactive compounds that function as anticancer. The flowers produce 18 compounds that have anticancer potential and the fruit produces 17 bioactive compounds that have anticancer potential, with the largest group of compounds found being the terpenoid group. Terpenoids are known to influence cancer cell death through the apoptosis mechanism.

Keywords: Teak (*Tectona grandis* L.f), Gas Chromatography - Mass Spectrophotometry, Anticancer.

ABSTRAK

Kanker adalah suatu kondisi yang ditandai dengan perkembangan sel yang tidak terkontrol, dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Untuk mengatasi hal ini, obat herbal yang mengandung sifat antikanker dapat digunakan untuk menghambat proliferasi sel lebih lanjut. Penelitian yang dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui kandungan antikanker pada berbagai tanaman jati (*Tectona grandis* L.f) menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Ekstrak tanaman jati dari daun tua, daun muda, bunga, dan buah diperoleh melalui ekstraksi Soxhlet. Proses ekstraksi menggunakan perbandingan 1:10 dengan lama ekstraksi 2-3 hari, memerlukan 10 siklus dengan 500 gram simplisia dan 5 liter metanol. Ekstrak yang dipisahkan menjadi pasta kental dengan menggunakan rotary evaporator menghasilkan ekstrak daun tua 53,06 gram, daun muda 46,14 gram, bunga 36,23 gram, dan buah 19,74 gram. Ekstrak ini dianalisis menggunakan GC-MS, dan senyawa bioaktif yang diidentifikasi diperiksa lebih lanjut bioaktivitasnya menggunakan database PubChem NCBI dan PASS online. Temuan mengungkapkan bahwa tanaman jati mengandung 58 senyawa antikanker, yaitu pada organ daun muda terdapat 28 senyawa fitokimia yang berfungsi untuk aktivitas antikanker. Pada daun tua memperoleh 16 senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antikanker. Bunga memperoleh 18 senyawa yang dapat berpotensi untuk antikanker dan buah menghasilkan 17 senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antikanker dengan golongan senyawa terbanyak yang ditemukan yaitu

golongan terpenoid. Terpenoid diketahui mempengaruhi kematian sel kanker melalui mekanisme apoptosis.

Kata kunci: Jati (*Tectona grandis* L.f), GC-MS, Antikanker

Corresponding Author:

Dr.Diky Setya Diningrat, M.Si.

Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Medan State University, Medan 1589, Indonesia

Email: dikysetyadiningrat@gmail.com

PENDAHULUAN

Kanker adalah suatu keadaan yang dicirikan oleh pertumbuhan sel yang tidak terkontrol sehingga bisa menyerang serta merusak jaringan sehat dalam tubuh (Anies, 2021). Pertumbuhan sel yang tidak terkendali ini disebabkan oleh berbagai faktor, Pertumbuhan sel yang tidak terkendali pada kanker disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, baik dari dalam tubuh maupun lingkungan sekitar. Faktor genetik memainkan peran penting, di mana mutasi pada gen tertentu, seperti onkogen dan gen penekan tumor, dapat memicu perubahan sifat sel yang menyebabkan pertumbuhan abnormal. Selain itu, faktor lingkungan juga sangat berpengaruh; paparan terhadap zat karsinogenik seperti asap rokok, polusi udara, dan bahan kimia berbahaya dapat merusak DNA sel, sehingga meningkatkan risiko kanker. Gaya hidup yang tidak sehat, seperti konsumsi alkohol berlebihan dan pola makan rendah serat, turut menyumbang pada risiko ini. Selain itu, infeksi oleh virus tertentu seperti HPV dan hepatitis B dapat mengubah sifat sel dan memicu perkembangan kanker. Dengan demikian, kombinasi dari faktor genetik, lingkungan, gaya hidup, dan infeksi berkontribusi pada mekanisme kompleks yang menyebabkan pertumbuhan sel kanker yang tidak terkontrol.

Anies (2021) menjelaskan bahwa kanker terutama muncul dari mutasi DNA pada sel, yang menyebabkan sel membelah dengan kecepatan yang melebihi normal. Hal ini menyebabkan penumpukan sel berlebih yang tidak dibutuhkan tubuh, yang kemudian terus tumbuh dan bereplikasi. Selain itu, mutasi dapat memengaruhi gen yang bertanggung jawab memperbaiki kerusakan DNA. Biasanya, gen-gen ini mendeteksi dan memperbaiki kelainan DNA, namun jika gen tersebut bermutasi, gen tersebut gagal memperbaiki kerusakan tersebut, sehingga mengakibatkan berkembangnya sel-sel ganas.

Pencegahan kanker sangat perlu dilakukan untuk meminimalisir dan mencegah gejala dan resiko yang akan ditimbulkan pada tubuh. Hal terbesar yang dapat menyebabkan kanker adalah faktor lingkungan. Untuk mencegah sel kanker berkembang didalam sel tubuh disarankan untuk menghindari atau meminimalkan paparan karsinogen. Misalnya radiasi sinar UV, konsumsi alkohol berlebihan, daging merah atau daging yang diproses.

Penyakit kanker merupakan penyebab kematian kedua terbanyak didunia setelah stroke. Saat ini, terdapat kecenderungan masyarakat yang lebih memilih obat tradisional sebagai pengobatan alternatif, meskipun ketersediaan obat-obatan modern dapat ditemukan. Walaupun pengobatan tradisional yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dapat menimbulkan efek samping tapi risiko penggunaannya dan tingkat bahaya jangka panjangnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan obat-obatan kimia (Hamzah *et al.*, 2021).

Pada penderita yang telah di diagnosa diperlukan pengobatan secara kuratif untuk mematikan sel-sel kanker dan mencegah sel kembali tumbuh. Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti kemoterapi, radioterapi, dan operasi. Pengobatan sangat perlu dilakukan demi keberlangsungan hidup dan menimbulkan efek tak diinginkan dapat muncul variasi antara individu yang berbeda. Pasien kanker dan tergantung pada jenis kanker, bagian tubuh yang terkena kanker, intensitas radioterapi atau kemoterapi, serta kondisi kesehatan pasien secara umum. Ada alternatif lain yang dapat dilakukan selain menggunakan obat yaitu dengan mengkonsumsi obat herbal yang mengandung senyawa aktif pembunuh sel kanker.

Pemanfaatan tanaman untuk pengobatan tradisional sudah banyak digunakan oleh masyarakat luas, misalnya penggunaan tanaman jati (*Tectona grandis* L.f). Menurut Ramachandran *et al.*, 2014 menyatakan ekstrak metanol bunga jati (*Tectona grandis* L.f) menunjukkan adanya tanin dan senyawa fenolik. Tanin dan senyawa fenolik menjanjikan sebagai agen antikanker karena mampu menekan pertumbuhan sel kanker dan memicu proses apoptosis pada sel kanker.

Lapornik dkk (2015) melaporkan metanol dapat mengekstrak senyawa dari golongan triterpenoid, tanin alkaloid, fenolik, steroid, dan saponin. Selain hal tersebut, polaritas metanol yang lebih rendah dibandingkan dengan udara memungkinkannya memecah dinding sel, menyebabkan komponen seluler hancur sehingga larut ke dalam pelarut. Tingginya polaritas metanol karena gugus hidroksilnya (-OH) yang polar membuatnya cocok untuk penelitian ini.

Belum banyaknya penelitian yang mengungkap kandungan senyawa aktif antikanker pada organ jati (*Tectona grandis* L.f). Oleh karena itu, peneliti memutuskan penting untuk mengidentifikasi senyawa aktif tersebut pada setiap bagian tanaman jati melalui metode *in silico* menggunakan software PubChem. Umumnya, *in silico* mengacu pada eksperimen yang dilakukan dengan bantuan komputer.

Mengacu pada pernyataan yang diuraikan diatas maka diperlukan penelitian terhadap daun muda, daun tua, bunga dan buah pada tanaman jati (*Tectona grandis* L.f) sebagai antikanker menggunakan pelarut metanol dengan metode *in silico*.

METODE PENELITIAN

1. Ekstraksi Metanol Organ Tanaman Jati

Prosesnya diawali dengan pengambilan sampel. Sampel diperoleh dari Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI-Medan) daun muda berwarna hijau kemerahan dari helai 1-3, daun tua berwarna hijau tua dari helai 4-8, bunga berwarna putih mulai dari kuncup hingga mekar, dan buah berwarna hijau keras. Sampel lalu dicuci menggunakan air yang mengalir hingga daun tidak kotor. Selanjutnya keringkan di dalam ruangan dengan suhu 30°C selama 7 hari. Setelah kering, sampel digiling menjadi bubuk menggunakan blender. Bahan serbuk kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh. Semua bubuk kasar dicampur kembali dan diayak lagi hingga kehalusan bubuk yang diinginkan tercapai. Simplisia yang dihasilkan dari masing-masing sampel kini siap untuk diekstraksi menggunakan metode Soxhlet.

Simplisia dengan berat timbangan 100 gr dibungkus menggunakan kertas saring berukuran 58×58 mm yang telah diikat menggunakan benang kasar lalu dimasukkan kedalam tabung Soxhlet. Setelah itu, masukkan metanol 96% dengan ukuran 500 ml. Kemudian alat soxhlet dirangkai dengan kondensor. Ekstraksi dilakukan hingga pelarut dalam tabung menjadi bening atau senyawa yang diambil habis terekstraksi. Setelah ekstrak didapatkan, selanjutnya diuapkan menggunakan *Rotary Vacuum Evaporator* dengan suhu 40°C tekanan 175 bar, dengan perkiraan waktu sekitar 3 jam menggunakan volume 125ml. Penguapan diberhentikan bila pelarut tidak mengalir lagi atau menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi yang pekat. Ekstrak kemudian diangin-anginkan hingga kental dan ekstrak siap untuk dianalisis.

2. Analisis GC-MS Ekstrak Tanaman Jati

Sampel yang sudah berbentuk ekstrak kemudian dianalisis menggunakan analisis GC-MS. Analisis dilakukan di Bareskrim Polri data yang telah dikumpulkan pada penelitian ini bersifat kualitatif dan akan dikaji melalui data deskriptif dengan menggunakan gambar dan tabel. Data kualitatif ini berupa temuan dari identifikasi senyawa fitokimia antikanker pada tanaman jati yang terungkap melalui kromatogram GC-MS. Informasi ini akan dianalisis lebih lanjut menggunakan perangkat lunak PubChem untuk menilai aktivitas senyawa dan kode SMILES kanoniknya. Kode-kode ini kemudian akan digunakan untuk analisis tambahan dengan perangkat lunak online PASS untuk mengevaluasi mekanisme antikanker dari senyawa tersebut.

Analisis Gas chromatography mass spectropometry dilakukan mengikuti metode yang dijelaskan oleh Diningrat *et al.*, 2018, menggunakan sistem Clarus 500 Perkin Elmer GC. Sistem ini mencakup autosampler AOC-20i dan kromatografi gas yang terhubung ke spektrometer massa (GC-MS). Analisis dilakukan dalam kondisi berikut: kolom Elite-1 dengan silika leburan (330 mm x 0,25 mm ID x 1 µm df)

terbuat dari 100% dimetil polisiloksan, beroperasi dalam mode tumbukan elektron pada 70 eV. Helium (99,999%) berfungsi sebagai gas pembawa pada laju aliran konstan 1 ml/menit, dengan volume injeksi 0,5 µl (rasio standar 10:1). Suhu injektor diatur ke 250°C, dan suhu sumber ion adalah 280°C. Program suhu oven dimulai pada 110°C (isotermal selama 2 menit), ditingkatkan dengan laju 10°C/menit hingga 200°C, kemudian pada 5°C/menit hingga 280°C, dan diakhiri dengan rentan waktu 9 menit. Periode isotermal pada 280°C. Spektrum massa direkam pada 70 eV, dengan interval pemindaian 0,5 detik dan rentang massa 40 sampai 550 Da. Spektrum massa GC-MS kemudian dianalisis dengan database National Institute of Standards and Technology (NIST), yang berisi kurang lebih dari 62.000 pola spektral. Perbandingan ini memungkinkan dilakukannya identifikasi nama, berat molekul, dan struktur komponen pada bahan uji.

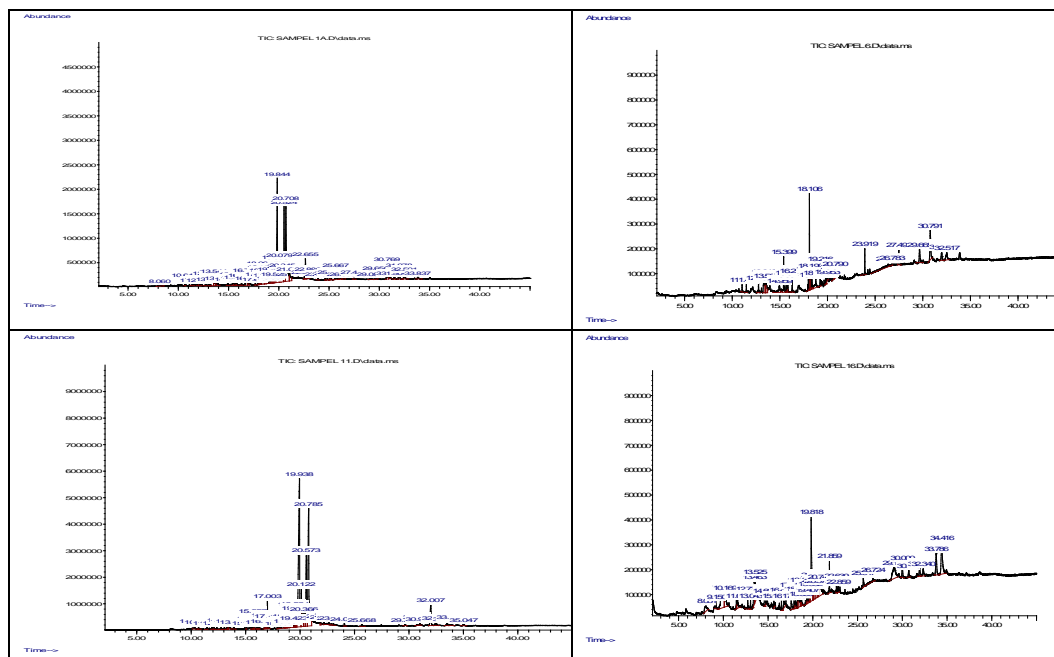
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi metanol organ tanaman jati (*Tectona grandis L.*) yaitu daun tua, daun muda, bunga dan buah yang dikeringkan dibawah sinar matahari hingga menghasilkan simplisia diekstrak hingga berbentuk pasta. Dengan berat ekstrak daun tua 53.06gram, daun tua 46.14gram, bunga 36.23gram dan buah 19.74gram.



Gambar 1. Hasil ekstrak tanaman jati (*Tectona grandis L.f*)

Kromatografi gas memiliki aplikasi yang luas dapat dijadikan sebagai pemisahan dan analisis campuran beberapa komponen. Hasil Kromatografi gas menunjukkan kromatogram dari ekstrak metanol tanaman jati (*Tectona grandis L.f*) (Gambar 1). Selain itu, identifikasi tiap puncak dalam kromatogram dilakukan dengan mencocokkan spektrum MS tiap puncak dengan data base Wiley untuk menentukan jenis senyawanya (Hartono *et al.*, 2017).



Gambar 2. Hasil kromatogram GC-MS dari ekstrak metanol tumbuhan jati (*Tectona grandis L.f*)

Kromatografi gas mampu membaca senyawa dengan konsentrasi terendah sehingga metabolit sekunder dalam tanaman dapat teridentifikasi dengan hasil berupa kromatogram dan spektrum massa (Al-Rubaye *et al.*, 2017). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 271 senyawa bioaktif. Untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak organ tanaman jati (*Tectona grandis L.f*) melalui analisis GC-MS. Hasil akhir yang diperoleh melalui analisis GC-MS terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 1. Data analisis GC-MS organ tanaman jati (*Tectona grandis L.f*)

Organ Tanaman	Banyaknya Jenis Senyawa Bioaktif
Daun muda	69
Daun tua	52
Bunga	75
Buah	75

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa senyawa bioaktif terbanyak didapatkan pada bunga dan buah yaitu sebanyak 75 jenis senyawa bioaktif dan senyawa bioaktif terkecil didapatkan pada daun tua yaitu 52 senyawa. Data didapat berdasarkan hasil analisis GC-MS jumlah senyawa ada pada keseluruhan organ adalah 271 senyawa. Berikut ini adalah tabel senyawa bioaktif pada tanaman jati yang mengandung antikanker dan yang merupakan senyawa yang teridentifikasi sebagai obat antikanker

Tabel 2. Senyawa bioaktivitas pada tanaman jati (*Tectona grandis* L.f)

No.	Nama senyawa	Aktivitas
1.	Caryophyllene	Antineoplastic
2.	Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl	Antineoplastic
3.	Naphthalene,1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-	Antineoplastic Anticarcinogenic
4.	Germacrene D	Anticarcinogenic
5.	Caryophyllene oxide	Antineoplastic
6.	cis-Z-.alpha.-Bisabolene epoxide	Antineoplastic
7.	3,4-Dihydroxyphenylglycol, 4TMS derivative	Antineoplastic
8.	2-Naphthalenemethanol, decahydro.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-	Antineoplastic
9.	6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a octahydro-naphthalen-2-ol	Antineoplastic
10.	3-buten-2-one,4-(5,5-dimethyl-1-oxaspiro[2.5]oct-4yl)	Antineoplastic
11.	6.beta.Bicyclo[4.3.0]nonane, 5.beta.-iodomethyl-1.beta.-isopropenyl-4.alpha.,5.alpha.-dimethyl-,	Antineoplastic
12.	Divinylbis(cyclopropyl)silane	Antineoplastic
13.	Spiro[cyclopropane-1,8'(1H')][3a.6]methano[3ah]cyclopentacycloocten]-10'-one,octahydro-, (3'as,6'R,9'ar)-	Antineoplastic
14.	Kaur-16-ene	Antineoplastic
15.	junenol	Antineoplastic
16.	(2Z,4E)-3,7,11-Trimethyl-2,4,10-dodecatriene	Antineoplastic
17.	5-Phenyl-4,7-benzofurandione	Antineoplastic
18.	1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10-exo-tetramethyltricyclo[6.3.0.0(5,11)] undecane	Antineoplastic
19.	Humulane-1,6-dien-3-ol	Antineoplastic
20.	(1R,2S,8R,8Ar)-8-acetoxy-1-(2-hydroxyethyl)-1,2,5,5-tetramethyl-trans-decalin	Antineoplastic

No.	Nama senyawa	Aktivitas
21	1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane	Antineoplastic
22	2-Pentenoic acid, 5-(decahydro-5,5,8a-trimethyl-2-methylene-1-naphthalenyl)-3-methyl-, [1S-[1.alpha.(E),4a.beta.,8a.alpha.]]-	Antineoplastic
23	1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)-	Antineoplastic
24	D-Homoandrostan-17a-one, (5.alpha.)-	Antineoplastic
25	Carvacrol, TBDMS derivative	Antineoplastic
26	beta.-Amyrin	Antineoplastic
27.	Lup-20(29)-en-3-one	Antineoplastic
28	Thymol, TBDMS derivative Daun muda	Antineoplastic
29	2(4H)-Benzofuranone, 5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-, (R)	Antineoplastic
30	2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-	Antineoplastic
31	Piperitenone oxide	Antineoplastic
32	9,10-Anthracenedione, 2-methyl	Antineoplastic
33	D-Homoandrostan-17a-one, (5.alpha.,13.alpha.)-	Antineoplastic
34	1R,4S,7S,11R-2,2,4,8-Tetramethyltricyclo [5.3.1.0(4,11)]undec-8-ene	Antineoplastic
35	beta.-iso-Methyl ionone	Antineoplastic
36	1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10 exotetramethyltricyclo [6.3.0.0(5,11)] undecane	Antineoplastic
37	Squalene	Antineoplastic
38	Ambrox	Antineoplastic
39	Isoaromadendrene epoxide	Antineoplastic
40	(3R,4aS,8aS)-8a-Methyl-5-methylene -3-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydronaphthalene	Antineoplastic
41	14-Oxatricyclo[9..2.1.0(1,10)] tetradecane,2,6,6,10,11-pentamethyl-	Antineoplastic

No.	Nama senyawa	Aktivitas
42	6.beta.Bicyclo[4.3.0]nonane, 5.beta.-iodomethyl-1.beta.-isopropenyl- 4.alpha., 5.alpha.-dimethyl	Antineoplastic
43	4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene	Antineoplastic
44	beta.-Amyrone	Antineoplastic
45	Lup-20 (29)-en-3-one	Antineoplastic
46	Ledene oxide-(II)	Antineoplastic
47	Aromandendrene	Antineoplastic
48	2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-	Antineoplastic
49	(1S,4R,5R)-1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octan-5-yl acetate	Antineoplastic
50	Uvidin C	Antineoplastic
51	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl) but-2-en-1-ol	Antineoplastic
52	1,4-Dimethyl-8-isopropylidetricyclo [5.3.0.0(4,10)]decane	Antineoplastic
53	Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl	Antineoplastic
54	5.beta.,7.beta.H,10.alpha.-Eudesm-11-en-1.alpha.-ol	Antineoplastic
55	Spiro[4.5]decan-7-one, 1,8-dimethyl-8,9-epoxy-4-isopropyl-	Antineoplastic
56	Prasterone	Antineoplastic
57	5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-octahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2-enal	Antineoplastic
58	5-(1,2,4a,5-Tetramethyl-7-oxo-3,4,8,8a-tetrahydro-2H-naphthalen-1-yl)-3-methylpent-2-enoic acid, methyl ester	Antineoplastic

Berdasarkan tabel 2 Analisis yang digunakan adalah Pubchem dan PASS ONLINE untuk mendapatkan aktivitas senyawa antikanker. Hasil analisis dapat digunakan untuk menentukan senyawa mana yang memiliki potensi terbaik untuk digunakan dalam pengembangan obat. Sebuah senyawa dianggap memiliki

aktivitas potensial jika nilai Pa-nya lebih dari 0,7. Kriteria yang ditetapkan untuk aktivitas potensial senyawa adalah nilai Pa harus lebih besar dari 0,7.

Jika nilai Pa berada dalam rentang 0,5 sampai 0,7, maka senyawa itu dianggap mempunyai potensi baik secara *in silico*, tetapi jika Pa lebih dari 0,7, maka rasio laboratorium menunjukkan hasil yang banyak. Ketika Pa kurang dari 0,5 senyawa yang diuji mungkin tidak menunjukkan aktivitas seperti obat (Sugata *et al.*, 2023). Maka kriteria yang aktivitas potensial senyawa adalah $Pa > 0,7$. Terdapat 58 senyawa antikanker yang dinyatakan dalam tanaman jati.

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa senyawa tanaman jati (*Tectona grandis* L.f) mengandung senyawa antikanker. Hal ini menunjukkan bahwa Pubchem dapat berfungsi untuk identifikasi metabolit. Pencarian bioaktivitas dilanjutkan menggunakan website PASS ONLINE yaitu untuk memprediksi potensi aktivitas biologis suatu senyawa berdasarkan Canonical SMILES. Antineoplastik dan antikarsinogenik merupakan mekanisme dari antikanker. Keduanya merupakan dua mekanisme utama dari antikanker yang bekerja secara berbeda dalam mengobati dan mencegah kanker. Antineoplastik adalah istilah yang merujuk pada penggunaan obat atau senyawa untuk mengobati kanker. Dengan demikian, senyawa antikanker mempunyai aktivitas untuk antineoplastik. Aktifitas antineoplastik ini dapat dievaluasi berdasarkan durasi hidup sel dan jumlah sel tumor, serta perubahan maupun kerusakan pada morfologi inti sel (Silalahi, M. 2019)

Berdasarkan hasil analisis GC-MS yang telah dilakukan, senyawa-senyawa yang terdeteksi telah diklasifikasikan ke dalam berbagai golongan kimia sesuai dengan struktur dan sifatnya. Pengelompokan ini penting untuk memahami karakteristik kimia dari sampel serta potensi aktivitas biologis dan aplikasinya. Berikut ini adalah rincian golongan-golongan senyawa yang teridentifikasi dari hasil analisis, yang meliputi:

Senyawa terpenoid Caryophyllene, Naphthalene, 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-, Germacrene D, Caryophyllene oxide, cis-Z-.alpha.-Bisabolene epoxide, 2-Naphthalenemethanol, decahydro.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-, 6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a octahydro-naphthalen-2-ol, 6.beta.Bicyclo[4.3.0]nonane, 5.beta.-iodomethyl-1.beta.-isopropenyl-4.alpha., 5.alpha.-dimethyl-, Kaur-16-ene, Junenol, (2Z,4E)-3,7,11-Trimethyl-2,4,10-dodecatriene, 1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10-exotetramethyltricyclo [6.3.0.0 (5,11)] undecane, Humulane-1,6-dien-3-ol, (1R,2S,8R,8Ar)-8-acetoxy-1-(2-hydroxyethyl)-1,2,5,5-tetramethyl-trans-decalin, 1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane, 2-Pentenoic acid, 5-(decahydro-5,5,8a-trimethyl-2-methylene-1-naphthalenyl)-3-methyl-, [1S-[1.alpha.(E),4a.beta.,8a.alpha.]]-, 1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)-, 2 Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-

methylene-,[2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-,D-Homoandrostan-17a-one, (5.alpha.,13.alpha.)-Carvacrol, TBDMS derivative, 2(4H)-Benzofuranone, 5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-,(R), 1R,4S,7S,11R-2,2,4,8-Tetramethyltricyclo [5.3.1.0(4,11)]-ene,beta.-iso-Methylionone,1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10 exotetramethyltricyclo [6.3.0.0(5,11)] undecane, Squalene, Ambrox, Isoaromadendrene epoxide, (3R,4aS,8aS)-8a-Methyl-5-methylene -3-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydronaphthalene, 14-Oxatricyclo[9..2.1.0(1,10)] tetradecane,2,6,6,10,11-pentamethyl-, 4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene, Ledene oxide-(II), Aromadendrene, 2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-,[2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-, (1S,4R,5R)-1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2] octan-5-yl acetate, 2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl) but-2-en-1-ol, 1,4-Dimethyl-8-isopropylidenetricyclo [5.3.0.0(4,10)]decane, Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl,5.beta.,7.beta.H,10.alpha. -Eudesm-11-en-1.alpha.-ol, Spiro [4.5]decan-7-one, 1,8-dimethyl-8,9-epoxy-4-isopropyl-, 5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-octahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2-enal, 5-(1,2,4a,5-Tetramethyl -7-oxo-3,4,8,8a-tetrahydro-2H-naphthalen-1-yl)-3-methylpent-2-enoic acid, methyl ester.

Senyawa steroid D-Homoandrostan-17a-one, (5.alpha.)-, Prasterone. Senyawa fenolik Thymol, TBDMS derivative. Senyawa alkaloid Uvidin C. senyawa heterosiklik aromatik 5-Phenyl-4,7-benzofurandione. Senyawa silokan Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl, 3,4-Dihydroxyphenylglycol, 4TMS derivative, Divinylbis(cyclopropyl)silane.Senyawa dione 9,10-Anthracenedione, 2-methyl. Senyawa triterpenoid Lup-20(29)-en-3-one, beta.-Amyrin, beta.-Amyrone, Lup-20 (29)-en-3-one. Senyawa monoterpenoid Piperitenone oxide. Senyawa alkena atau spiro 3-buten-2-one, 4-(5,5-dimethyl-1-oxaspiro[2.5]oct-4 yl) senyawa alkena atau spiro.

Senyawa spiroketon Spiro[cyclopropane-1,8'(1H')][3a.6] methano [3ah]cyclopentacycloocten]- 10'-one,octahydro-, (3'as,6'R,9'ar)-. Pada penelitian terdahulu senyawa yang bioaktif yang terkandung pada jati (*Tectona grandis L.f*) adalah tanin dan senyawa fenolik. Selain itu, jati juga mengandung senyawa fitokimia lain seperti terpenoid, senyawa fenolik dan flavonoid, steroid/saponin dan senyawa lainnya (Vyas & Khandelwal 2019).

Berdasarkan penggolongan senyawa pada daun jati dapat diperhatikan bahwa golongan senyawa terbanyak adalah pada golongan terpenoid. Terpenoid merupakan salah satu golongan metabolit sekunder yang paling umum ditemukan dalam berbagai jenis tumbuhan. Senyawa terpenoid dapat diklasifikasikan menjadi monoterpenoid, seskuiterpenoid, diterpenoid, dan tripernoid. Pada penelitian Nagoor *et al.*, 2017 menjelaskan bahwa terpenoid dapat mempengaruhi proses kematian sel kanker, melalui beberapa mekanisme, yaitu apoptosis. Aktivitas

antikanker senyawa terpenoid, salah satunya dengan menginduksi terjadinya apoptosis (Huang *et al.*, 2015).

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanaman jati mengandung beberapa senyawa yang memiliki potensi sebagai antikanker, antara lain terpenoid, steroid, alkaloid, spiroketon, triterpenoid. Senyawa-senyawa ini memiliki mekanisme kerja yang beragam, seperti menghambat proliferasi sel kanker, menginduksi apoptosis, serta menurunkan aktivitas enzim yang terkait dengan perkembangan tumor. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sogandi, S. (2018) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya melalui uji skrining fitokimia daun jati diperoleh data berupa senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol daun jati yakni flavonoid, saponin, tanin, steroid dan triterpenoid. Selain itu, penelitian lainnya juga menyebutkan jati mengandung senyawa fitokimia lain seperti terpenoid, apokaratenuoid, senyawa fenolik dan flavonoid, steroid/saponin, phenilpropanoid, dan glikosida feniletanoid serta beberapa lemak ester dan senyawa lainnya (Vyas & Khandelwal 2019).

KESIMPULAN

Terdapat 58 senyawa bioaktif yang ditemukan pada ekstrak tanaman jati (*Tectona grandis* L.f) yang memiliki aktivitas sebagai antikanker berdasarkan analisis Pubchem yaitu Caryophyllene, Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl, Naphthalene, 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-, Germacrene D, Caryophyllene oxide cis-Z-.alpha.-Bisabolene epoxide, 3,4-Dihydroxyphenylglycol, 4TMS derivative, 2-Naphthalenemethanol, decahydro.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha., 8a.beta.)]- 6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a octahydro-naphthalen-2-ol 3-buten-2-one, 4-(5,5-dimethyl-1-oxaspiro[2.5]oct-4-yl)6.beta.Bicyclo[4.3.0]nonane, 5.beta.-iodomethyl-1.beta.-isopropenyl-4.alpha., 5.alpha.-dimethyl Divinylbis(cyclopropyl)silane Spiro[cyclopropane-1,8'(1H') [3a.6] methano[3ah]cyclopentacycloocten]-10'-one,octahydro-, (3'as,6'R,9'ar)-Kaur-16-ene,junenol (2Z,4E)-3,7,11-Trimethyl-2,4,10-dodecatiene 5-Phenyl-4,7-benzofurandione,1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10-exo-tetramethyltricyclo [6.3.0.0 (5,11)] undecane, Humulane-1,6-dien-3-ol (1R,2S,8R,8Ar) -8-acetoxy-1-(2-hydroxyethyl)-1,2,5,5-tetramethyl-trans-decalin, 1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane, 2-Pentenoic acid, 5-(decahydro-5,5,8a-trimethyl-2-methylene-1-naphthalenyl)-3-methyl-, [1S-[1.alpha. (E),4a.beta.,8a.alpha.]]-, 1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)-, D-Homoandrostan-17a-one, (5.alpha.)-Carvacrol, TBDMS derivative, beta.-Amyrin, Lup-20(29)-en-3-on Thymol, TBDMS derivative, 2(4H)-Benzofuranone, 5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-, (R), 2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a .beta.)]-Piperitenone oxide, 9,10-Anthracenedione, 2-methyl,D-Homoandrostan-

(5.alpha.,13.alpha.)-, 1R,4S,7S,11R-2,2,4,8-Tetramethyltricyclo [5.3.1.0(4,11)] undec-8-ene, beta.-iso-Methyl ionone, 1-Hydroxymethyl-5,8,9-endo-10-exotetramethyltricyclo, [6.3.0.0(5,11)] undecane, Squalene, Ambrox, Isoaromadendrene epoxide, (3R,4aS,8aS)-8a-Methyl-5-methylene -3-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydronaphthalene, 14-Oxatricyclo[9..2.1.0(1,10)] tetradecane,2,6,6,10,11-pentamethyl-, 6.beta.Bicyclo[4.3.0]nonane, 5.beta.-iodomethyl-1.beta.-isopropenyl- 4.alpha., 5.alpha.-dimethyl, 4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene, beta.-Amyrone, Lup-20 (29)-en-3-one, Ledene oxide-(II), Aromandendrene, 2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-,[2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]- (1S,4R,5R)-1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octan-5-yl acetate Uvidin C 2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl) but-2-en-1-ol 1,4-Dimethyl-8-isopropylidenetricyclo [5.3.0.0(4,10)]decane Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl 5.beta.,7.beta.H,10.alpha.-Eudesm-11-en-1.alpha.-ol Spiro[4.5]decan-7-one, 1,8-dimethyl-8,9-epoxy-4-isopropyl-Prasterone, 5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-octahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2-enal,5-(1,2,4a,5-Tetramethyl-7-oxo-3,4,8,8a-tetrahydro-2H-naphthalen-1-yl)-3-methylpent-2-enoic acid, methyl ester.

Terdapat beberapa perbedaan variasi kandungan senyawa antikanker pada daun muda, daun tua, bunga dan buah pada tanaman jati (*Tectona grandis L.f*) kandungan senyawa antikanker terbanyak ada pada daun muda yaitu 27 senyawa dan terendah pada daun tua yaitu 16 senyawa.

REFERENCE

- Al-Rubaye, A. F., I. H. Hameed, dan Moh. J. Kadhim. 2017. A Review: Uses of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Technique for Analysis of Bioactive Natural Compounds of Some Plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*. 9(1): 81-85
- Anies. 2021. *Ensiklopedia kedokteran populer: kanker*. Yogyakarta. Perpustakaan nasional
- Diningrat, D. S., Restuati, M., Kusdianti, K., Sari, A. N., & Marwani, E. (2018). Analisis Ekstrak Etanol Tangkai Daun Buas Buas (*Premna pubescens*) Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GCMS). *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 4(1), 1-12.
- Hamzah,H., Rasdianah, N., Nurwijayanto,N., & Nandini, E. (2021). Aktivitas ekstrak etanol daun calincing terhadap biofilm candida albicans ,*Jurnal Farmasetis*,10(1), 21–28.
- Hartono, H. S. O., H. Soetjipto, dan A. I. Kristijanto. 2017. Extraction and Chemical Compounds Identification of Red Rice Bran Oil Using Gas
KENANGA : Journal of Biological Sciences and Applied Biology
 Vol. 4, No. 2, April 2024, pp. 116-129 **128**

Chromatography –Mass Spectrometry (GC-MS) Method. Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA. Hal 13-25.

- Huang, M., Lu, J. J., Huang, M. Q., Bao, J. L., Chen, X. P., & Wang, Y. T. (2015).
- Lapornik B, Prosek, Wondra AG. 2005. Comparison of extract prepared from plant by – product using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering* 71(2): 214-222.
- Naeem, N., & Karvekar, M. D. (2014). Anti microbial and anti-oxidant properties of the isolated compounds from the methanolic extract from the leaves of *Tectona grandis*. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 2(4), 163.
- Silalahi, M. (2019). Kencur (*Kaempferia galanga*) dan bioaktivitasnya. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 8(1), 127-142.
- Sogandi, S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi Daun Jati (*Tectona Grandis* Linn. f) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Staphylococcus Aureus* Secara *in Vitro*. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 93-105.
- Sugata, I. M., Suputra, I. K. D., Suryanti, P. E., Juniartha, M. G., & Kartika, I. G. A. A. (2023). Profil Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri dari *Massoia aromatic Becc.*, *Acorus calamus L.*, dan *Allium sativum L.* terhadap Bakteri Penyebab Rinosinusitis. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 9(2), 106-114.
- Terpenoids: natural products for cancer therapy. *Expert opinion on investigational drugs*, 21(12), 1801-1818.
- Vyas, P., Yadav, D. K., & Khandelwal, P. (2019). *Tectona grandis* (teak)—A review on its phytochemical and therapeutic potential. *Natural product research*, 33(16), 2338-2354.