



UNIVERSITAS MULAWARMAN

ORASI ILMIAH GURU BESAR
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Prof. Dr. Usman Sain, S.Si., M.Si.

POTENSI BIOAKTIVITAS HUTAN MANGROVE
KALIMANTAN TIMUR

27 September 2024
GOR 27 September, Universitas Mulawarman

FOTO ORATOR



Prof. Dr. Usman Sain, S.Si., M.Si.

DAFTAR ISI

FOTO ORATOR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
SINOPSIS.....	4
A. Pendahuluan	6
B. Jenis-Jenis Tumbuhan Mangrove	7
<i>Avicennia marina</i>	7
<i>Rhizophora mucronata</i>	8
<i>Sonneratia caseolaris</i>	8
C. Tumbuhan Mangrove dan Manfaatnya	9
D. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Tumbuhan Mangrove.....	11
E. Senyawa Metabolit Sekunder yang telah diisolasi Tumbuhan Mangrove	14
F. Senyawa Kimia aktif dan Bioaktivitas Tumbuhan Mangrove Kalimantan Timur	19
G. Senyawa Metabolit Sekunder Beberapa Jenis Tumbuhan Mangrove.....	22
<i>Aktivitas Antimikroba</i>	23
<i>Aktivitas Antioksidan</i>	25
<i>Antimalaria</i>	28
<i>Antidiabetes</i>	31
<i>Toksisitas Terhadap Artemia salina</i>	32
<i>Aktivitas Antikanker</i>	33
H. Kesimpulan	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
UCAPAN TERIMA KASIH.....	43
CURRICULUM VITAE.....	45

SINOPSIS

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia, Sementara daerah yang memiliki hutan mangrove terluas di Indonesia yaitu Papua (Irian Jaya), Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Bali, dan Maluku. Penelitian yang terkait eksplorasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas tumbuhan mangrove di beberapa daerah kawasan Kalimantan Timur, telah dilaksanakan sejak tahun 2014 hingga sampai tahun 2023. Penelitian yang telah dilakukan meliputi penelusuran senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas pada beberapa jenis tumbuhan mangrove yang terdapat didaerah Pantai Sambera. Pesisir Pantai Muara Badak, dan Bontang, Kalimantan Timur. Spesies tumbuhan mangrove yang dijadikan sebagai obyek dalam penelitian yaitu *Avicennia* Sp., *Rhizophora* Sp, *Sonneratia* Sp. Bagian jaringan tumbuhan mangrove yang digunakan adalah; daun, buah, kulit batang, kayu batang, dan akar. Tumbuhan mangrove tersebut mengandung senyawa metabolit sekunder golongan; alkaloid, flavonoid, senyawa fenolik, steroid, triterpenoid, tannin, dan saponin.

Beberapa hasil penelitian telah dilaporkan bahwa beberapa spesies tumbuhan mangrove dengan bioaktivitasnya adalah sebagai berikut; Ekstrak *Avicennia alba*, dan *Avicennia marina* memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba, bersifat toksit terhadap *A salina*, anti-oksidan, anti-malaria, anti-kanker, dan anti-diabetes. Ekstrak *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora stylosa* memiliki aktivitas sebagai anti-bakteri, anti-jamur, anti-oksidan, anti-diabetes, anti-malaria, anti-proliferasi terhadap sel kanker serviks dan juga bersifat toksit terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Sedangkan ekstrak *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris* memiliki aktivitas sebagai antibakteri, antioksidan, antimalaria, anti-proliferasi terhadap sel

kanker serviks, antidiabetes, bersifat toksit terhadap *Artemia salina* dan juga larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Senyawa bioaktif golongan steroid yang telah diisolasi dari tumbuhan mangrove tersebut terdiri dari: Stigmasterol, β -sitosterol, trimetil- 3β -sitosterol, dan Sitosteril yang masing-masing memiliki aktivitas sebagai; anti-malaria, anti-kanker, anti-oksidan, anti-inflamatori, dan anti-diabetes. Dua senyawa golongan triterpenoid yaitu taraxerol dan asam betulinat yang berkhasiat sebagai anti-malaria, anti-mikroba, dan anti-inflamatori. Kemudian senyawa golongan flavonoid yaitu ornitin dan luteolin yang bersifat sebagai antidiabetes dan antikanker. Serta senyawa golongan alkaloid yaitu reserpin yang memiliki aktivitas antimikroba dan anti-diabetes.

Tumbuhan mangrove Kalimantan Timur merupakan sumber senyawa metabolit sekunder yang memiliki bioaktivitas yang beragam sehingga tumbuhan mangrove Kalimantan Timur berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan obat alami.

Namun seiring perkembangan wisata bahari dan pembukaan lahan tambak baru maka ekosistem hutan mangrove di kawasan Kalimantan Timur secara khusus dan hutan mangrove Indonesia secara umum semakin berkurang jumlahnya, sehingga pemerintah daerah dan pemerintah pusat harus serius dalam menjaga kelestarian hutan mangrove Indonesia.

A. Pendahuluan

Hutan mangrove tersebar luas dan banyak di temui di daerah sekitar garis khatulistiwa atau ekuator, yakni daerah yang memiliki iklim tropis, dan sedikit di daerah yang memiliki iklim sub tropika. Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia, yaitu sekitar 3,5 juta hektar . Kemudian diikuti Brazil yang memiliki hutan mangrove sekitar 1,3 juta hektar. Nigeria dan Australia memiliki hutan mangrove 1,1 juta hektar, dan 0.97 hektar. Luas hutan mangrove yang dimiliki Indonesia ini sekitar 25% dari total semua hutan mangrove yang ada di dunia. Meskipun jumlahnya banyak, namun sebagian dari kondisi hutan mangrove tersebut kondisinya rusak.

Hutan mangrove yang paling luas di Indonesia terdapat di daerah Papua (Irian Jaya) yang memiliki hutan mangrove sekitar 1,3 juta hektar (38%), Kalimantan dengan luas hutan mangrove sekitar 900 ribu hektar (28%) dan daerah Sumatera yang memiliki hutang mangrove sekitar 673 ribu hektar (19%). Pada wilayah tersebut mangrove tumbuh dan berkembang dengan baik pada pesisir pantai dan sungai yang besar dan terlindung. Tempat ini juga merupakan tempat bermuaranya berbagai sungai- sungai besar, yakni di pantai timur Sumatera dan pantai barat serta selatan Kalimantan. Selain itu hutan mangrove terdapat di pantai utara Pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, dan Paua namun di wilayah ini kondisi hutan mangrove yang ada telah lama terkikis oleh kebutuhan penduduknya terhadap lahan yang ada.

Hutan mangrove Kalimantan Timur tersebar di wilayah Delta Mahakam Kutai Kartanegara, Bontang, Samarinda, Balikpapan, Penajam Paser Utara dan Tanah Grogot. Beberapa jenis mangrove yang terdapat di hutan mangrove Kalimantan Timur adalah jenis *Rhizophora* sp, *Bruguiera* sp, *Avicennia* sp, *Acanthus illicifolius*, *Acrostichum aureun*, *Aegiceras*

corniculatum, *Heritiera littoralis*, *Hibiscustiliaceus*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypa fruticans*, *Xilocharpus* sp, *Sonneratia* sp dan *Ceriop* sp (Hariyadi, 2015; Suyarso, 2000).

B. Jenis-Jenis Tumbuhan Mangrove

Hutan Mangrove Indonesia tercatat sekitar 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku. Dari 202 jenis tersebut, 43 jenis (diantaranya 33 jenis pohon dan beberapa jenis perdu) ditemukan sebagai mangrove sejati mayor (utama), mangrove sejati minor (tambahan), sementara jenis lain ditemukan disekitar mangrove dan dikenal sebagai jenis mangrove ikutan (associate).

Avicennia marina

Avicennia marina (api-api putih) adalah jenis mangrove yang termasuk dalam kategori mangrove mayor. Status tersebut menyebabkan *A. marina* hampir selalu ditemukan pada setiap ekosistem mangrove. Kerabat lain *A. marina* yang biasa dijumpai hidup bersama adalah *Avicennia alba* (api-api hitam), *Avicennia officinalis* (api-api daun lebar) serta *Avicennia rumhiana* yang mulai jarang ditemukan. Keempat jenis tumbuhan mangrove tersebut banyak ditemukan di Indonesia. Kebanyakan jenis ini merupakan jenis pionir dan oportunistik, serta mudah tumbuh kembali. Pohon-pohon api-api yang tumbang atau rusak dapat segera tumbuh kembali, sehingga mempercepat pemulihan tegakan yang rusak. Akar napas api-api yang padat, rapat dan banyak sangat efektif untuk menangkap dan menahan lumpur serta berbagai sampah yang terhanyut di perairan. Jalinan perakaran ini juga menjadi tempat mencari makanan bagi aneka jenis kepiting bakau, siput dan teritip.

Rhizophora mucronata

Rhizophora mucronata merupakan jenis *Rhizophora* yang mudah dikenali dari propagulnya yang paling panjang dibandingkan jenis lainnya. Propagulnya dapat mencapai panjang 70 cm dengan diameter 3-4 cm. Terdapat bintil-bintil pada permukaan propagul bakau jenis ini, menjadikan permukaannya kasar. Daun *R. mucronata* juga paling lebar diantara jenis *Rhizophora* lain, dengan ujung meruncing. Bunganya agak besar berwarna kuning yang terdiri dari 6-8 bunga per kelompok.

Sonneratia caseolaris

Menurut Onrizal (2008) dan Noor dkk. (2006), *S. caseolaris* L., merupakan pohon, dengan ketinggian mencapai 15 m, jarang mencapai 20 m. Memiliki akar nafas vertikal seperti kerucut (tinggi hingga 1 m) yang banyak dan sangat kuat, ujung cabang/ranting terkulai, dan berbentuk segi empat pada saat muda. Daun gagang/tangkai daun kemerahan, lebar dan sangat pendek, letak sederhana dan berlawanan, bentuk bulat memanjang, ujung membundar, ukuran bervariasi, 5-13 x 2-5 cm. Bunga, pucuk bunga bulat telur ketika mekar penuh, tabung kelopak bunga berbentuk mangkok biasanya tanpa urat, letak di ujung, formasi soliter-kelompok (1-3 bunga per kelompok). Daun mahkota merah, ukuran 17-35 x 1,5-3,5 mm, mudah rontok. kelopak bunga 6-8; berkulit, bagian luar hijau, di dalam putih kekuningan hingga kehijauan, benang sari banyak, ujungnya putih dan pangkalnya merah, mudah rontok. Buah seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga, ukuran lebih besar dari *S. alba*, bijinya lebih banyak (800-1200). Ukuran buah diameter 6-8 cm.

S. caseolaris tumbuh di bagian yang kurang asin di hutan mangrove, pada tanah lumpur yang dalam, seringkali sepanjang sungai kecil dengan air yang mengalir pelan dan terpengaruh oleh pasang surut.

Tidak pernah tumbuh pada pematang/daerah berkarang juga tumbuh di sepanjang sungai, mulai dari bagian hulu dimana pengaruh pasang surut masih terasa, serta di areal yang masih didominasi oleh air tawar. Tidak toleran terhadap naungan. Ketika bunga berkembang penuh, bunga berisi banyak nektar perbungaan terjadi sepanjang tahun, biji mengapung, selama hujan lebat, kecenderungan pertumbuhan daun akan berubah dari horizontal menjadi vertical.

C. Tumbuhan Mangrove dan Manfaatnya

Jenis tumbuhan mangrove yang digunakan oleh masyarakat secara turun-temurun sebagai obat tradisional untuk mengobati beberapa penyakit diantaranya; *Acanthus ilicifolius* berkhasiat sebagai obat asma, diabetes, hepatitis, reumatik, penyakit kulit, sakit perut, borok. *Avencennia alba* digunakan sebagai obat; asma, diabetes, hepatitis, penyakit kulit, antibisa, diare, antiseptik, reumatik, cacar dan borok. *Rhizophora Sp* berkhasiat untuk obat bengkak dan keseleo, asma, diabetes dan hepatitis, lepra, neuralgia, antibisa, antifertilitas, diareantiseptik, paralisis, penyakit mata, dan penyakit infeksi lainnya (Sarno dkk., 2013; Suryanti dkk., 2007). Mangrove jenis *Sonneratia alba* digunakan sebagai obat; diare, luka, dan demam (Noor, dkk., 2006; Harizon, dkk. 2014). Ekstrak daun, batang dan buah dari *Xilocarpus Sp* digunakan untuk mengobati penyakit; antiinflamatori, malaria, disentri, diare, kolera, antiulcer, antifilarial, dan antidiabetes (Swagat et al., 2014).

Tumbuhan mangrove mengandung senyawa golongan metabolit sekunder seperti; alkaloid, steroid, terpenoid, saponin dan tanin (Sutarno, 2000). Hasil penelusuran senyawa golongan metabolit sekunder pada tanaman *Sonneratia Sp* mengandung senyawa triterpenoid (Chaiyadej, et al., 2004; Minqing et al., 2009), flavonoid (Minqing et al., 2009), steroid (Priya et al., 2012), asam lemak (Oku et al., 2003) dan bifenil

(Priya et all., 2012), serta menunjukkan aktivitas biologis beragam, seperti antibakteri, antiinflamasi, dan efek insektisidal. Selanjutnya kandungan senyawa golongan metabolit sekunder dan bioaktivitas dari *Xylocarpus* Sp yaitu alkaloid, steroid, tannin, triterpen, limonoid, flavonoid, proantosianidin, dan saponin. Dengan berbagai bioaktivitas diantaranya adalah antimikroba, antifilarial, antidiabetes, antimalaria, antikanker, antioksidan, dan bersifat sitotoksik. Beberapa jenis tumbuhan mangrove dengan berbagai bioaktivitas (Khasia medis) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Jenis/Spesies Tumbuhan Mangrove dan Bioaktivitasnya

Jenis Mangrove	Ekstrak Jaringan Mangrove	Bioaktivitas (Khasiat Medis)
<i>Acanthus ilicifolius</i>	Daun, batang, buah, dan akar	Antijamur, Analgesik, anti inflamasi, pembersih darah, antidiabetik, antivirus, Memperbaiki stres oksidatif di otak tikus
<i>Aegiceras majus</i>	Daun dan batang	Pengobatan hematuria, antidiabetic
<i>Avicennia alba</i>	Daun dan batang	Antibakteri, antikanker, dan antiulcer
<i>Avicennia marina</i>	Daun, kulit batang dan batang	Antimikroba, sitotoksik terhadap A salina, antifouling, pengobatan penyakit cacar, maag, dan reumatik
<i>Avicennia officinalis</i>	Daun, batang, dan buah	Antibakteri, pengobatan alzheimer, afrodisiak, obat hepatitis, kusta dan antikanker
<i>Bruguiera conjugata</i>	Kulit batang dan batang	Antidiabetes
<i>Bruguiera cylindrica</i>	Daun, akar, dan buah	Antimikroba, sitotoksik terhadap A.salina,

Jenis Mangrove	Ekstrak Jaringan Mangrove	Bioaktivitas (Khasiat Medis)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Buah dan daun	aktivitas antifouling, aktivitas ichthyotoxic Antihemolitik, sitotoksik terhadap A.salina dan sel kanker payudara, dan antibakteri
<i>Ceriops decandra</i>	Batang, daun, dan buah	Pengobatan hepatitis dan antiulkus
<i>Heritiera littoralis</i>	Kulit batang, baang, buah, dan daun	Pengobatan diare, antijamur, antijamur
<i>Xylocarpus granatum</i>	Ekstrak kulit batang, dan batang	Aktivitas antibakteri, mengobati demam, malaria, kolera dan antidiabetes
<i>Xylocarpus granatum</i>	Ekstrak batang, dan buah	Mengobati demam, malaria, nafrodisiak dan antidiabetes

D. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Tumbuhan Mangrove

Senyawa golongan metabolit sekunder dihasilkan dalam jumlah kecil dan dalam kondisi khusus misalnya untuk pertahanan terhadap serangan hama, cuaca ekstrim atau kondisi tertekan, sehingga senyawa tersebut tidak diproduksi secara universal atau hanya diproduksi oleh spesies tertentu, dan bersifat bioaktif spesifik untuk proses pertahanan tumbuhan (Edreva et al., 2008). efektivitas senyawa metabolit sekunder dalam sistem pertahanan tumbuhan memberi implikasi bahwa senyawa metabolit sekunder mempunyai makna penting farmakologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengobati berbagai penyakit yang menyerang manusia (Mans, 2013).

Sampai saat ini lebih dari 200 senyawa metabolit sekunder yang bersifat bioaktif telah diisolasi dari

berbagai spesies mangrove tropis dan sub tropis. Ekstrak dari beberapa spesies mangrove secara biologis mengandung senyawa aktif antiviral, antibakteri dan antijamur (Okeke et al, 2001). Menurut Prabhu dan Guruvayoorappan (2012) mengungkapkan bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder dari beberapa spesies mangrove memiliki aktivitas biologis diantaranya aktivitas antioksidan, antitumor, antiinflamatori, antialergi, antimikroba, antiarterosklerotik dan antituberkulosis. Ekstrak etanol daun mangrove *Avicennia* sp, *Rhizophora* sp, dan *Sonneratia* sp. mengandung senyawa golongan metabolit sekunder; alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, senyawa fenolik, tannin, dan saponin. Ekstrak etanol daun ketiga jenis umbuhan mangrove memiliki aktivitas antidiabetes (Usman, dkk., 2019), Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Kimia dan dari Beberapa Tumbuhan Mangrove

Jenis (Spesies) Mangrove	Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder
<i>Acanthus ebracteatus</i>	Alkaloid, karbohidrat, flavonoid, asam lemak, hidrokarbon, lipid, polisakarida, protein, saponin, steroid, dan tannins
<i>Acanthus ilicifolius</i>	Alkaloid, rantai karbon panjang alkohol, steroid, triterpene, asam lemak, steroid, terpenoid, feno, dan karbohidrat
<i>Acrostichum aureum</i>	Asam amino, diterpen, flavonoid, hidrokarbon, sesquiterpen, dan steroid
<i>Avicennia alba</i>	Lipid, hidrokarbon, naftoquinon, flavonoid, senyawa fenolik, dan alkaloid, Alkohols, asam amino, karbohidrat, aam lemak, hidrokarbon, asam karboksilat, steroid, tanin, triterpen, vitamin, flavonoid, fenolik, alkaloid, dan triterpenoid

Jenis (Spesies) Mangrove	Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder
<i>Avicennia officinalis</i>	Alkaloid, karbohidrat, flavonoid, glikosida, lipid, polifenol, protein, saponin, dan tanin
<i>Aegiceras majus</i>	Alkaloid, benzofuran, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpene
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Antosianin, karbohidrat, karotenoid, catechin, asam lemak, lipid, flavan, senyawa fenoli, protein, steroid, asam karboksilat, dan triterpene
Bruguiera sexangular	Antosianin, karbohidrat, asam lemak, hidrokarbon, lipid, senyawa fenoli, protein, steroid, alkaloid, dan tanin
<i>Ceriops decandra</i>	Flavonoid, polifenol, protein, steroid, tanin, triterpen, dan alkaloid
<i>Ceriops tagal</i>	Asam lemak, hidrokarbon, steroid, alkaloid, polifenol, protein, dan tanin
<i>Excoecaria agallocha</i>	Alkaloid, polifenol, protein, saponin, steroid, gula, tanin, triterpene, dan asam lemak
Heritiera fomes	Polifenol, protein, dan tanin
<i>Lumnitzera racemose</i>	Ciclitol, gula, tannin
<i>Nypa fruticans</i>	Asam asetat, etanol, dan gula
<i>Rhizophora apiculata</i>	Senyawa fenolic, steroid, triterpene, flavonoid, alkaloid, triterpenoid, dan carotenoid,
<i>Rhizophora mucronata</i>	Alkaloid, flavonoid, lipid, inositol, triterpene, senyawa fenolik, dan tanin
<i>Rhizophora gymnorrhiza</i>	Antosianin, antosianidin, steroid, tannin, dan triterpene
<i>Sonneratia alba</i>	Sukosa, glukosa, fruktosa, dan tanin
<i>Sonneratia apetala</i>	Triterpene, steroid, asam karbosilat, laktone, dan polifenol
<i>Xylocarpus granatum</i>	Alkaloid, asam amino, karbohidrat, asam lemak, flavonoid, hidrokarbon, limonoid, polifenol, saponin, steroid, dan sugar

E. Senyawa Metabolit Sekunder yang telah diisolasi Tumbuhan Mangrove

Tumbuhan merupakan sumber alami yang melimpah sehingga menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara tropis yang memiliki potensi besar dalam pengembangan obat yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan. Senyawa metabolit sekunder yang memiliki bioaktivitas yang bermanfaat bagi kesehatan manusia akan menjadi sumber ketersediaan bahan baku obat herbal maupun sebagai bahan baku langsung dalam pembuatan obat-obat modern. Beberapa senyawa yang diisolasi dari tumbuh mangrove dan telah dimanfaatkan sebagai bahan baku obat. Senyawa yang telah diisolasi dari tumbuhan mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Senyawa Hasil Isolasi dari Beberapa Jenis/Spesies Tumbuhan Mangrove

Jenis Mangrove	Senyawa Hasil Isolasi	Spektroskopi
<i>Aegiceras corniculatum</i>	Dihydroxy-3-tridecyl-1,4-benzoquinone, 2,5-dihydroxy-3-undecyl-1,4-benzoquinone, 5-O-Methylembelin	UV, IR
<i>Avicennia marina</i>	Naphthoquinones, Avicennones A-G, Avicequinone A, Avicenols Stenocarpoquinone B, 2-propenoic acid, 3-phenyl ester, 3-acetyl methoxyphenyl	UV, IR, ESI-MS
<i>Avicennia officinalis</i>	Diterpenoids, Seven labdanes, Flavon-Velutin; Hydroxy-4-methoxybenzoic acid, Diethyl phthalate, Oleic acid.	IR, H-NMR, C-NMR, FAB-MS

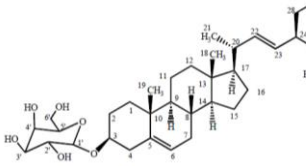
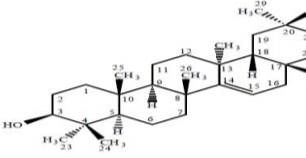
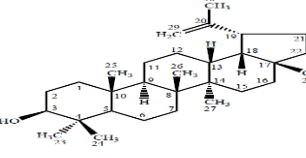
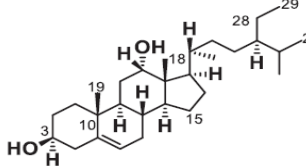
Jenis Mangrove	Senyawa Hasil Isolasi	Spektroskopi
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Gymnorrhizol, Four ent-kauranes, Pimaranes, Brugierol	NMR, Circular Dichroism (CD)
<i>Ceriops decandra</i>	Ceriopsin A-G, steviol, methyl ent-16b,17-dihydroxy-9(11)-kauren-19-oate, ent-16b,17-dihydroxy-9(11)-kauren-19-oic acid	Single-crystal X-ray analysis, Single crystal X-Ray diffraction
<i>Excoecaria agallocha</i>	Phorbol ester, ent-isopimarane diterpenoid, Agallochin A-E, Agallochaone A, 8,13-epoxy-14-labden-3-one and Excoecarin A,B	DEPT, COSY, NOESY, HMQC, HMBC dan MS
<i>Laguncularia racemosa</i>	Triacontanol, taraxerol, b-amyrin, betulin, b-sitosterol and friedelin	Tidak disebutkan
<i>Rhizophora apiculata</i>	Taraxerol careaborin, pyrethrin, Taraxeryl cis-p-hydroxycinnamate, gallic acid, rutin, ascorbic acid, quercetin, kaempferol	
<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophorin A-E, 1,4-Benzenediol; 2-Furancarboxaldehyde, 5-hydroxymethyl 4-hydroxy benzenesulfonic acid	Tidak disebutkan
<i>Sarcolobus globosus</i>	Sarcolobin, Tephrosin, 12aa-hydroxydeguelin, 11-hydroxytephrosin, 12a-hydroxyrotenone, 6aa,12aa-12a-hydroxyelliptone, 6a, 12a-dehydrodeguelin, Barbigerone, 6,7-dimethoxy-2,3-dihydrochromone, Genistin, Vanillic acid, 4-O-β-D-glucoside,	Tidak disebutkan

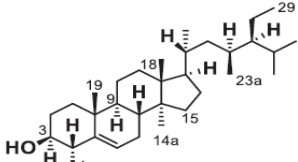
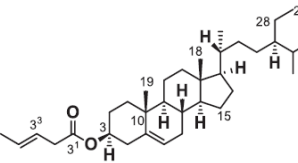
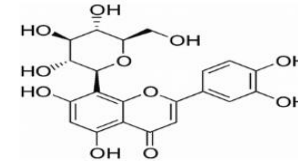
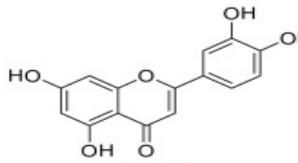
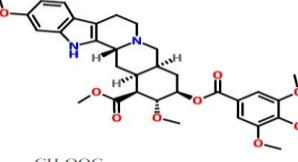
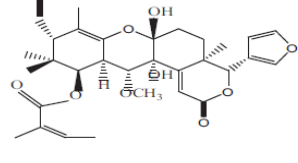
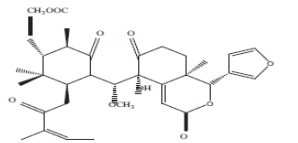
Jenis Mangrove	Senyawa Hasil Isolasi	Spektroskopi
<i>Sonneratia caseolaris</i>	Glucosyringic acid, Tachioside, Isotachioside. Luteolin, luteolin 7-O- β -glucoside	MS
<i>Xylocarpus granatum</i>	Catechin, Epicatechin, Procyanadin B1, Procyanidin trimer, Procyanidin pentamer, Xylocensin O, Xylocensin P, Gedunin Xylomollin, Catechin, Epicatechin, Procyanidin B1, Procyanidin trimer,	1H- NMR, 13C- NMR
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Procyanidin Pentamer, Procyanidin hexamer, Procyanidin decamer, Procyanidin, Undecamer, 12a-Hydroxyrotenone, 12aa- Hydroxyrotenone,	1H- NMR, 13C- NMR

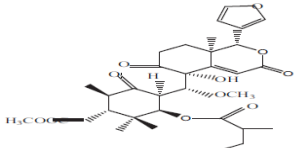
Hasil penelusuran senyawa bioaktif yang telah diisolasi dari ekstrak daun tumbuhan mangrove jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora Stylosa* adalah senyawa golongan triterpenoid yaitu Stigmasterol-3-O- β -D galaktopiranosida (1), Taraxerol (2), dan Asam betulinat (3), dimana ketiga senyawa ini memiliki khasiat sebagai obat antimalaria, antitumor, antikanker, antimikroba, obat antiinflamasi, diuretik, antivirus, antidiabetik, antiparasit, dan antioksidan (de-Sá et al., 2009; OliveiraCosta et al., 2014; Jiang et al., 2021). Kemudian golongan steroid yaitu; 12 α -hidroksi-3 β -sitosterol (4), 4, 14, 23-trimetil-3 β -sitosterol (5), dan Sitosteril-3 β -(33E)-pent-33-enoat (6) yang berasal dari tumbuhan mangrove spesies *Rhizophora mucronata*, dan memiliki bioaktivitas sebagai Antidiabetik, antiinflamatori, toksisitas terhadap *Artemia salina*, antidiabetik dan antioksidan. Senyawa golongan flavonoid yaitu: senyawa Ornitin (7), luteolin (8), dan reserpin (9) dengan berbagai khasiat

yang bermanfaat bagi kesehatan manusia diantaranya sebagai antihipertensi, anti-asma, anti-karsinogenik, antioksidan, antidiabetes, antibakteri, antivirus, dan antikanker yang masing-masing diisolasi dari tumbuhan mangrove spesies *Sonneratia alba*. Selanjutnya senyawa senyawa Xilogratin A (10), Xilogratin B (11), dan Granaxylocapin A (12) yang berhasil diisolasi dari tumbuhan mangrove jenis *Xilocarpus granatum*. Senyawa ini memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antidiabetik, dan antikanker. Beberapa kandungan senyawa bioaktif yang telah diisolasi dari ekstrak tumbuhan mangrove selengkapnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Struktur Kimia dan Senyawa Bioaktif dari Tumbuhan Mangrove

No	Nama Senyawa	Struktur Molekul	Khasiat
1	Stigmasterol-3-O-β-D galaktopirano sida		Antimalaria, Antitumor, Antikanker dan Antioksidan
2	Taraxerol		Antimalaria, Pengobatan penyakit neurodegeneratif, antimikroba,
3	Asam betulinat		Antiinflamato ri, Antimalaria,
4	12α-hidroksi-3β-sitosterol		Toksik terhadap <i>Artemia salina</i> , Antiinflamato ri, Antidiabetik,

No	Nama Senyawa	Struktur Molekul	Khasiat
5	4, 14, 23-trimetil-3 β -sitosterol		dan Antioksidan Antiinflamato ri dan Antioksidan
6	<i>Sitosteril-3β-(3³E)-pent-3³-enoat (6)</i>		Antiinflamato ri dan Antioksidan
7	Ornitin		Antidiabetes
8	Luteolin		Antidiabetes
9	Reserpin		Antidiabetes
10	Xilogratin A		Antikanker, antidiabetes,
11	Xilogratin B		Antikanker

No	Nama Senyawa	Struktur Molekul	Khasiat
12	Granaxylocapin A		Antikanker

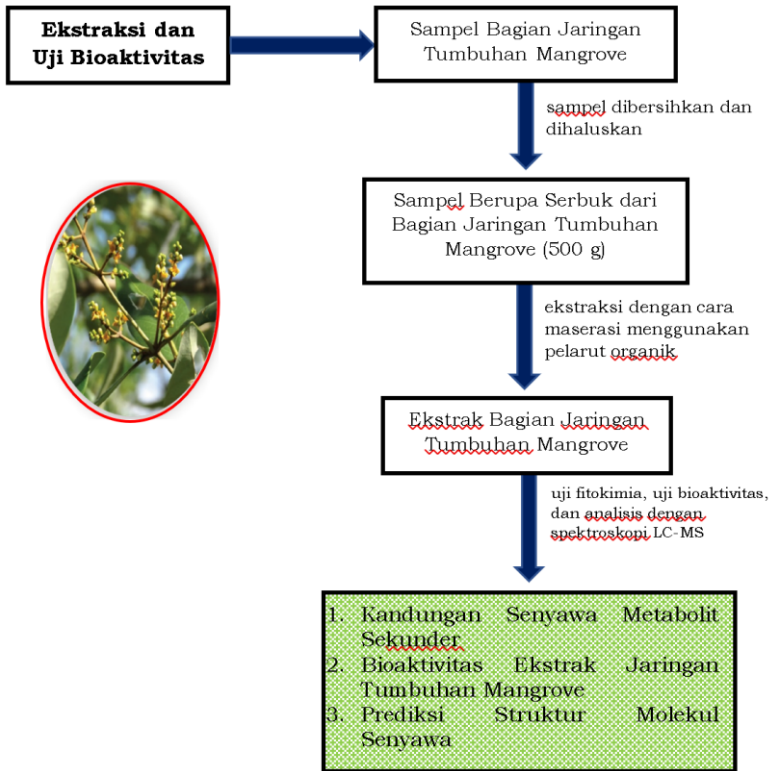
F. Senyawa Kimia aktif dan Bioaktivitas Tumbuhan Mangrove Kalimantan Timur

Jenis mangrove yang terdapat di Kawasan hutan mangrove Kalimantan Timur diantaranya adalah jenis *Rhizophora sp*, *Bruguiera sp*, *Avicennia sp*, *Acanthus illicifolius*, *Acrostichum aureum*, *Aegiceras corniculatum*, *Heritiera littoralis*, *Hibiscus tiliaceous*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypa fruticans*, *Xilocharpus sp*, *Sonneratia sp* dan *Ceriop sp* (Hariyadi, 2015; Suyarso, 2000). Manfaat tumbuhan mangrove ini sangat besar bagi kehidupan manusia yaitu sebagai bahan bakar, bahan bangunan, alat penangkap ikan, makanan, minuman, peralatan rumah tangga, pertanian (pupuk), produk kertas, obat, dan manfaat ekologi (sebagai *fishingground* bagi organisme laut). Tumbuhan mangrove secara turun temurun dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan berkhasiat obat. Kemampuan khasiat obat dari suatu tumbuhan berkaitan dengan kandungan senyawa kimianya.

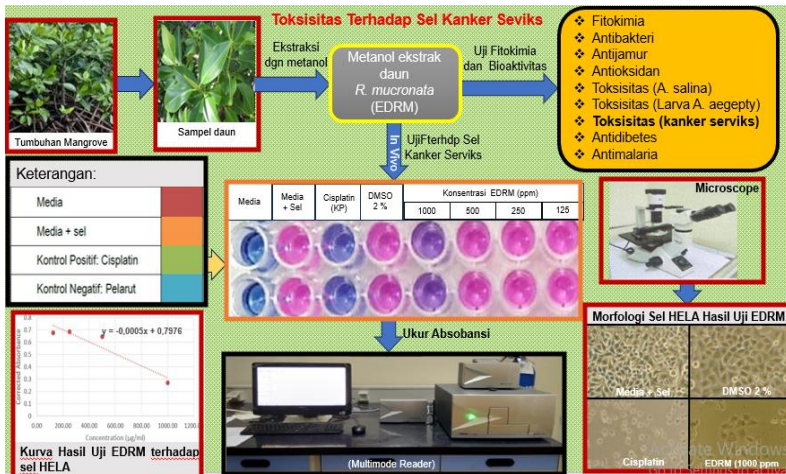
Senyawa kimia aktif yang dimiliki tumbuhan mangrove adalah golongan senyawa flavonoid, terpenoid, alkaloid, steroid, tanin, dan saponin (Usman dkk., 2019; G. Eswaraiah, et al., 2020). Oleh karena itu masyarakat di daerah pesisir banyak memanfaatkan tumbuhan mangrove sebagai obat dalam mengobati penyakit seperti penyakit kulit, asma, diabetes, hepatitis, reumatik, sakit perut, diare, penyakit infeksi, penyakit mata, hepatitis, antimalaria, demam, keseleo, antiulcer, neuralgia, dan antiinflamatori. Bagian jaringan tumbuhan mangrove yang digunakan sebagai

bahan obat yaitu bagian jaringan; akar, kulit batang, daun, dan kayu batang. Hal ini berarti eksplorasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas pada tumbuhan mangrove yang berasal dari Kalimantan Timur, berpotensi dikembangkan sebagai obat.

Penelitian yang terkait eksplorasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas tumbuhan mangrove di daerah Kawasan Kalimantan Timur, telah dilakukan sejak tahun 2014 hingga sampai tahun 2023. Penelitian yang telah dilakukan diantaranya adalah melakukan penelusuran senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas pada beberapa jenis tumbuhan mangrove yang terdapat di daerah Pantai Sambera dan Pesisir Pantai Muara Badak (Kutai Kartanegara), serta hutan mangrove Bontang, Kalimantan Timur. Jenis/spesies tumbuhan mangrove yang dijadikan sebagai sampel dalam penelitian yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora Stylosa*, *Sonneratia alba*, dan *Sonneratia caseolaris*. Bagian jaringan tumbuhan mangrove yang digunakan adalah; daun, buah, kulit batang, kayu batang, dan akar. Proses pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Bagan Ekstraksi, Isolasi, dan Uji Bioaktivitas Tumbuhan Mangrove



Gambar 2. Bagan Uji Bioaktivitas terhadap Sel Kanker Serviks Tumbuhan Mangrove

G. Senyawa Metabolit Sekunder Beberapa Jenis Tumbuhan Mangrove

Dalam penelitian ini uji metabolit sekunder dilakukan melalui uji kualitatif dengan metode warna yang dideteksi dengan reagen. Beberapa uji metabolit sekunder yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu uji alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, senyawa fenolik, tannin, dan saponin. Berikut hasil uji metabolit sekunder ekstrak beberapa jenis tumbuhan mangrove seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan senyawa metabolit sekunder beberapa jenis tumbuhan mangrove.

Jenis Mangrove	Senyawa Metabolit sekunder							Aktivitas Farmakologi
	Alkaloid	Flavonoid	Fenolik	Steroid	Triterpenoid	Tannin	Saponin	
<i>A. alba</i>	+	+	+	+	-	+	+	Toksik terhadap <i>A. salina</i> , aktivitas antioksidan,
<i>A. Marina</i>	+	+	-	+	+	+	-	Antioksidan,

Jenis Mangrove	Senyawa Metabolit sekunder						Aktivitas Farmakologi	
	Alkaloid	Flavonoid	Fenolik	Steroid	Triterpenoid	Tannin		
<i>Ceriops tagal</i>	+	+	+	+	-	-	+	Antibakteri, Antijamur, dan Antikanker
<i>R. Apiculata</i>	+	+	-	+	+	+	-	Antibakteri, Antihiperglycemic activity, Antifungal, Antibacterial, Antioksidan, Antiinflamatori, dan Toksit terhadap A. salina,
<i>R. mucronata</i>	+	+	+	+	-	+	-	Antidiabetes, dan antikanker
<i>R. Stylosa</i>	+	+	+	-	+	+	+	Antibakteri, Antioksidan, Antiinflamasi, Toksit terhadap A. salina, Antidiabetes
<i>S. alba</i>	+	+	+	+	-	+	+	Antibakteri, Antioksidan, Antiinflamasi, Antidiabetes, antinflamasi, toksisitas pada larva udang, Antikanker
<i>S. caseolaris</i>	-	+	-	+	-	+	-	Toksit terhadap A. salina, Antimikroba, Antioksidan, Antidiabetes, dan Antikanker,

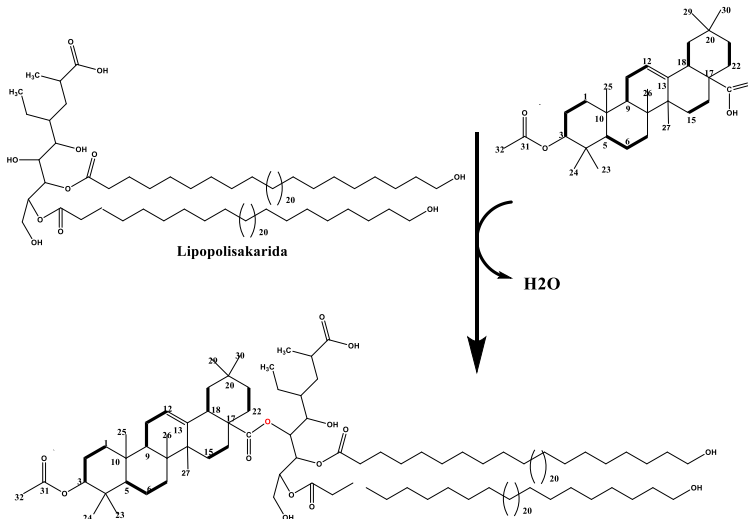
Aktivitas Antimikroba

Infeksi yang disebabkan oleh berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, dan lain-lainl menimbulkan ancaman serius dan mengakibatkan jutaan kematian di seluruh dunia. Meskipun telah tersedia berbagai jenis obat sintetis untuk melawan mikroorganisme patogen tersebut, namun beberapa diantaranya obat tersebut resistensi terhadap agen antimikroba sehingga dapat memperburuk keadaan. Beberapa tanaman obat yang berasal dari tumbuhan mangrove berpotensi yang menjanjikan untuk tantangan ini. Uji aktivitas antimikroba dilakukan dengan metode difusi cakram, Jenis tumbuhan yang memiliki aktivitas antibakteri yaitu ekstrak akar *C. tagal* menunjukkan aktivitas antibakteri terutama terhadap bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*). Sedangkan, ekstrak *S. alba* menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap bakteri Gram positif yaitu *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus cereus*, masing-masing dengan diameter hambat sebesar 9,9 dan 7 mm, serta terhadap bakteri Gram negatif *Shigella dysenteriae* dengan diameter hambat sebesar 7 mm.

Keberadaan senyawa golongan flavonol, dan senyawa fenolik pada konsentrasi tinggi dapat menembus dinding sel bakteri dan mempresipitasi protein dalam sel bakteri. Sedangkan senyawa fenol pada konsentrasi yang lebih rendah dapat menonaktifkan sistem enzim penting dalam sel bakteri Oliver et al. (2001). Senyawa triterpenoid turunan lupan telah dilaporkan dari mangrove dari *S. alba* menunjukkan aktivitas sebagai antibakteri. (Mairing P. P., dan Ariantari N. P., 2022).

Gambaran reaksi yang terjadi antara senyawa bioaktif (triterpenoid) dengan komponen dinding sel (seperti Gambar 3) merupakan reaksi esterifikasi yang terjadi antara gugus hidroksil dari lipopolisakarida penyusun dinding sel bakteri dengan gugus asam karboksilat dari senyawa bioaktif dari tumbuhan mangrove. Reaksi ini mengakibatkan perubahan

struktur membran lipopolisakarida menjadi tidak simetris dan selanjutnya membran sel akan menggelembung dan menjadi lisis (Eva, 2012).



Gambar 3. Prediksi mekanisme reaksi senyawa 1 dan lipopolisakarida dari Membrane sel.

Senyawa antimikroba merupakan senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Mekanisme kerja zat antimikroba melalui beberapa cara sebagai berikut: 1) Merusak Dinding Sel, 2) Penghambatan Terhadap Fungsi Membran Sel Mikroba, 3) Penghambatan sintesis Protein, 4) Penghambatan sintesis asam nukleat, 5) Menghambat kerja enzim intraseluler.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan zat yang dapat melindungi sel-sel dalam tubuh manusia dari kerusakan akibat radikal bebas yang berbahaya. Aktivitas antioksidan dianalisis dengan metode 1,1 difenil-2- pikrilhidrazil (DPPH) sebagai senyawa radikal bebas yang diukur absorbansinya dengan

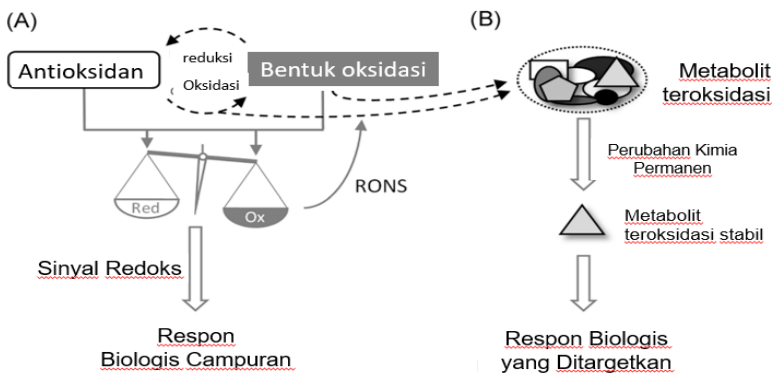
spektrofotometri dan dikorelasikan secara kuantitatif. Suatu ekstrak dikatakan memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$, sedang jika nilai $IC_{50} < 100 \mu\text{g/mL}$ termasuk kategori kuat, kemudian jika $IC_{50} < 1000 \mu\text{g/mL}$ termasuk kategori sedang (moderat), dan jika $IC_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$ termasuk kategori lemah (Molyneux, 2004).

Sampel dari ekstrak metanol daun dan kulit batang mangrove *A. marina* asal Pantai Sambera, Kaltim memiliki aktivitas antioksidan kategori kuat dengan nilai IC_{50} masing-masing adalah $54,023 \mu\text{g/mL}$ dan $71,13 \mu\text{g/mL}$, sehingga sampel dari bagian jaringan *A. marina* berpotensi sebagai zat antioksidan. Berdasarkan laporan hasil uji aktivitas antioksidan menyebutkan bahwa ekstrak metanol daun dan kulit batang *S. alba* menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} masing-masing adalah $18,62 \mu\text{g/mL}$ dan $22,96 \mu\text{g/mL}$. Sedangkan tumbuhan mangrove jenis *C. tagal* menunjukkan aktivitas antioksidan dengan IC_{50} sebesar $6,67 \mu\text{g/mL}$ dan termasuk kategori sangat kuat. Aktivitas antioksidan tumbuhan mangrove tersebut disebabkan adanya senyawa metabolit sekunder yang terdapat di dalam ekstraknya seperti flavonoid, fenolik, tannin, dan antosianin.

Senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan sehingga dapat mengurangi stres oksidatif (Lesma et al., 2018). Sementara senyawa golongan alkaloid terutama indol memiliki kemampuan untuk menghentikan reaksi senyawa berantai radikal bebas secara efisien. Senyawa alkaloid lainnya yang bersifat antioksidan adalah quinolon, kafein yang dapat bertindak sebagai peredam radikal, hidroksi dan melatonin yang berperan penting menjaga sel dari pengaruh radiasi dan toksisitas obat-obatan. Senyawa polifenol mempunyai kemampuan untuk menyumbangkan atom hidrogen kepada senyawa

radikal bebas, sehingga aktivitas antioksidan senyawa polifenol dapat dihasilkan pada reaksi netralisasi radikal bebas atau pada penghentian reaksi berantai yang terjadi (Papalia, 2015; Handayani, 2014).

Mekanisme kerja antioksidan dari menangkap spesies oksigen/nitrogen reaktif hingga memberi sinyal redoks dan menghasilkan metabolit sekunder bioaktif disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kontekstualisasi perspektif senyawa kimia dalam kaitannya dengan aktivitas antioksidan

Bagan (A) Peran senyawa antioksidan dalam mengganggu keseimbangan redoks dan jalur biokimia yang dimodulasi redoks. Antioksidan dapat memasuki siklus redoks dan menjalankan bioaktivitasnya melalui bentuk tereduksi dan teroksidasi. Bagan (B) Potensi pentingnya metabolit teroksidasi minor yang stabil secara kimia yang dapat terbentuk karena pembersihan radikal bebas. Bergantung pada sifat kimia antioksidan, jenis ROS/RNS yang dibersihkan, penataan ulang zat antara reaktif yang muncul dan/atau reaksi sekunder lainnya, campuran kompleks metabolit teroksidasi diharapkan hadir dan berinteraksi dengan berbagai mekanisme seluler yang terlibat dalam pengaturan banyak proses biokimia.

Pola metabolit terlokalisasi ini mungkin menjadi karakteristik lingkungan mikro, yang menyiratkan adanya interaksi antara pensinyalan redoks dan "pensinyalan metabolit antioksidan" yang ada bersamaan. Karena metabolit teroksidasi secara individual cenderung menunjukkan kompleksitas kimia yang lebih tinggi daripada antioksidan induknya, mereka juga diharapkan dapat bertindak dengan cara yang lebih terarah.

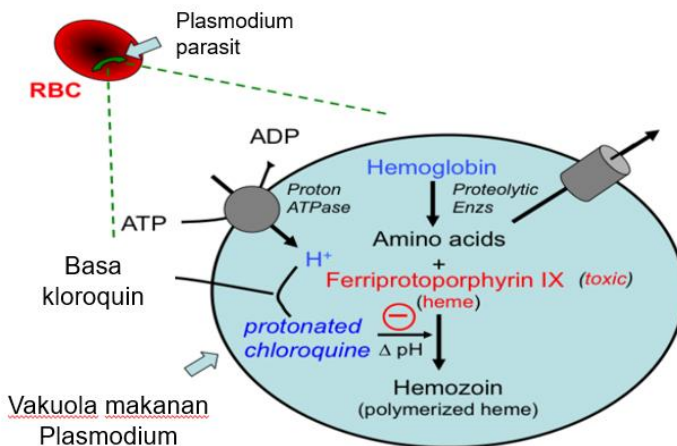
Antimalaria

Aktivitas antimalaria dapat diketahui dengan menghitung nilai IC_{50} dengan cara melakukan analisis probit. Kriteria aktivitas antimalaria secara *in vitro* terdiri dari 3 bagian, yaitu 1) jika aktivitasnya memiliki nilai $IC_{50} \leq 10 \mu\text{g/mL}$ maka ekstrak/senyawa uji dikategorikan sangat baik, 2) jika nilai aktivitas berada pada rentang nilai IC_{50} 10-50 $\mu\text{g/mL}$ maka dikategorikan baik, dan apabila memiliki nilai $IC_{50} \geq 50 \mu\text{g/mL}$ maka IC_{50} termasuk kategori kurang baik. Berdasarkan hasil uji aktivitas antimalaria ekstrak metanol mangrove jenis *A. marina*, memiliki nilai IC_{50} sebesar 57,341 $\mu\text{g/mL}$ dan termasuk kategori kurang baik, ekstrak *R. mucronata* dan *S. casseolaris* memiliki nilai IC_{50} masing-masing sebesar 24,118 $\mu\text{g/mL}$ dan 41,37 $\mu\text{g/mL}$ termasuk dalam kategori. Hal ini berarti ekstrak tumbuhan mangrove dari jenis *R. mucronata* dan *S. casseolaris* yang berasal dari Pantai Sambera Kalimantan Timur menunjukkan aktivitas antimalaria dengan kategori baik. Aktivitas antimalaria dari jenis tumbuhan mangrove *R. mucronata* dan *S. casseolaris* berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, terpen, kuasinoid, flavanoid, limonoid, kalkon, peptida, xanton, kuinon, dan kumarin

Ekstrak daun mangrove jenis *S. alba* juga menunjukkan aktivitas antimalaria karena mampu menghambat galur galur *Plasmodium berghei* yang

resistan terhadap banyak obat dengan nilai IC_{50} sebesar $3,08 \mu\text{g/ml}$. Ekstrak metanol daun mangrove *S. alba* diketahui banyak mengandung senyawa kuinon yang bersifat efektif dalam mengurangi tingkat parasitemia pada eritrosit tikus yang terinfeksi oleh protozoa *Plasmodium berghei*. Aktivitas antiplasmodial ekstrak tumbuhan ini lebih baik daripada yang ditunjukkan oleh obat antimalaria standar pyremethamine.

Mekanisme kerja antimalaria dari senyawa klorkuin, kuinolon, dan senyawa bioaktif lainnya (diduga sama) dimana senyawa bioaktif tersebut terkonsentrasi dalam vakuola makanan parasit, mencegah polimerisasi produk hemoglobin, heme, dan menjadi hemozoin dengan demikian menimbulkan toksisitas parasit akibat penumpukan heme seperti yang disajikan pada Gambar 5.

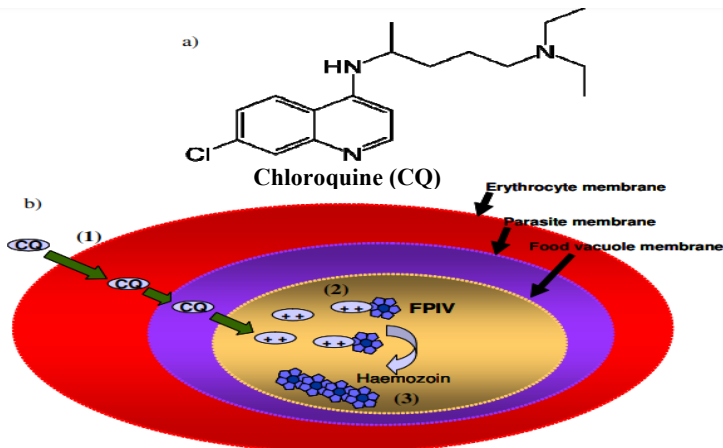


Gambar 5. Mekanisme kerja klorokuin yang diusulkan dalam vakuola makanan parasit

Parasit malaria aseksual berkembang biak dalam eritrosit inang dengan mencerna hemoglobin dalam vakuola makanan yang bersifat asam, suatu proses

yang menghasilkan asam amino, radikal bebas, dan heme (ferriprotoporfirin), dua radikal bebas terakhir merupakan produk sampingan yang sangat reaktif. Basa klorokuin berdifusi ke dalam vakuola makanan dan menjadi terprotonasi (bermuatan) dan terperangkap di dalam vakuola. Akumulasi klorokuin juga meningkatkan pH di dalam vakuola, yang mengurangi laju polimerisasi non-enzimatik ferriprotoporfirin. Hal ini mengakibatkan kerusakan oksidatif dan kematian parasit (Ivers & Ryan, 2012).

Mekanisme yang dijelaskan sebelumnya merupakan jalur utama aksi dari senyawa klorokuin (CQ). Namun laporan hasil penelitian lain menunjukkan bahwa senyawa tersebut efektif juga terhadap stadium parasit yang tidak terlibat dalam metabolisme hem dan tidak memiliki vakuola pencernaan yang terbentuk sepenuhnya. Selain itu, klorokuin juga dapat menurunkan multiplisitas dalam pembelahan inti yang diamati dalam skizon dan menyebabkan sindrom kematian tertunda (ciri khas beberapa antibiotik) yang mengganggu fungsi apikoplas, Gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia klorokuin (CQ) dan mekanisme aksinya, a) struktur kimia CQ, b)

mekanisme aksi CQ. Obat berdifusi ke dalam vakuola pencernaan (1) ketika terprotonasi dan berikatan dengan hem (2), menghambat pembentukan hemozoin (3)

Antidiabetes

Pengobatan penyakit diabetes tidak hanya menggunakan obat konvensional tetapi dapat juga melalui pengobatan komplementer, karena pengobatan konvensional memberikan efek samping seperti gangguan pencernaan (Joeliantina *et al.*, 2019). Pada beberapa tahun terakhir, beberapa peneliti telah mengeksplorasi senyawa bioaktif dari tumbuhan yang berkhasiat sebagai antidiabetes. Salah satu jenis tumbuhan obat yang berpotensi sebagai antidiabetes adalah tumbuhan mangrove, hal ini disebabkan tumbuhan mangrove mengandung senyawa bioaktif yang dapat menurunkan kadar glukosa darah. Peningkatan jumlah penderita dan kompleksitas penyakit mengancam kehidupan manusia sehingga menjadi tantangan bagi peneliti untuk melakukan eksplorasi bahan alam mendapatkan bahan obat alami.

Tumbuhan mangrove memiliki senyawa metabolit sekunder yang beragam dan yang paling dominan adalah senyawa polifenol dan tannin. Kandungan kedua senyawa pada tumbuhan mangrove diketahui sebagai sumber senyawa bioaktif antidiabetes. Pengujian secara *in vivo* dilakukan untuk menguji potensi antidiabetes tumbuhan mangrove *A. marina*, *R. mucronata*, dan *S. caseolaris* dari pesisir Pantai Muara Badak, Kalimantan Timur. Ekstrak etanol dari ketiga jenis daun mangrove tersebut mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes. Ekstrak etanol daun mangrove jenis *R. mucronata* dengan dosis 200 mg/Kg BB + glukosa 2 g/Kg BB memberikan hasil aktivitas antidiabetes yang paling baik dan mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 31,27%.

Ekstrak etanol buah *Sonneratia ovata* memiliki aktivitas sebagai penghambat α -glukosidase dengan IC_{50} 1,86 $\mu\text{g/mL}$ ($< 10 \mu\text{g/mL}$) (Dona *et al.*, 2021).

Kemampuan ekstrak etanol dari ketiga jenis daun tumbuhan mangrove tersebut dalam menurunkan kadar glukosa darah karena adanya kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan senyawa fenolik dalam tumbuhan mangrove. Mekanisme kerja senyawa flavonoid yaitu meregenerasi dan merangsang pelepasan insulin oleh sel β pankreas. Kemudian mekanisme penurunan kadar glukosa darah oleh tumbuhan yang bersifat antidiabetik yaitu: 1) memiliki kemampuan sebagai adstringen untuk dapat mengendapkan protein membran mukosa usus dan membentuk lapisan yang melindungi usus, sehingga dapat menghambat asupan glukosa, 2) mempercepat pelepasan glukosa dari sirkulasi dengan mempercepat filtrasi dan ekskresi ginjal, 3) mempercepat pelepasan glukosa melalui peningkatan metabolisme atau memasukkan ke dalam deposit lemak, suatu proses yang melibatkan pankreas untuk memproduksi insulin (Muhtadi, M., 2006).

Toksistas Terhadap *Artemia salina*

Uji toksistas suatu ekstrak atau senyawa menggunakan metode BSLA (Brine Shrimp Lethality Assay (BSLA) dengan menggunakan larva udang (*Artemia salina*). Metode ini cukup praktis karena dengan pengujian ini mudah dilakukan, cepat, dan hemat biaya, serta memberikan indikasi umum potensi sitotoksik dari suatuekstrak kasar atau senyawa yang telah diisolasi. Sehingga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi sitotoksik ekstrak yang lebih baik untuk melakukan studi sitotoksistas dengan menggunakan sel kanker. Hasil uji toksistas ekstrak metanol bagian jaringan batang, daun, kulit batang, dan akar dari sampel tumbuhan mangrove *R. mucronata* terhadap larva udang *Artemia salina*

menunjukkan nilai LC_{50} masing-masing sebesar 7,053 $\mu\text{g/mL}$; 115,5 $\mu\text{g/mL}$, 258,39 $\mu\text{g/mL}$, dan 5.700, 58 $\mu\text{g/mL}$. Menurut Anderson, *et al.*, (1990) suatu ekstrak dikatakan bersifat sangat toksit (kategori sangat aktif) terhadap larva udang *A. salina* jika nilai $LC_{50} < 100$ $\mu\text{g/mL}$, bersifat toksit (kategori aktif) jika nilai $LC_{50} < 1000$ $\mu\text{g/mL}$, dan tidak bersifat toksit jika $LC_{50} > 1000$. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ekstrak bagian jaringan batang mangrove *R. mucronata* termasuk kategori sangat toksit terhadap *A. salina*. Kemudian ekstrak bagian jaringan daun dan kulit batang mangrove tersebut bersifat toksit sedang (moderat), serta ekstrak bagian jaringan akar bersifat toksit lemah terhadap *A. salina*.

Dalam penelitian juga telah dilaporkan bahwa ekstrak daun mangrove *A. marina* bersifat sangat toksit terhadap *A. salina* sedangkan mangrove jenis *R. mucronata*, dan *S. caseolaris* memiliki sifat toksisitas dengan kategori aktif, masing-masing dengan nilai LC_{50} 48,165 ppm, 104,96 ppm, dan 256,135 ppm. Beberapa penelitian menyatakan bahwa potensi aktivitas biologi ekstrak tumbuhan mangrove yang dikaitkan dengan keberadaan senyawa metabolit sekunder terkandung dalam tumbuhan. Korelasi antara keberadaan senyawa metabolit sekunder berbasis tanaman seperti terpenoid, steroid, flavonoid, dan senyawa fenolik terkait dengan berbagai bioaktivitas.

Aktivitas Antikanker

Uji sitotoksik adalah kemampuan sel untuk bertahan hidup karena adanya senyawa toksik yang diberikan. Media kultur yang digunakan pada penelitian ini adalah RPMI (*Roswell Park Memorial Institute Medium*) karena RPMI merupakan media terbaik untuk kultur sel kanker dalam jangka waktu pendek. Media kultur cair RPMI mengandung *Fetal Bovine Serum* (FBS) 10% dan 50 $\mu\text{L}/ 50\text{mL}$ antibiotic. yang berfungsi sebagai suplemen peningkat pertumbuhan; *growth factor*.

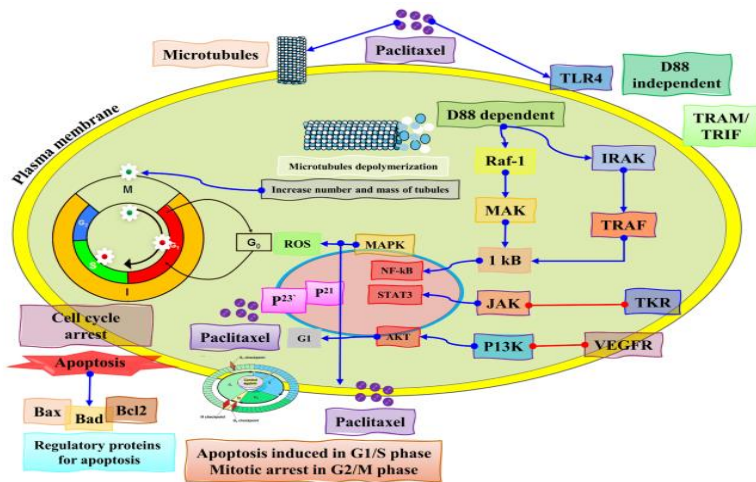
Penelitian ini menggunakan sel Hela MCF7 karena sel tersebut cukup aman digunakan untuk kepentingan kultur, bersifat *immortal* atau tidak dapat mati dalam usia tua dan dapat membelah secara tidak terbatas selama memenuhi kondisi lingkungan yang sesuai. Parameter uji sitotoksisitas adalah nilai IC_{50} , semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin tinggi potensi senyawa uji sebagai agen sitotoksik.

Hasil penelitian mengenai uji Aktivitas antiproliferasi ekstrak tumbuhan mangrove jenis *A. marina*, *R. mucronata*, dan *S. alba*, termasuk kategori cukup aktif, masing-masing dengan nilai IC_{50} sebesar 305,44 ppm 421,70 ppm dan 343,27 ppm. Berdasarkan nilai IC_{50} dari ketiga ekstrak methanol daun mangrove berpotensi sebagai agen penghambat pertumbuhan sel kanker serviks. Jenis mangrove *C. tagal* menjadi perhatian para peneliti karena sifat sitotoksik dan efek antikanker yang sangat aktif. Beberapa laporan hasil penelitian menyoroti aktivitas anti kanker dari *C. tagal*. Sebagai contoh, senyawa yang diisolasi dari *C. tagal* memiliki efek antikanker pada banyak lini sel kanker seperti serviks, payudara, usus besar, ovarium, kolorektal, hepatoma, leukemia, mieloma, kanker paru sel kecil, karsinoma epidermoid oral, dan limfoma Hodgkin, yang menunjukkan aktivitas antikanker spektrum luas.

Yang et al., (2008) melaporkan bahwa senyawa Taraxerol yang diisolasi dari *R. stylosa* menunjukkan sitotoksisitas terhadap sel kanker HeLa dengan nilai IC_{50} sebesar 73,4 mol/L, kemudian senyawa Ciscareaborin menghambat pertumbuhan sel kanker MCF-7 dan BGC-823 dengan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 45,9 dan 116,0 mol/L. Selanjutnya senyawa Rhizostyloside yang merupakan turunan dari glikosida siklokartana, menunjukkan sitotoksisitas yang signifikan terhadap sel kanker KB (karsinoma epidermoid), dan SK-Mel-2 (melanoma) dengan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 86,7 dan 51,0 g/mL. Hal

ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *R. stylosa* bersifat sitotoksik terhadap sel HeLa.

Paclitaxel (senyawa bioaktif) telah digunakan sebagai obat antikanker karena sitotoksitasnya yang tinggi selama beberapa peristiwa molekuler yang terjadi dalam siklus sel. Paclitaxel telah menunjukkan efeknya pada pembentukan dan stabilisasi mikrotubulus selama jaringan spindel mempertahankan strukturnya melalui polimerisasi mikrotubulus dan menahan depolymerisasi yang mengganggu perakitan mikrotubulus. Beberapa peneliti sebelumnya menyatakan bahwa paclitaxel yang dikombinasikan dengan kalsium klorida (4 mM) juga menahan atau memperlambat proses depolymerisasi yang menyebabkan ketidakstabilan mikrotubulus dan yang mengganggu jaringan spindel. Paclitaxel memainkan peran penting dalam jalur pensinyalan sel dengan menunjukkan gangguan jaringan mikrotubulus yang disebabkan oleh peningkatan kadar Bax dan Bcl-2 yang menyebabkan terhentinya siklus sel selama fase G2-M. Peristiwa ini menginduksi apoptosis selama fase G1 mitosis. Hal ini mengakibatkan terhentinya siklus sel pada fase mitosis yang berujung pada kematian sel (mekanisme lihat senyawa bioaktif seperti yang yang ditunjukkan Gambar 7.

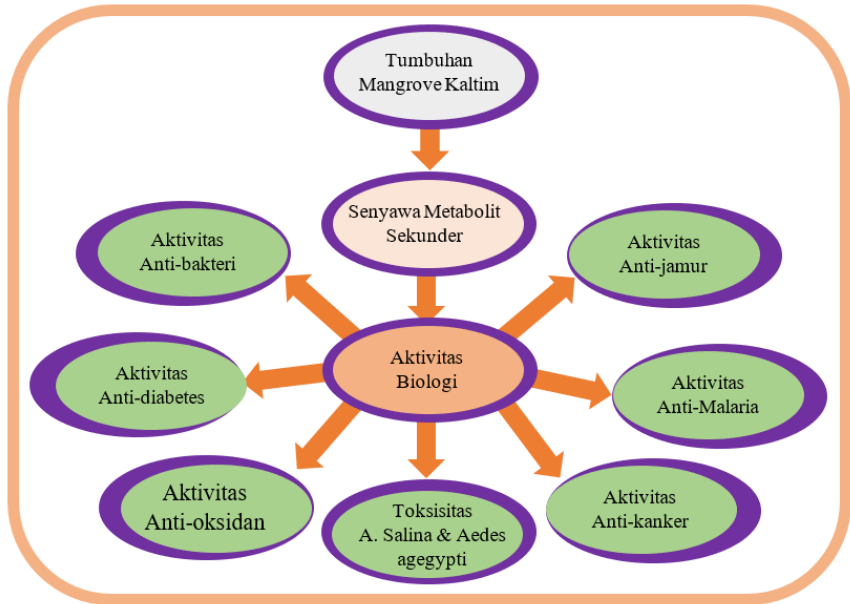


Gambar 7. Mekanisme kerja senyawa antikanker paclitaxel secara representatif

Mekanisme kerja senyawa antikanker melalui tahapan sebagai berikut; Fosforilasi kinase Raf-1 atau p53/p21 menginduksi apoptosis fase G₀ dan G₁/S pada konsentrasi paclitaxel yang tinggi, sedangkan p53/p21 diaktifkan pada konsentrasi rendah. Paclitaxel dapat menyebabkan penghentian mitosis bahkan pada dosis sedang, tetapi hanya jika dihirup selama lebih dari 24 jam. Paclitaxel juga memiliki dampak proapoptotik dan imunomodulatori dengan mengaktifkan berbagai jalur pensinyalan. Jalur pensinyalan ini juga digunakan oleh paclitaxel untuk menghasilkan resistensi. MEK/MAPK: mitogen-activated protein kinase; TLR4: Toll-like receptor 4; Raf-1: Raf kinase family; NF-κB: nuclear factor kappa B; PI3K: phosphoinositide 3-kinase; TRAF: TNFR associated factor; VEGFR: vascular endothelial growth receptor; JAK: kinase janus; TRIF/TRAM: interferon-β penginduksi adaptor yang mengandung domain TIR.

Penelitian terkait dengan ekspolrasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan bioaktivitas dari tumbuhan mangrove yang nerasal dari Kalimantan Timur, dimulai dikerjakan sejak tahun 2014 sampai

dengan tahun 2024. Rangkaian pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penelitian eksplorasi kandungan senyawa kimia dan bioaktivitas dari tumbuhan mangrove Kalimantan Timur

Beberapa artikel tentang kandungan senyawa metabolit sekunder dan berbagai bioaktivitas dari beberapa spesies pada bagian jaringan tumbuhan mangrove yang berasal dari pantai Sambera (Marangkayu) dan pesisir Pantai Muarabadak kabupaten Kutai Kartanegara serta hutan mangrove Kota Bontang, telah diseminarkan melalui forum ilmiah yaitu Seminar Nasional, Seminar Internasional, dan juga telah dipublikasikan pada jurnal Nasional dan Internasional.

H. Kesimpulan

Sebagai penutup dari pidato saya ini, maka berdasarkan uraian di atas diketahui bahwa Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia sehingga dapat menjadi sumber/pabrik bahan kimia yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, karena sejak dahulu masyarakat telah mengguakan tumbuhan sebagai bahan obat dalam pengobatan tradisional. Tumbuhan mangrove Kalimantan Timur merupakan sumber senyawa metabolit sekunder yang beragam dan memiliki bioaktivitas sebagai anti-bakteri, anti-jamur, anti-diabetes, anti-malaria, anti-oksidan, anti-kanker, bersifat toksit terhadap *Artemia salina*, dan larva nyamuk *Aedes aegypti*. Dengan demikian tumbuhan mangrove Kalimantan Timur berpotensi ditemukan senyawa kimia aktif yang memiliki bioaktivitas yang bermanfaat bagi kesehatan manusia yang selanjutnya dapat dikembangkan sebagai sumber bahan obat alami dan bahan obat industri farmasi. Namun seiring perkembangan wisata bahari dan pembukaan lahan tambak baru maka ekosistem hutan mangrove di kawasan Kalimantan Timur secara khusus dan hutan mangrove Indonesia secara umum semakin berkurang jumlahnya, sehingga pemerintah daerah dan pemerintah pusat harus serius dan senantiasa menjaga kelestarian hutan mangrove Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandaranayake, WM. 1998. Traditional and Medicinal Use of Mangroves. *Mangroves Salts Marshes*, 2:133 – 148.
- Bandaranayake, WM. 2002. Bioactivities, Bioactive Compounds and Chemical Constituents of Mangrove Plant. *Wetland, Ecol, Manag.*, 10 (2002) 421 - 452.
- Dona, R., Fadhli, H., Furi, M., & Viryana, T. (2021). Uji Ekstrak Etanol serta Fraksi Buah Kedabu (*Sonneratia ovata* Backer) Sebagai Inhibitor Enzim α -glukosidase. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 7(1), 2579–4558.
- Doughari, James H. 2012. Phytochemicals: Extraction Methods, Basic Structures and Mode of Action as Potential Chemotherapeutic Agents, *Phytochemicals – A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health*. www.intechopen.com. Diunduh pada 10 Nopember 2016.
- Edeoga, H.O., D.E. Okwu & B.O. Mbaebie., 2005. Phytochemical Constituents of Some Nigerian Medicinal Plants. *African Journal of Biotechnology*. 4(7), pp. 685-688.
- Edreva A, Velikova V, Tsonev T, Dagnon S, and Gurel A. 2008. Stress-Protective Role of Secondary Metabolites; Diversity of Functions and Mechanisms. *Gen Appl Plant Physiol*; 34:67-78.
- G. Eswaraiah, K. Abraham Peele, S. Krupanidhi, R. Bharath Kumar, dan T.C. Venkateswarulu. 2020. Identification of Bioactive in Leaf Extract of *Avicennia alba* by GC-MS Analysis and Evaluation of Its In-Vitro Anticancer Potential Against MCF7 and HeLaCell Lines. *Journal of King Saud University-Science*. 32 (2020) 740-744.
- Haryoto dan Sendi Pradila Putri. 2019. Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol, Fraksi Heksan, Etil

- Asetat, dan Etanol-Air dari Daun Mangrove Tancang (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap Sel Kanker Payudara. The 10Th University Research Colloquium (URECOL). Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Gombong, Surakarta. P: 177-183.
- Haryoto, Sujono T.A, Suhendi A, dan Muhtadi. 2015. Pengembangan Potensi Herbal Medicine dari Ekstrak Tumbuhan Sala (*Cynometra ramiflora* Linn.) Menjadi Obat Herbal Terstandar. University Research Colloquium ISSN 2407-9189; 46 – 63.
- Ivers, L.C., and Ryan, E.T. (2012). Pharmacology of Parasitic Infections. Chp 36. In: Principles of Pharmacology: The Pathophysiologic Basis of Drug Therapy. 3rd Edition. Golan DE et al (Eds). Lippincott Williams & Wilkins.
- Joshi N, Bhatt S, Dhyani D.R.S, Nain J. 2013. Phytochemical Screening of Secondary Metabolites of *Argemone mexicana* L. Flowers. Int J Curr Pharm Res. 2013 March. 5 (2); p. 144-147.
- Jung M, Park M, Lee HC, Kang YH, Kang ES. 2006. Antidiabetic agents from medicinal plants. Curr Med Chem 13(10): 1203-1218.
- Lesma, G., Luraghi, A., Bavaro, T., Bortolozzi, R., Rainoldi, G., Roda, G., Viola, G., Ubiali, D., & Silvani, A. (2018). Phytosterol and γ -Oryzanol Conjugates: Synthesis and Evaluation of their Antioxidant, Antiproliferative, and Anticholesterol Activities. J. Nat. Prod., 81(10), 2212–2221.
- Mans, Dennis R. A. 2013. From Forest to Pharmacy: Plant Based Traditional Medicines as Sources for Novel Therapeutic Compounds. Academia Journal of Medicinal Plants 1(6):101-110.
- Meshram, S. S., P. R. Itankar, A. T. Patil. 2013. To Study Antidiabetic Activity of Stem Bark of *Bauhinia purpurea* Linn. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. Vol.2(1):171-175.

- Muhtadi, M., Haryoto, H., Sujono, T.A., dan Suhendi, A. Antidiabetic and Antihypercholesterolemia Activities of Rambutan (*Nephelium Lappaceum* L.) and Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Fruit Peel Extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2016. 6. (4): 190-194.
- Okeke M.I, Iroegbu C.U, Eze E.N, Okoli A.S, and Esimone C.O. 2001. Evaluation of Extracts of the Root *Landolphia Owerrience* for Antibacterial Activity. *J. Ethnopharmacol*. Vol. 78:119-127.
- Oktavianus, S. 2013. Uji Daya Hambat Daun Mangrove Jenis *Avicinea marina* Terhadap Bakteri *Vibrio Parahaemolyticus*. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Oliver, S. P., Gillespie, B. E., Lewis, M. J., Ivey, S. J., Almeida, R. A., Luther, D. A., Johnson, D. L., Lamar, K. C., Moorehead, H. D., & Dowlen, H. H. (2001). Efficacy of a new premilking teat disinfectant containing a phenolic combination for the prevention of mastitis. *J. Dairy Sci.*, 84(6), 1545–1549.
- Patil M.B, And Khan P.A. 2017. Primary Phytochemical Studies of *Catunaregam spinosa* (Thunb) Tirven For Secondary Metabolites. *Int J Pharm Bio Sci*. 2017 Apr ; 8(2): p. 320 323.
- Prabhu V.V and Guruvayoorappan C. 2012. Phitochemical Screening of Mthanolic extract of Mangrove *Avicennia marina* (Forssk) Vith *Der.Pharmacia Sinica*, Vol. 3(1):64-67.
- Purnobasuki, H. 2004. Potensi Mangrove Sebagai Tanaman Obat. FMIPA Universitas Airlangga, Jl. Mulyorejo (Kampus C Unair) Surabaya-60115, *Jurnal Biota*, X (2).
- Putri, E. P. K., Hamzah, B., & Rahman, N. (2013). Analisis Kualitatif Zat Bioaktif Pada Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) dan Uji Praklinis dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah Pada Mencit (*Mus musculus*). *J. Akad. Kim.*, 2(August), 119–127.

- Ratri, T.R., dan A. Widiyantoro, Karakterisasi Senyawa Antimlaria dari Fraksi Etil Asetat Herba Paku *Lygodium microphyllum* Terhadap *Plasmodium falciparum*, *J. Kim. Khatulistiwa*. 7 (2018) 92.
- Sugiyarto, Wahyu. 2013. Uji Sitotoksitas Fraksi Butanol Kulit Batang Srikaya (*Annona squamosa* L) terhadap sel HeLa. Jakarta: Universitas 17 Agustus 1945. 2013
- Swagat K.D., Dibyaloty S, and Hrudayanath T. 2014. Ethnomedicinal, Antmicrobial and Antidiarrhoeal Studies on the Mangrove Plants of the Genus *Xylocarpus* Sp; A Mini Review. *Journal Bioanal & Biomed*.
- Teja Prabhu V& Ravishankar K. 2013. Preliminary Phytochemical Investigation and in Vitro Antimicrobial Activity of Ethanol Extract of *Sonneratia Apetala* Plant. *Int. Res. J. Pharm.* May 2013. 4(6); p.84-87.
- Usman, Muh. Amir M, Farah Erika, dan M. Nurdin. 2019. Antidiabetic Activity of Leaf Extract From Three Types of Mangrove Orginating From Sambera Coastal Region Indonesia. *Research J. Pharm. and Tech.* 12 (4): April 2019. P; 1707 – 1712.
- Widyastuti Intan Rahma. 2018. Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak Kasar Kulit Batang Mangrove *Sonneratia alba* Sebagai Antikanker Terhadap Viabilitas Sel HeLa. Sarjana Thesis, Universitas Brawijaya.
- Winarsi, H., Sasongko, N. D., Purwanto, A., & Nuraeni, I. (2013). Ekstrak Daun Kapulaga Menurunkan Indeks Athergonik Dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Induksi Alloxan *Cardamom Extract Leaves Decreased Atherogenic Indexs and Blood Glucose Level of Diabetic Rats Alloxans-Induced*. *Agritech*, 33(3), 273–280.
- Yamato et al., 2006. Induction of Cell Death In Human Papilloma Virus 18 - Positive Cervical Cancer Cell by E6 si RNA. *Cancer Gene Therapi*, 13.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, Rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga acara pengukuhan Guru Besar yang dilaksanakan oleh Senat Universitas Mulawarman dapat terlaksana pada hari ini. Melalui kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah menyetujui usulan Guru Besar saya. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Rektor beserta jajarannya dan Ketua beserta anggota senat Universitas Mulawarman atas dukungannya sehingga kegiatan pengukuhan Guru Besar pada hari ini dapat terlaksana dengan baik. Tak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada dekan FKIP Unmul beserta jajarannya, segenap Dosen dan staf di Lingkungan FKIP Unmul atas bantuan dan dukungannya selama ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada istri saya tercinta Nurhikma Jamaluddin, S.Gz., dan kepada putra-putri saya; Sitti Chadijah Sain, A.Md., Muthmainnah Hasanuddin Usman, S.Tr, Shofiyah Fajriani Usman, Muhammad Zainul Arifin Usman, dan Herlina A. Muin Sain, S.Pd., atas pengorbanan, pengertian, dukungan dan doanya selama ini. Kemudian ucapan terima kasih teristimewa saya sampaikan kepada kedua orang tua saya; almarhumah Sulaimina binti H. Beddu dan almarhum H. M. Sain Dg. Mangung bin H. Tola yang semasa hidupnya dengan tulus dan ikhlas membesarkan dan mendukung pendidikan saya sehingga saya berhasil meraih Guru Besar pada saat ini. Kepada almarhum bapak mertua saya, H. Jamaluddin bin H. Achmad dan ibu mertua Ratna Waty yang senantiasa memberikan motivasi dan do'anya selama saya menempuh pendidikan S2 dan S3 pada Program Studi Kimia Universitas Hasanuddin. Kepada kakak, dan adik saya,

serta Prof. Dr. H. Ruslan Majid dan Dra. Hj. Nurjannah Achmad, M.Si. yang senantiasa mendukung perjuangan saya ketika menempuh pendidikan hingga meraih gelar Guru Besar ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada sahabat saya; Sdr. Miswar, Prof. M. Nurdin, Prof. Maulidiyah, Prof. Mashuni, Prof. Muh. Natsir (alm), Dra. Hj. Atirah Achmad, Dr. Abdul Majid (alm), Dr. Abdul Aziz, Prof. Dr. Erwin, Prof. Dr. Bohari Yusuf, Prof. Dr. H. Muh. Amir Masruhim, Prof. Dr. Aman Santosa Panggabean, M.Si. dan Prof. Dr. H. Yusak Hudyono, M.Pd. yang telah memberikan motivasi dan dukungannya kepada saya dalam meraih guru besar ini. Semoga amal ibadah bagi semua orang yang telah mendukung pencapain Guru Besar saya, diterima oleh Allah SWT, Aamiin Ya Rabbal Alamin.

CURRICULUM VITAE

Nama Lengkap	Prof. Dr. Usman Sain, M.Si.
Tempat dan Tanggal Lahir	Ujung Pandang, 11 Maret 1966
Pangkat/Golongan	Pembina Tk. 1/IVb
Jabatan Fungsional	Guru Besar
NIP/NIK/Identitas	19660311 199702 1 001
Lainnya	Jl. Kapas No. 70
Alamat Rumah	(Perumahan Dosen Unmul Sidomulyo) Samarinda. (Kode Pos: 75116)
Alamat Kantor	Jl. Muara Pahu, Kampus Gn. Kelua Samarinda

RIWAYAT PENDIDIKAN

Strata satu (S1)	Sarjana Kimia (S.Si) Universitas Hasanuddin, Lulus Tahun 1993
Strata satu (S2)	Magister Kimia (M.Si) Program Studi Kimia, Universitas Hasanuddin, Lulus Tahun 2003
Strata satu (S3)	Doktor Kimia (Dr) Program Studi Kimia, Universitas Hasanuddin, Lulus Tahun 2014

RIWAYAT PENELITIAN

1. Potensi Bioaktivitas Senyawa Metabolit Sekunder Jenis Mangrove *Rhizophora Sp* yang Berasal Dari Kawasan Pantai Sambera, Marangkayu, Kutai Kartanegera Kaltim, sebagai Antidiabetes. IDB (2019)

2. Potensi Senyawa Aktif Sebagai Antioksidan dan Antikanker Dari Kulit Batang Mentawa (*Artocarpus anisophyllus*) – (Anggota Peneliti)-IDB (2020)
3. Potensi Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Aantidiabetes. PNBP PS-MPK (2020)
4. Uji Fitokimia, Aktivitas Antioksidan, Aktivitas Antikanker Serviks, dan Atimalaria Ekstrak Daun dan Kayu Batang Ketiga Jenis Mangrove dari Kawasan Pesisir Pantai Sambera Kalimantan Timur. PNBP FKIP (2021).
5. Uji Fitokimia, Uji Toksisitas, dan Aktivitas Antimalaria Ekstrak Metanol Daun Ketiga Jenis Mangrove di Kawasan Pesisir Pantai Samber Kaltim. PNBP PS-MPK (2022)
6. Fliitokimia, Aantioksidan, dan Aktivitas Insektisida Alami Ekstrak Metanol Tanaman Bintaro Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. PNBP FKIP (2023).

RIWAYAT PENGABDIAN MASYARAKAT

1. Pemanfaatan Ekstrak Bahan Alam Sebagai Indikator Asam-Basa dan pH. PNBP FKIP (2018)
2. Pemanfaatan Ekstrak Daun Api-Api Putih (*Avicennia Alba*) Sebagai Bioformalin untuk Mencegah Pembusukan Ikan Kembung. PNBP FKIP (2020)
3. Pengembangan Profesionalisme Guru Dalam Menyusun Rencana Pembelajaran Aktif. PNBP PS-MPK (2021)

RIWAYAT PUBLIKASI

1. Bioactivity and Chemical Compounds of Merung Plants (*Coptosapelta tomentosa*). J. Sains Kes Vol 5 (3), Mei 2023.
2. Antibacterials activity of *Escherichia coli* and *Salmonella typhi* by acetone extract of the lichen

- Usnea sp. AIP Conference Proceedings 2719, Vol 2719, (1), Mei 2023.
3. Antioxidant and Antidiabetic from *Rhizophora mucronata* Derived from Sambera Beach, East Kalimantan, Indonesia. TJNPR, Vol 7 (10), 2023
 4. Bioaktivitas dan Kandungan Senyawa Kimia Tumbuhan Merung (*Coptosapelta tomentosa*). Jurnal Sains dan Kesehatan, Vol. 5(3), 2023
 5. An Evaluation of the Antidiabetic and Antimicrobial Activity of an Ethanolic Extract from *Rhizophora mucronata* Leaf. Jurnal Sains dan Kesehatan, Vol. 5(4), 2023
 6. Integration of Water Treatment Knowledge Using SETS Approach in Online Chemistry Learning to Improve Chemical Literacy of Students on the Aspect of Knowledge and Context. AIP Conference Proceedings, No. 2642, 090007, 2023
 7. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Jaringan Buah Tanaman Bintaro (*Cerbera manghas*). Prosiding Semnas Kimia, Jurusan Kimia FMIPA Unmul, ISSN 2987-9922, 2022.
 8. Analisis Fitokimia Dan Aktivitas Antimikroba Ekstrak Diklorometan Kulit Batang *Melochia umbellata* (Houtt) Stapf var. *Degrabrata* K. Dalam Jurnal Bivalen: Chemical Studies Jurnal (BCSJ), Vol. 5(1), 2022.
 9. Isolation of Natural Derivated Steroidal From Bark Stem of *Melochia umbellata* (Houtt) Stapf var. *Degrabrata* K. Asian Journal of Chemistry, Vol 32(4), 2020
 10. Antidiabetic Activity of leaf extract from three types of Mangrove Originating from Sambera Coastal Region Indonesia. Research Journal of Pharmacy and Technology, Vol 12(4), 2019
 11. Isolation of Secondary Metabolite Compounds and Antibacterial Activities Tests From Hexane Extract of Stem Bark *Melochia umbellata* (Houtt)

- Stapf var. Degrabrata K. Asian Journal Pharm Clin Res, Vol 11(8), 2018.
12. Bioactivity Test of Compound (Hexa-Tetra Contana) From Sponge (*Callyspongia pseudoreticulata*) as Antibacterial of Withered Disease on Potato Plant (*Ralstonia solanacearum*). Int J Pharma Bio Sci, Vol.8(4), 2017