



ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET BIDANG TEKNOLOGI KIMIA

PENEMUAN SENYAWA AKTIF BARU DARI CALOPHYLLUM SPP SEBAGAI BAHAN BAKU OBAT ANTIKANKER DAN ANTIMALARIA DI INDONESIA



OLEH:
JAMILAH

LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
JAKARTA, 20 AGUSTUS 2019

**PENEMUAN SENYAWA AKTIF BARU DARI
CALOPHYLLUM SPP. SEBAGAI BAHAN BAKU
OBAT ANTIKANKER DAN ANTIMALARIA
DI INDONESIA**

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KIMIA ORGANIK**

**PENEMUAN SENYAWA AKTIF BARU
DARI *CALOPHYLLUM* SPP. SEBAGAI
BAHAN BAKU OBAT ANTIKANKER
DAN ANTIMALARIA DI INDONESIA**

OLEH:
JAMILAH

**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
JAKARTA, 20 AGUSTUS 2019**

© 2019 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Kimia

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Penemuan Senyawa Aktif Baru dari *Calophyllum* spp. sebagai Bahan Baku Obat Antikanker dan Antimalaria di Indonesia/Jamilah–Jakarta: LIPI Press, 2019.

xi + 52 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-602-496-068-1 (cetak)
978-602-496-069-8 (e-book)

1. Bahan Baku Obat
3. Antimalaria

2. Antikanker

583

Copy editor : Risma Wahyu Hartiningsih
Proofreader : Sarwendah Puspita Dewi
Penata Isi : Meita Safitri
Desainer Sampul : Rusli Fazi

Cetakan I : Agustus 2019



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
e-mail: press@mail.lipi.go.id
website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press
 @lipi_press

BIODATA RINGKAS



Jamilah, lahir di Jakarta, pada tanggal 11 Juni 1958 adalah anak ketiga dari tujuh bersaudara dari Bapak Abbas Ahmad (almarhum) dan Ibu A'isyah binti Jalaluddin. Menikah dengan Drs. Bambang Heru Karyono, S.E. dan dikaruniai satu orang anak, yaitu Luthfi Aziz.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 0541/D.1/VI/2015 tahun 2015 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 30 Juni 2015.

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Nomor 161/A/2019 tanggal 7 Agustus 2019 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan pidato Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Johar Baru 08 Petang Jakarta tahun 1971, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Sei Puar Bukit Tinggi pada tahun 1974, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri III Bukit Tinggi pada tahun 1977. Memperoleh gelar Sarjana Muda pada tahun 1981, gelar Sarjana bidang Kimia Organik dari Universitas Andalas Padang pada tahun 1984, gelar Magister bidang Kimia Organik dari Universitas Indonesia Depok pada tahun 2004, dan gelar Doktor bidang Kimia Organik dari Universitas Indonesia, pada tahun 2008.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensi, antara lain Pelatihan Kimia Bahan Alam di Bunry University, Tokushima, Jepang yang dibiayai oleh UNESCO

(1988). *Training HPLC* di Singapore (Juli–Agustus 2000). Pelatihan ICPEAS di Kyoto Japan (1989). Pelatihan Kimia Bahan Alam di Sanghai Institute of Materia Medica, Sanghai, yang dibiayai oleh TWAS (2008). Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Laboratorium Standarisasi selama 1 tahun (1997–1998).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Pertama golongan III/a tahun 1986, Peneliti Ahli Pertama golongan III/b tahun 1989, Peneliti Ahli Muda golongan III/c tahun 1993. Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 1995. Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2000. Peneliti Ahli Madya golongan IV/b tahun 2005. Peneliti Ahli Utama golongan IV/c tahun 2012, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/d bidang Kimia Bahan Alam tahun 2015.

Menghasilkan 52 karya tulis ilmiah (KTI) dan 7 paten. Karya tulis ilmiah, baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain diterbitkan dalam bentuk jurnal dan prosiding. Sebanyak 25 KTI ditulis dalam bahasa Inggris dan 27 KTI dalam bahasa Indonesia.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing skripsi (S1) pada Universitas Islam Indonesia Jakarta, Universitas Jendral Soedirman Purwokerto, Universitas 17 Agustus Jakarta; Pembimbing tesis (S2) pada Universitas Indonesia (4 orang). Ikut terlibat membimbing mahasiswa PKL, yaitu dari UNDIP Semarang, dari Universitas Cokro Aminoto Palopo, dan dari Garut. Juga terlibat membimbing Lomba Karya Ilmiah Remaja (LKIR) siswi-siswi dari Kalimantan Tengah.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Indonesian Society for Cancer Chemoprevention (ISCC) dan Himpunan Kimia Indonesia (HKI).

Menerima tanda penghargaan Satyalancana Karya Satya X Tahun (tahun 1995), Satyalancana Karya Satya XX Tahun (tahun 2007), dan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun (tahun 2015) dari Presiden RI.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS.....	v
PRAKATA PENGUKUHAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PROSES PENEMUAN OBAT BARU DAN IDENTIFIKASINYA ...	4
2.1 Potensi dan Proses Penemuan Bahan Aktif dari Bahan Alam...	4
2.2 Prinsip Uji Aktivitas Antikanker	5
2.3 Prinsip Uji Aktivitas Antimalaria	6
2.4 Peran FT-NMR untuk Penentuan Struktur Molekul	7
III. IDENTIFIKASI STRUKTUR SENYAWA AKTIF DAN BARU ...	10
3.1 Potensi Ekstrak Etil Asetat sebagai Antikanker dan Antimalaria	10
3.2 Teknik identifikasi Struktur Senyawa Aktif	11
IV. HASIL UJI AKTIVITAS ANTIKANKER DAN ANTIMALARIA SECARA <i>IN VITRO</i>	17
4.1 Potensi Ekstrak sebagai Obat Herbal	17
4.2 Potensi Isolat sebagai Calon Obat Kanker	17
4.3 Hasil Uji Aktivitas Antimalaria Secara <i>in vitro</i> Senyawa Murni	18
V. KESIMPULAN	20
VII. PENUTUP.....	21
UCAPAN TERIMA KASIH	23
DAFTAR PUSTAKA.....	26
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	33
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA	41
LAMPIRAN.....	42
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	46

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam Sejahtera.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

**“PENEMUAN SENYAWA AKTIF BARU DARI
CALOPHYLLUM SPP. SEBAGAI BAHAN BAKU OBAT
ANTIKANKER DAN ANTIMALARIA DI INDONESIA”**

I. PENDAHULUAN

Kasus penyakit kanker sebagai penyebab kematian dan kejangkitan yang terbesar di dunia meningkat hingga 70% dalam dua dekade. Pada tahun 2012, terdapat 14 juta kasus penyakit kanker, 8,2 juta di antaranya berakibat kematian yang disebabkan oleh 5 jenis penyakit kanker, yakni kanker paru, kanker prostat, kanker usus besar, kanker lambung, dan kanker hati¹.

Selain kanker, malaria adalah penyakit infeksi yang memati-kan nomor 5 setelah penyakit infeksi saluran napas, HIV/AIDS, diare, dan TBC. Berdasarkan catatan WHO tahun 2018, sebanyak 3,2 miliar penduduk di dunia berisiko terinfeksi malaria, 1,2 miliar di antaranya disebut risiko tinggi malaria (apabila yang meninggal lebih dari 1 orang/1.000 penduduk dalam satu tahun)².

Sehubungan dengan tingginya angka kematian karena kanker dan usaha Indonesia untuk tetap mengimpor obat kanker meskipun harganya sangat mahal dan mempunyai efek samping, hal ini mengindikasikan risiko yang besar dan biaya tinggi bagi kehidupan penderita kanker jika terus bergantung pada obat kanker impor. Oleh karena itu, sangat perlu dicari dan dikembangkan obat kanker baru dari tumbuhan Indonesia, dengan efek samping yang lebih rendah. Dalam penelitian selama ini kami telah menggunakan tumbuhan *Calophyllum* spp. sebagai sumber bahan baku obat kanker dan malaria.

Malaria merupakan penyakit infeksi yang menghancurkan sel darah merah, ditandai dengan demam tinggi, komplikasi pada syaraf, seperti radang otak, lalu koma dan meninggal. Risiko terbesar, sekitar 85% adalah kematian. Malaria pada anak-anak di bawah lima tahun dan ibu hamil terutama terjadi di sub-Sahara Afrika^{2,3}. Malaria disebabkan oleh parasit genus

Plasmodium yang terdiri dari enam spesies, yaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale curtisi*, *P. ovale wallikeri*, *P. malariae*, dan *P. knowlesi*. Sebesar 90% penderita malaria disebabkan oleh parasit *P. falciparum* yang sangat mematikan sehingga hampir 445.000 orang meninggal per tahun. Parasit tersebut masuk ke dalam sel darah merah lalu membunuh sel-sel darah merah^{2,4}. Selain itu, parasit juga berkembang di dalam sel darah merah *host* dan terjadi proliferasi parasit, hingga lebih dari 75% hemoglobin terurai dalam waktu 48 jam^{3,4}.

Kasus malaria sulit dieliminasi dalam 10 tahun terakhir dan semakin mengkhawatirkan karena vaksin malaria belum berhasil ditemukan. Nyamuk anopheles yang merupakan vektor pembawa penyakit resistan terhadap insektisida, seperti dikloro-difeniltrikloroetana (DDT)³ dan parasit *Plasmodium* resistan dengan obat antimalaria klorokuin, sulfadoksin, pirimetamin, dan kina⁴. Hal tersebut menyebabkan indeks parasit tahunan (*Annual Parasite Index*, API) meningkat. API merupakan jumlah kasus positif malaria per 1.000 penduduk dalam satu tahun^{3,4}.

Untuk mengatasi hal ini dilakukan penggunaan kombinasi obat *artemisinin-based combination treatment* (ACT). Kecenderungan penggunaan obat kombinasi semakin kuat untuk mengatasi resistansi dan mencegah timbulnya resistansi terhadap obat primernya. ACT yang tersedia di Indonesia adalah kombinasi Artesunat + Amodiakuin (AS + AQ), kombinasi Artemeter-Lumefantrine (AL), dan kombinasi Dihydroartemisinin-Piperaquin (DHP)⁵.

Adanya resistansi parasit terhadap obat yang ada menunjukkan perlunya penemuan obat baru, khususnya dari tumbuhan obat Indonesia, misalnya *Calophyllum*. Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia, dengan 25.000–30.000 spesies tumbuhan, dan lebih dari

9.000 di antaranya disinyalir memiliki khasiat obat. Namun, hanya 6.000 spesies di antaranya yang tercatat sebagai bahan obat tradisional dan sekitar 1.000 jenis tumbuhan sudah dimanfaatkan untuk bahan baku jamu. Menurut Direktorat Jenderal POM (1991)⁶ terdapat 283 spesies tumbuhan obat yang sudah terdaftar dan digunakan oleh industri obat tradisional di Indonesia, 180 spesies di antaranya merupakan tumbuhan obat yang berasal dari hutan tropika. Selain itu, terdapat 13 tumbuhan unggulan, yaitu temulawak, jati belanda, sambiloto, mengkudu, pegagan, daun ungu, sanrego, pasak bumi, daun jinten, kencur, pala, jambu mete, dan tempuyung. Tumbuh-tumbuhan tersebut dinilai paling baik dan paling berkhasiat dibandingkan tumbuhan obat lain⁶.

Potensi obat dari tumbuhan *Calophyllum* sangat melimpah, hampir di semua pulau-pulau besar di Indonesia ditemukan tumbuhan *Calophyllum* karena Indonesia merupakan hutan hujan tropis sehingga *Calophyllum* dapat tumbuh dengan subur. Untuk ikut berperan mengeliminasi malaria dan mengatasi penyakit kanker di Indonesia, kami tertarik mencari senyawa baru dari tumbuhan Indonesia, yaitu tumbuhan *Calophyllum*. Di sisi lain peneliti Indonesia telah melakukan isolasi senyawa aktif antimalaria dari *Garcinia* spp.⁷, *Erythrina variegata*⁸, dan *Tithonia diversifolia*.⁹

Pada orasi ini akan disampaikan bagaimana melakukan proses isolasi, uji aktivitas antimalaria, antikanker, dan elucidasi struktur, terutama dengan FT-NMR dari suatu senyawa aktif dan baru dari sembilan spesies tumbuhan *Calophyllum* yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia.

II. PROSES PENEMUAN OBAT BARU DAN IDENTIFIKASINYA

2.1 Potensi dan Proses Penemuan Bahan Aktif dari Bahan Alam

Genus *Calophyllum* terdiri dari 180–200 spesies. *Calophyllum* merupakan tumbuhan tropis, subtropis, dan juga dapat tumbuh di lereng gunung atau di hutan rawa. Bagian utama yang digunakan adalah daun dan kulit batang. *Calophyllum* mengandung senyawa santon, kumarin, biflavonoid, benzofenon dan neoflavonoid, triterpen, serta steroid yang memiliki aktivitas antiinflamasi, antijamur, antihipoglikemia, antiplatelet, antitumor, antimalaria, dan antibakteri serta anti-TBC.

Beberapa senyawa antikanker telah diisolasi dari sumber lain selain tumbuhan, misalnya dari mikrob (bakteri endofit/yeast dan fungi). Sebagai contoh, senyawa 5-metil phenazin-1-asam karboksilat yang dihasilkan oleh *Pseudomonas putida* mempunyai efek sitotoksik terhadap sel kanker. Senyawa aktif antikanker lainnya berasal dari tumbuhan *Taxus brevifolia*, yakni taksol (paklitaksel), dan tumbuhan *Camptothecin acuminata* yang menghasilkan camptothecin, serta quinin dari tumbuhan *Chinchona ledgeriana*¹.

Uji aktivitas antimalaria dan antikanker dari 66 spesies tumbuhan lain telah dilakukan oleh Pounpin, peneliti Vietnam, dengan hasil 21 tumbuhan aktif antimalaria dan juga aktif antikanker di antaranya adalah *Annona squamosa* L. dan *Cananga odorata* (Lampiran 1)¹⁰. Skrining tumbuhan antimalaria terhadap 80 spesies tumbuhan lain juga telah dilakukan oleh peneliti Peru¹¹. Terdapat 31 spesies yang aktif sebagai anti-

malaria, dua di antaranya adalah *Acalypha macrostachya* Jacq. dan *Acrocarpus fraxinifolius*. Data lengkap ditunjukkan dalam Lampiran 2¹¹.

Perkembangan metode penemuan obat relatif lebih cepat, tetapi penemuan obat sampai *release* dipasarkan relatif menurun. Faktor penyebab meningkatnya biaya inovasi ialah 1) teknologi; 2) bahan aktif baru yang lebih kompleks; 3) riset berfokus pada penyakit kronik dan degeneratif dengan biaya yang lebih mahal; 4) persyaratan yang lebih ketat¹².

Tingkat perkembangan dan keberhasilan skrining dari lebih 5.000 senyawa melalui uji *in vitro* hanya akan menghasilkan sekitar 250 senyawa aktif (5%) dan setelah melalui uji praklinis (*in vivo*), seperti efektivitas dan keamanan menggunakan hewan uji maka tinggal 5 senyawa aktif (2%). Antara 1991–2001 kegagalan dalam penemuan obat dikaitkan dengan alasan farmakokinetika, yaitu adsorpsi, distribusi, metabolisme, durasi, dan ekskresi (ADME). Permasalahan kegagalan dalam penemuan obat baru terutama adalah ADME sekitar 39%, keamanan pada uji hewan sekitar 11%, uji klinis sekitar 10%, dan komersialisasi hanya sekitar 5% sehingga hasil skrining dari 5.000 senyawa hanya akan jadi satu obat¹³.

2.2 Prinsip Uji Aktivitas Antikanker¹⁴

Kanker akan terbentuk ketika terjadi proliferasi sel (pembelahan sel yang tidak terkendali) dan terjadi pembengkakan/benjolan. Apabila benjolan terjadi pada payudara maka disebut kanker payudara (*breast cancer*). Dalam perkembangannya, dihasilkan sel kanker ganas stadium IV dan terjadi metastasis. Dengan memanfaatkan mekanisme proliferasi sel kanker maka *bioassay* (bioasai) yang dapat dilakukan adalah antiproliferasi/antikanker, yaitu dengan menghambat proliferasi sel kanker. *Assay* anti-

kanker hanya dapat dilakukan dengan langsung memberikan zat aktif antikanker terhadap sel kanker. Suatu tumbuhan atau senyawa aktif dikategorikan sebagai antikanker jika sel kanker terhambat pertumbuhannya dan akhirnya sel kanker mati. Sel kanker yang ditumbuhkan pada media akan terlihat ada yang mati dan ada yang hidup serta akan terlihat secara mikroskopis setelah pewarnaan dengan *trypan blue*. Sel yang masih hidup berwarna biru, sedangkan sel yang mati berwarna merah¹⁴.

2.3 Prinsip Uji Aktivitas Antimalaria¹⁵

Apabila parasit malaria masuk ke tubuh manusia, parasit akan memecah hemoglobin menjadi heme dan globin. Heme bersifat toksik bagi parasit sehingga parasit berusaha mengubah heme menjadi bentuk hemozoin yang tidak bersifat toksik bagi parasit. Jadi, prinsip kerja senyawa antimalaria adalah menghalangi terbentuknya kristal hemozoin atau menghalangi pertumbuhan parasit malaria/membunuh parasit malaria yang lebih banyak di dalam tubuh manusia. Perbanyak parasit yang tak terkendali di dalam tubuh manusia bisa menyebabkan kematian¹⁵.

Dengan memanfaatkan mekanisme penghambatan pertumbuhan parasit dan penghambatan terbentuknya hemozoin maka *assay* antimalaria dapat dilakukan langsung dengan cara memberikan zat aktif antimalaria ke dalam tubuh manusia. Suatu tumbuhan atau senyawa aktif dikategorikan sebagai antimalaria jika parasit malaria terhambat pertumbuhannya dan akhirnya mati¹⁵.

Parasit yang ditumbuhkan pada media akan terlihat ada yang mati dan ada yang hidup dan akan terlihat secara mikroskopis setelah pewarnaan dengan *gaimsa*. Parasit yang masih hidup berwarna biru berfluorosensi, sedangkan parasit yang mati tidak berfluorosensi¹⁵.

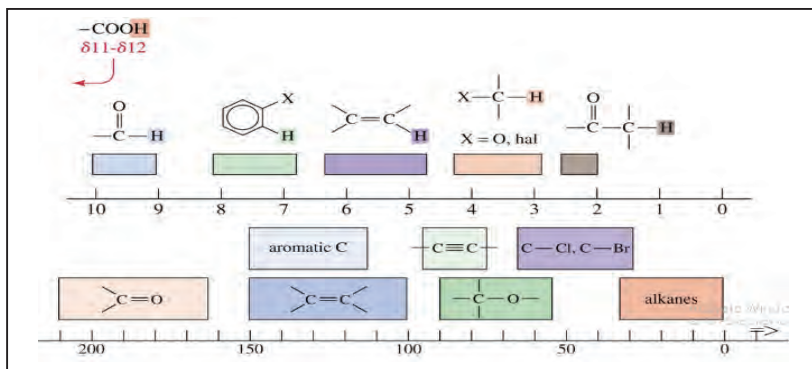
Perkembangan baru uji antimalaria, yaitu dengan mengamati berkurangnya jumlah kristal hemozoin dalam sel darah merah, yang dapat diamati dengan alat *Transmission Elektron Mikroskop* (TEM)¹⁶.

2.4 Peran FT-NMR untuk Penentuan Struktur Molekul^{17,18}

Proses penemuan obat atau *lead compound* adalah melakukan isolasi dan pemurnian berdasarkan aktivitasnya terhadap sumber bahan baku obat, seperti tumbuhan *Calophyllum*. Setelah diketahui bahwa *lead compound* merupakan senyawa murni, selanjutnya diidentifikasi dengan bantuan instrumen analitik, *Fourier Transform-Nuclear Magnetic Resonance* (FT-NMR) 1D (1 Dimensi) dan 2D (2 Dimensi), spektrometri massa, *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), dan UV (Ultra Violet) spektroskopi. Dengan perkembangan instrumen FT-NMR sehingga kini sudah dapat diidentifikasi struktur besar makrolida peptida siklik dalam jumlah nanomol^{17,18}.

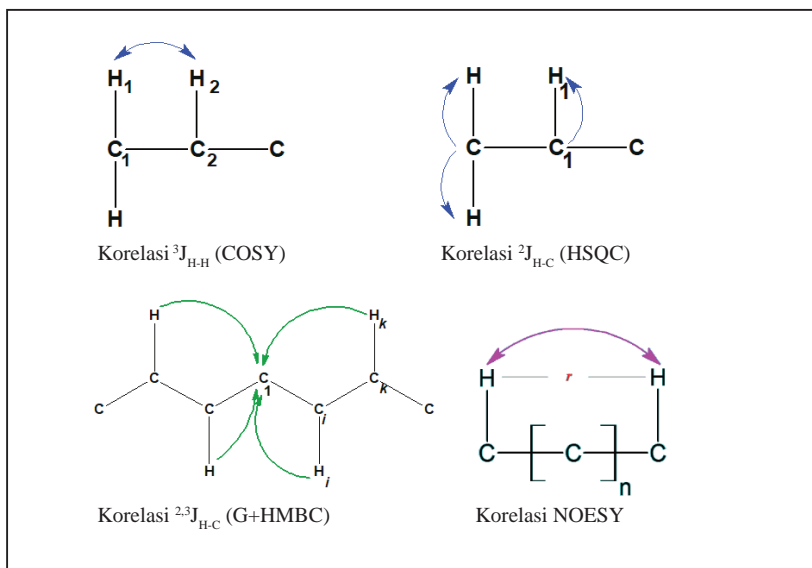
Untuk mampu mengidentifikasi suatu senyawa aktif maka minimal data spektrum senyawa aktif dengan 1D NMR, seperti ¹H, ¹³C-NMR dan *Distortionless Enhancement by Polarization Transfer* (DEPT) dapat terbaca dan teridentifikasi. Melalui data 1D NMR dapat diketahui jenis dan jumlah gugus fungsinya serta dugaan kerangka strukturnya. Dengan demikian, struktur senyawa tersebut dapat diperkirakan dan senyawa lama cukup dikonfirmasi dengan membandingkan data geseran kimia dari pustaka^{17,18}.

Spektrum ¹H-NMR memberikan informasi struktur mengenai atom-atom hidrogen dalam suatu molekul organik. Cara umum untuk mendapatkan puncak ialah dengan membandingkan pergeseran kimia dengan proton standar yang diketahui. Pergeseran kimia untuk beberapa H dan C-NMR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pergeseran Kimia Proton dan Karbon NMR

Adanya interaksi (*coupling*) antarproton (H) mengakibatkan adanya *splitting* dengan bentuk $n+1$ (n jumlah H tetangganya). Untuk melihat jumlah H setiap *signal* pada setiap pergeseran kimia, dapat dilihat nilai integrasinya^{17,18}. Penentuan struktur molekul dengan alat NMR selain 1D-NMR juga ada 2D-NMR untuk pengukuran senyawa baru yang terdiri dari ^1H - ^1H *correlation spectroscopy* (COSY), HMQC (*Heteronuclear Multiple Quantum Coherence*), *Heteronuclear Multiple Bond Correlation* (HMBC), dan *Nuclear Overhauser Effect Spectroscopy* (NOESY). HMQC merupakan spektrum yang dapat digunakan untuk mengetahui pasangan *signal* proton dan karbon dengan adanya kopling secara langsung pada jarak satu ikatan sehingga dari data ini dapat ditentukan pola karbon yang mengikat proton. *Distortionless Enhancement by Polarization Transfer* (DEPT) digunakan untuk mendeteksi proton CH , CH_2 dan CH_3 , *negative peak* = CH_2 (puncaknya ke bawah), *positive peak* = CH , dan CH_3 (puncaknya ke atas). 2D-NMR lain yang penting adalah HMBC, untuk menentukan hubungan antara proton dan karbon yang berjarak 2 sampai dengan 4 ikatan sehingga memastikan posisi setiap *signal*-nya dapat dilihat pada Gambar 2^{17,18}.



Gambar 2. Korelasi H-H (COSY, NOESY) dan Korelasi H-C (HMQC, HMBC).

III. IDENTIFIKASI STRUKTUR SENYAWA AKTIF DAN BARU

3.1 Potensi Ekstrak Etil Asetat sebagai Antikanker dan Antimalaria¹⁹

Untuk menghasilkan fraksi heksan dan etil acetat *Calophyllum* telah dilakukan pengumpulan sampel dari beberapa spesies tumbuhan *Calophyllum*, yaitu *C. soulattri* dari Jayapura, Papua; *C. incrasaptum* M.R Henderson-Wyatt Smith dari Pelalawan Riau; *C. macrophyllum* Scheff. dan *C. tetrapterum* dari Gunung Kerinci, Jambi; *C. tomentosum* Wight dari Bogor; *C. hosei* Ridley dari Bulungan Kalimantan Timur; *C. canon*, *C. aerophyllum*, dan *C. bicolor* dari Palangkaraya, Kalimantan Tengah; serta *C. inophyllum* dari Tawangmangu. Sampel *Calophyllum* telah berhasil dipisahkan menjadi fraksi heksan dan fraksi etil asetat. Dari hasil uji aktivitas ternyata fraksi etil asetat aktif sebagai antikanker (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antikanker Fraksi *Calophyllum*¹⁹

No.	Jenis Sampel	IC ₅₀ (µg/mL)	
		L1210	HCT 116
1	Fraksi diklorometan <i>C. soulattri</i>	0,02	0,14
2	Fraksi etil asetat <i>C. soulattri</i>	20,11	0,23
3	Fraksi etil asetat <i>C. tetrapterum</i>	24,54	1,50
4	Fraksi etil asetat <i>C. tomentosum</i>	21,59	-
5	Fraksi etil asetat <i>C. incrasaptum</i>	22,71	0,73
6	Standard cisplatin		0,076

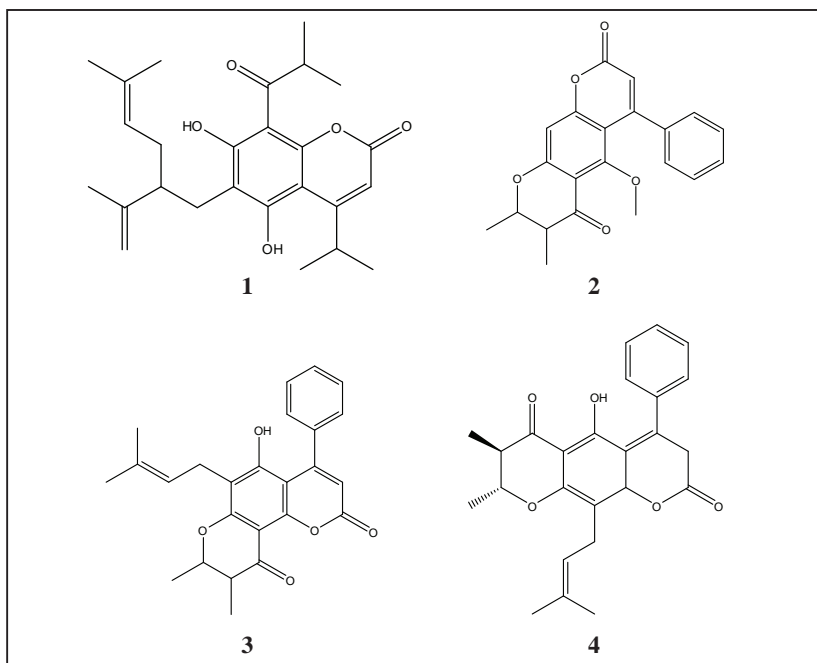
Calophyllum tersebut telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi menjadi 19 senyawa, di antaranya aktif sebagai antikanker dan antimalaria. Isolasi dilakukan berdasarkan panduan aktivitas. Fraksi yang paling aktif selanjutnya dimurnikan dengan metode kolom kromatografi, identifikasi dengan metode spektroskopi terutama FT-NMR, dan didukung oleh data Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy (LC-MS). Senyawa murni yang diperoleh diuji kembali aktivitasnya dan didapat beberapa senyawa aktif antikanker dan antimalaria.

3.2 Teknik Identifikasi Struktur Senyawa Aktif

Hasil penelitian selama ini telah diperoleh 3 senyawa baru dan 16 senyawa lama yang telah diidentifikasi strukturnya. Satu senyawa baru diperoleh dari *C. soulattri*, yaitu jayapurakumarin (**1**), berupa bubuk kuning muda dengan rumus molekul $C_{26}H_{34}O_5$ dan BM= 426,26, mencapai aktivitas antikanker^{19,20}.

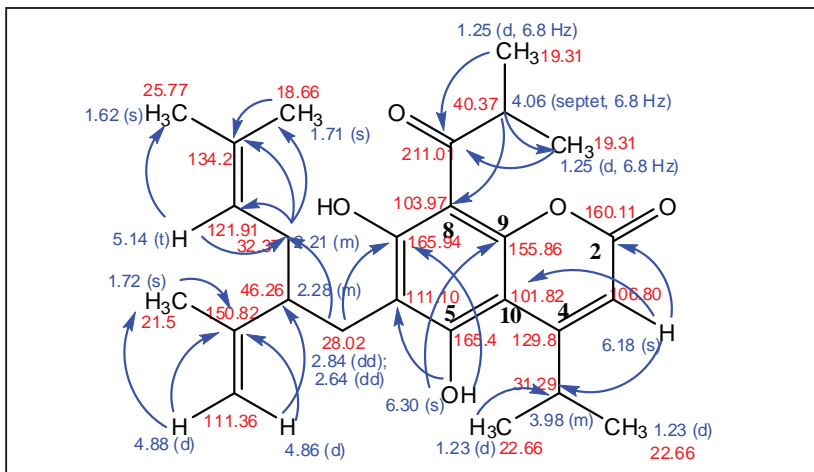
Untuk menentukan struktur molekul senyawa **1**, telah diukur spektrum ^{13}C -NMR dari senyawa baru jayapurakumarin (**1**) yang menunjukkan adanya 25 atom karbon dan pada spektrum DEPT menunjukkan adanya 7 buah gugus metil (CH_3) pada δ_C 19,31 ($2CH_3$); 22,66 ($2CH_3$); 21,5 ($1CH_3$); 25,77 ($1CH_3$); dan 18,66 ppm, terdapat 3 gugus metilen (CH_2) terlihat 28,07; 111,36; dan 32,37 ppm, serta ada 5 gugus metin (CH) terlihat pada δ_C 106,80; 31,92; 40,37; 46,26; dan 121,91 ppm. Selain itu, ada 11 atom C quartener, termasuk dua gugus karbonil ($C=O$) pada δ_C 166,11; 129,8; 101,82; 165,4; 111,10; 165,94; 103,97; 211,0; 155,88; 150,82; dan 134,2 ppm. Struktur senyawa **1-4** ditunjukkan seperti dalam Gambar 3^{19,20}.

Dari data 1H -NMR dapat disimpulkan bahwa ada substitusi gugus isopropil pada posisi C-4 dengan adanya 2 gugus CH_3 pada δ_H 1,23 (6H, d J 4,8 Hz) dan δ_H 3,98 (1H septet, J 6,8 Hz).



Gambar 3. Struktur Senyawa Jayapurakumarin (1), Azizkumarin (2), Kalokumarin (3), dan Kalaustralin (4)

Data spektrum H dan C-NMR, HMQC, dan HMBC membuktikan adanya gugus isobutiril pada C-8, ada 2 buah gugus isoprenil dengan 2 gugus CH_3 pada δ_{H} 1,23 (6H, d J 4,8 Hz), dan δ_{H} 3,98 (1H septet, J 6,8 Hz). Adanya gugus isopropil didukung oleh fragmentasi ion pada $[\text{M}^+ - \text{C}_3\text{H}_7]$ serta didukung oleh data H-H COSY antara H₁₁/H₁₂ dan H₁₃. Data HMBC menggambarkan korelasi H₁₂, H₁₃, dan H₃ dengan C-11 seperti pada struktur di Gambar 4. Senyawa jayapurakumarin (1) dinyatakan sebagai senyawa baru setelah membandingkan spektrum NMR dengan semua senyawa yang BM sekian di *Dictionary of Natural Products* (DNP) dan tak satu pun yang mirip. Selain itu, hasil fragmentasi mendukung senyawa seperti Gambar 4^{19,20}.



Gambar 4. Struktur Senyawa 1, Nilai Geseran Kimia dan Ringkasan HMBC-nya

Data Height Resolution Electron Ionization Mass Spectroscopy (HREIMS) m/z 426,2408 ion (M^+), dari fragmentasi ion pada m/z 383, $[M-C_3H_7]$ menunjukkan adanya gugus isopropil $[C_3H_7]$, serta fragmentasi ion pada m/z 303, yaitu $[M^+-C_9H_{15}]$. Ini menunjukkan adanya gugus isobutiril pada posisi C-8. Setelah penelusuran dengan literatur dan *database* SciFinder maka senyawa jayapurakumarin (**1**), azizkumarin (**2**), dan senyawa 7-hexanoyl-4-isopentyhl-2H-chromen-2-one kumarin (**11**) dinyatakan sebagai senyawa baru^{19,20,21}. Dengan teknik yang sama, yaitu menggunakan FT-NMR, LC-MS telah mengidentifikasi senyawa baru azizkumarin (**2**), dengan rumus molekul $C_{21}H_{18}O_5$, BM = 350,91 yang aktif sebagai antikanker dari *C. incrasaptum* (Tabel 2 dan 3)^{19,21}.

Senyawa kalokumarin (brasimarin C) (**3**) dan senyawa kalaustralin (**4**) aktif sebagai antikanker yang diisolasi dari *C. tetrapterum*^{22,23} dan *C. incrasaptum*²⁴. Senyawa kanofillol (**5**) diisolasi dari *C. incrasaptum*²³, 3-epi betulinic acid lup-20(29)

ene (**6**) dari *C. tomentosum*²⁴, fredelin (**7**) dari *C. tetrapterum*/*C. canon* aktif antikanker²⁵, senyawa D-A-friedo-oleanan-3-on (triterpen) dari *C. soulattri*²⁴ mempunyai aktivitas antikanker dan antibakteri²⁴ serta dari *Calophyllum* spp. aktif antikanker²⁵.

Senyawa epimer brasimarin dari *C. incrasaptum* mempunyai aktivitas antioksidan²⁶ dan fenilkumarin kristal kuning yang aktif antikanker²⁶. Selain itu, dari *C. tetrapterum* diperoleh senyawa kalaustralin (**4**) yang aktif sebagai antikanker. Senyawa maytenfoliol (**8**) dari *C. tetrapterum* juga aktif antikanker.

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antikanker Senyawa Murni Jayapurakumarin (**1**), Azizkumarin (**2**), dan Kalokumarin (**3**)^{19,20,21,22}

No.	Senyawa	IC ₅₀ (µg/mL)			
		Hela	L1210	Yashida sarcoma	P388
1	Jayapurakumarin (1)	1,75	1,46	1,20	0,64
2	Azizkumarin (2)	6,57	5,35	4,12	>100
3	Kalokumarin (3)	1,36	2,70	1,11	1,50

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Antikanker Senyawa Murni^{22,23,24,25,26,27,28}

No.	Senyawa	IC ₅₀ (µg/mL)
		Sel Hela
1	Kalaustralin (4) ^{20,24}	3,83
2	Kanofillol (5) ²³	6,36
3	3-epi betulinic acid lup-20(29) ene (6) ²⁴	3,17
4	Fredelin (7) ²⁵	5,38
5	Maytenfoliol (8) ^{21,25}	6
7	Olean-5-en-19-ol-3-one (9) ²⁶	4,34
8	1,5-dihidroksi 4-prenil santon (13)*L1210 ²⁸	4,82
9	Fenil kumarin (15) terhadap MCF-7*	2,23*

Selain itu, juga telah diisolasi senyawa dalam bentuk kristal putih, diidentifikasi sebagai 3-epi betulinic acid lup-20(29) ene (**6**) dari *C. tomentosum* yang menunjukkan aktif sebagai antikanker²⁴. Dari *C. tomentosum* dan *C. canon* diperoleh senyawa yang sama, yaitu fredelin (**7**)²². Senyawa lain yang berhasil diisolasi adalah maytenfoliol (**8**) dan kanofillol (**5**)²³ dari *C. tetrapterum*; triterpen berupa olean -5-ene-19-ol-3-one (**9**)²⁵ dari *Calophyllum* spp., juga aktif sebagai antibakteri $IC_{50} = 4,43 \mu\text{g}/\text{mL}$. Aktivitas antikanker senyawa dari *Calophyllum* spp. berupa senyawa triterpen²⁵. Flavoranulolumkumarin (**10**), rumus molekul $C_{29}H_{26}O_7$, berupa kristal kuning yang aktif sebagai antimalaria²⁷.

Dari *C. canon* didapat 3 buah senyawa, yaitu pertama 7-hexanoyl -4-isopenthy-2H-chromen-2-one kumarin (**11**)²⁸, rumus molekul $C_{20}H_{26}O_3$ kristal kuning muda, aktif sebagai antimalaria. Senyawa kedua diberi nama [2(3,3-dimethylalil), 1,3,7-trihidroksi santon], rumus molekul $C_{18}H_{16}O_5$, kristal kuning (**12**)²⁹; dan senyawa ketiga, senyawa fredelin (**7**)^{28,29}.

Senyawa 1,5-dihidroksi-4-prenil kromen santon (**13**)³⁰ aktif antikanker dan senyawa kedua diperoleh dari *C. hosei* Ridley aktif antioksidan $IC_{50} = 36,47 \mu\text{g}/\text{mL}$ dan aktif antibakteri^{31,32}; senyawa 1-hidroksi-4-prenil-5-metoksi kromen santon (**14**) dari *C. bicolor*³³ aktif antimalaria, satu senyawa fenilkumarin (**15**) dari *C. incrasaptum* aktif antikanker; satu senyawa Calanolide E (**16**) juga berhasil diisolasi dari fraksi heksan *C. lowii*³⁴; satu senyawa 3β -24-ethyl, propyl 5,22- cholestadiene (**19**) dari *C. incrasaptum*, senyawa **16** dan **19** aktif sebagai antimalaria^{34,35}; dan senyawa santon (**18**) juga berhasil diisolasi dari *C. soulattri* aktif antimalaria³⁶. Data aktivitas antimalaria dirangkum pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Uji Antimalaria Senyawa Murni secara in vitro^{27,28,29,33,34,35,38}

No.	Senyawa	IC ₅₀
		<i>P. falciparum</i>
1	Flavoranulum kumarin (10) ²⁷	1,1 x 10 ⁻⁶
2	7-hexanoyl-4-isopentyl-2H-chromen-2-one (11) ²⁸	Aktif,
3	2 prenil-1,3,7-trihidroksi santon C.C (12) ²⁹	Aktif
4	3β-hidroksi-24-etil-propil,5,22-klolestandiene. C.I(19) ³⁵	0,073 mM
5	Calanolide E. C.Lw(16) ³⁴	0,77 µg/mL
6	Santon (18) ³⁸	58,67 mM
7	1 hidroksi-5-metoksi -4-prenil kromen santon. C.Bi (14) ³³	0,011 mM

Tabel 5. Hasil Uji Aktivitas Antimalaria secara in vivo Senyawa Flavoranulum-kumarin (**10**)²⁷

Dosage (mg/ mL)	Parasitemia (%)			Parasitemia (%)			Parasitemia (%)			Growth rate (%)
	A	B	Average	A	B	Average	A	B	Average	
	Do	Do	(%)	D1	D1	(%)	D2	D2	(%)	
10 ⁻¹⁰	3.05	3.0	3.025	3.50	3.40	3.450	4.0	3.50	3.750	100
10 ⁻⁹			3.025	1.85	1.80	1.825	2.65	2.50	2.575	68.67
10 ⁻⁸			3.025	1.50	2.00	1.750	2.20	2.30	2.250	60
10 ⁻⁷			3.025	1.55	3.40	2.475	2.80	2.80	2.600	69.33
10 ⁻⁶			3.025	1.15	1.90	1.525	2.10	2.10	2.025	54
10 ⁻⁵			3.025	1.30	1.60	1.450	3.10	3.10	2.475	66

Kecepatan hambatan pertumbuhan parasit tidak tergantung pada konsentrasi sampel, tetapi aktif anti-malaria

- Sampel dilarutkan dalam 100 µL DMSO untuk mendapatkan larutan sampel dalam mg/mL
- Konsentrasi tertinggi sampel adalah 10⁻² dan dilarutkan sampai 10⁻⁹

IV. HASIL UJI AKTIVITAS ANTIKANKER DAN ANTIMALARIA SECARA IN VITRO

4.1 Potensi Ekstrak sebagai Obat Herbal¹⁹

Uji aktivitas dilakukan untuk menghambat pertumbuhan sel kanker. Pengujian aktivitas antikanker terhadap beberapa spesies *Calophyllum* menggunakan sel kanker HCT 116 (kanker kolon) dan L1210. Semua fraksi heksan tidak memperlihatkan aktivitas antikanker. Akan tetapi, sebagian fraksi etil asetat (EtOAc) memperlihatkan aktivitas antikanker sehingga pengujian selanjutnya hanya dilakukan terhadap fraksi aktif etil asetat. Fraksi diklorometan dari *C. soulattri* lebih aktif daripada fraksi etil asetat sehingga fraksi diklorometan sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku obat kanker (Tabel 1). Fraksi aktif diklorometan selanjutnya diisolasi dengan metode kromatografi sehingga dari hasil isolasi didapat satu senyawa baru yang diberi nama jayapurakumarin (1). Dari *C. incrasaptum* didapat satu senyawa baru dengan nama azizkumarin (2) serta senyawa yang sudah dikenal, yaitu senyawa kalaustralin (4) dan kanofillol (5), sedangkan dari *C. tomentosum* berhasil diisolasi senyawa kalokumarin (3) dan 3-epi betulinic acid lup-20(29) ene (6).

4.2 Potensi Isolat sebagai Calon Obat Kanker

Beberapa senyawa yang berhasil diperoleh merupakan senyawa baru, seperti senyawa jayapurakumarin(1)^{19,20} dan azizkumarin (2)^{19,21}, aktif antikanker. Senyawa jayapurakumarin lebih aktif daripada senyawa kalokumarin (3) dan senyawa azizkumarin (2) karena senyawa jayapurakumarin (1) mempunyai dua gugus isoprenil, sedangkan senyawa kalokumarin (3) mempunyai satu gugus isoprenil dan senyawa azizkumarin (2) tidak mempunyai satu gugus isoprenil. Hal ini sesuai dengan aturan Lipinski. Kalaustralin (4) menunjukkan peningkatan aktivitas yang cukup

signifikan dibandingkan kanofillol (**5**). Aktivitas kaulaustralin dipengaruhi oleh posisi gugus isoprenil yang terikat pada kaulaustralin (Tabel 2 dan 3)^{19,20,21,22,23,24,25,26,27,28}. Selain itu, Tabel 1–3 membuktikan bahwa tumbuhan *Calophyllum* mengandung beberapa senyawa aktif antikanker, yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut untuk menjadi obat kanker melalui uji in vivo dan keamanannya.

4.3 Hasil Uji Aktivitas Antimalaria Secara in vitro Senyawa Murni

Tabel 3–4 membuktikan bahwa tumbuhan *Calophyllum* mengandung beberapa senyawa aktif antimalaria, yaitu senyawa 7-hexanoyl-4-isopentyl-2H-chromen-2-one kumarin (**11**)²⁸ merupakan senyawa baru dan 2 prenil-1,3,7-trihidroksi santon (**12**) merupakan senyawa yang sudah dikenal berhasil diisolasi dari *C. canon*²⁹. Senyawa 3 β -hidroksi -24-etil-propil 5,22 cholestadiene (**19**) diisolasi dari *C. incrasaptum*³⁵. Berhasil diisolasi senyawa Calanolide E (**16**) dari *C. lowii*³⁴, senyawa santon (**18**) dari *C. soulattri*³⁸, dan senyawa 1-hidroksi-4-prenil 5-metoksi-kromen santon (**14**) berhasil diisolasi dari *C. bicolor*³³. Semua senyawa tersebut aktif antimalaria, uji secara in vitro^{28,29,33,34,35} dan in vivo^{27,38}.

Di samping itu, telah dilakukan uji antioksidan senyawa prenil kumarin dengan $IC_{50} = 1,56 \mu\text{g/mL}$ ³⁸ dan senyawa fenol dari *C. macrophyllum* aktif antioksidan dengan $IC_{50} = 1,86 \mu\text{g/mL}$ ³⁷. *C. macrophyllum* mempunyai aktivitas sitotoksik³⁸. Senyawa santon aktif antimalaria³⁹. Beberapa subfraksi heksan dari *C. bicolor* menunjukkan aktivitas antioksidan⁴⁰, senyawa **1** dan **2** tidak menunjukkan aktivitas antimalaria^{39,41}, tetapi senyawa **1**, **2**, dan **15** (fenilkumarin) menunjukkan aktif antikanker dan antioksidan^{36,37,40}.

Kombinasi dan terobosan baru analisis untuk lebih memastikan ekstrak atau senyawa hasil isolasi aktif malaria dilakukan

dengan menggunakan *Transmission Electron Microscope* (TEM) untuk melihat kristal hemozoin di dalam sampel uji. Heme hasil dari degradasi hemoglobin bersifat racun terhadap parasit. Untuk melindungi diri maka parasit mengubah heme menjadi bentuk polimernya (hemozoin). Kristal hemozoin bisa diamati dengan alat TEM. Hal ini merupakan bentuk kebaruan uji aktivitas antimalaria dengan teknologi TEM^{42,43}.

Hasil uji aktivitas antidiabet senyawa flavanal dari *C. macrophyllum* menunjukkan aktivitasnya sebagai antidiabet dalam menghambat enzim α -glukosidase⁴⁴. Senyawa flavanal juga aktif antioksidan⁴⁵. Aktivitas lain yang dilakukan adalah uji *in silico* senyawa 5,7,2',5'tetrahidroksi flanan-3-ol terhadap enzim α -glukosidase⁴⁶.

Beberapa senyawa baru yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan *Calophyllum* adalah senyawa jayapurakumarin (**1**), azizkumarin (**2**) aktif sebagai antikanker, dan senyawa 7-hexanoyl-4-isopentyl-2H-chromen-2-one (**11**) aktif antimalaria, serta beberapa senyawa yang sudah diketahui (senyawa lama), yaitu 3 β -hidroksi -24-etil-propil 5,22 cholestadiene C.I (**19**)³⁵ aktif antimalaria uji secara *in vivo* dan senyawa santon (**18**)³⁹. *Chinchona leaves* aktif antimalaria⁴⁷. Dari *Calophyllum lowii* berhasil diisolasi senyawa aktif antimalaria⁴⁸. Data tersebut membuktikan bahwa tumbuhan *Calophyllum* mengandung beberapa senyawa aktif antikanker (uji secara *in vitro*) dan aktif antimalaria (uji secara *in vitro*). Beberapa hasil telah dipatenkan^{49,50,51,52,53,54,55}.

Beberapa senyawa merupakan temuan baru, seperti senyawa jayapurakumarin (**1**) dan azizkumarin (**2**). Senyawa jayapurakumarin (**1**) lebih aktif daripada senyawa kalokumarin (**3**) dan azizkumarin (**2**) karena senyawa jayapurakumarin (**1**) mempunyai dua gugus isoprenil, sedangkan senyawa kalokumarin (**3**) memiliki satu gugus isoprenil dan senyawa azizkumarin (**2**) tidak memiliki gugus isoprenil.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian selama ini telah didapat 12 senyawa aktif antikanker dan 7 senyawa aktif antimalaria. Dari *C. soulatri* diperoleh 2 senyawa aktif baru, yaitu jayapurakumarin (**1**) dan santon (**18**); dari *C. canon* diperoleh 2 senyawa aktif antimalaria, yaitu senyawa 4(17,17 dimetil)7(9karbonilseksil) kumarin (**11**) dan senyawa 2-prenil-1.3.7 trihidroksi santon (**12**). Sementara itu, dari *C. incrasaptum* berhasil diisolasi 4 senyawa, yaitu azizkumarin (**2**) sebagai senyawa baru, kanofillol (**5**), 3 β -hidroksi -24-etil-propil 5,22 cholestadiene C.I (**19**), dan fenilkumarin (**15**). Dari *C. hosei* Ridley diperoleh 2 senyawa, yaitu 1,5 dihidroksi 4-prenil kromen santon (**13**) aktif antikanker terhadap sel kanker L1210 $IC_{50} = 4,82 \mu\text{g/mL}$ dan senyawa fredelin (**7**) aktif antikanker dengan $IC_{50} = 5,38 \mu\text{g/mL}$. Selain itu, dari *C. bicolor* diperoleh senyawa 1 hidroksi 5-metoksi 4-prenil kromen santon (**14**), aktif antimalaria. Dari *C. lowii* berhasil diisolasi satu senyawa, yaitu Calanolide E, aktif antimalaria. Dari *C. tomentosum* diperoleh 2 senyawa aktif antikanker, yaitu senyawa fredelin (**7**) dan 3-epi-betulinic acid lup-20(29) ene (**6**).

Di Indonesia peluang untuk pengembangan senyawa aktif antikanker dan antimalaria untuk dijadikan obat antikanker dan antimalaria pengganti obat impor masih terbuka lebar. Bervariasinya tumbuhan *Calophyllum* sebagai sumber bahan baku menuntut banyak riset dan pengembangan agar dapat menghasilkan senyawa baru untuk dijadikan obat antimalaria dan antikanker yang lebih efektif, aman, dan ekonomis.

Oleh karena itu, untuk mewujudkan industri bahan baku obat antikanker dan antimalaria yang memanfaatkan bahan baku tumbuhan *Calophyllum* perlu dilakukan kerja sama yang terpadu antara institusi penelitian dengan pihak industri agar dapat bersaing dengan harga obat impor.

VI. PENUTUP

Banyak pelajaran dan hikmah yang dapat kami petik dari pengembangan senyawa aktif antikanker dan antimalaria dari *Calophyllum* spp. sebagai bahan baku obat di Indonesia. Isolasi dan karakterisasi senyawa aktif dari *Calophyllum* telah memberikan peluang untuk memanfaatkan *Calophyllum* sebagai obat herbal dan obat baru, khususnya obat antikanker dan obat antimalaria yang bermanfaat bagi industri dan ilmu pengetahuan.

Tantangan di masa depan adalah jumlah penderita kanker yang umumnya meningkat setiap tahun dan sulitnya membasmi penyakit malaria di Indonesia sehingga dibutuhkan obat antikanker dan obat antimalaria yang cukup dan tidak resisten terhadap obat yang sudah ada di Indonesia. Agar terpenuhi kebutuhan obat antikanker dan obat antimalaria di masa depan maka pengembangan dan isolasi senyawa aktif antikanker dan antimalaria telah kami lakukan dari tumbuhan *Calophyllum*.

Masalah berikutnya adalah harga obat antimalaria yang relatif murah sehingga pihak industri kurang berminat memproduksi obat antimalaria. Hasil penelitian kami telah membuktikan bahwa *Calophyllum* mengandung senyawa aktif antikanker dan antimalaria serta ketersediaan *Calophyllum* yang melimpah di Indonesia. Oleh karena itu, diharapkan pihak industri tertarik untuk bekerja sama memproduksi obat antimalaria dan antikanker.

Dalam pemanfaatan beberapa spesies *Calophyllum* sebagai bahan baku obat kanker dan malaria, diperlukan inovasi riset, pengembangan, konsistensi, komitmen, dan kerja sama dengan berbagai pihak dan multidisiplin ilmu dalam melakukan penelitian dan pengembangan. Dengan demikian, hasilnya lebih cepat dicapai dan bermanfaat untuk mengeliminasi penyakit malaria di

Indonesia serta untuk mengurangi ketergantungan impor bahan baku obat antikanker. Di samping itu, hal yang lebih penting adalah perlu adanya kerja sama yang intensif dengan industri farmasi guna komersialisasi hasil penelitian yang sedang dan telah tercapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan ke hadirat Allah Swt. karena dengan taufik, hidayah dan rahmat-Nya, saya dapat melanjutkan penelitian saya dengan konsisten dalam rangka menekuni bidang kimia organik, khususnya kimia bahan alam dan kimia medisinal, untuk pengobatan penyakit malaria dan kanker. Dalam melanjutkan penelitian ini, cukup banyak pengalaman dan tantangan yang harus dihadapi.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan, khususnya kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. Joko Widodo; Menteri Riset dan Teknologi RI, Prof. Dr. Muhammad Nasir; dan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Bambang Subiyanto M.Agr.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Gadis Sri Haryani; Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, dan Tim Penilai Orasi Ilmiah: Prof. Dr. Muhammad Hanafi, M.Sc., Prof. Dr. Partomuan Simanjuntak, dan Prof. Dr. Witono Basuki. M.Sc.; Deputi IPT LIPI, Dr. Eng. Agus Haryono; Plt. Kapus P2 Kimia, R. Arthur Ario Lelono, Ph.D.; Plt. Kepala Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan LIPI, Dr. Yan Rianto, M.Eng.; Kepala Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia LIPI, Dr. Heru Santoso, M.App.Sc., jajaran pimpinan LIPI yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyampaikan orasi serta menuntut ilmu dan meniti karier sebagai peneliti LIPI sejak tahun 1985 sampai saat ini.

Terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada orang tua, Bapak Abbas Ahmad (alm.) dan Ibu A'isyah, serta kakak tercinta, Dra. Anurlis Abbas, M.A., mereka telah bekerja keras menyekolahkan dan mendoakan anak-anaknya. Suami tercinta, Drs. Bambang Heru Karyono, S.E. dan anak kami tersayang,

Luthfi Aziz, serta kakak dan adik kami yang senantiasa mendampingi dan memberikan dukungan serta doa sehingga saya memperoleh prestasi ini dan saya bisa berdiri pada forum ilmiah tertinggi dan terhormat ini.

Rasa terima kasih yang mendalam saya sampaikan atas bimbingan dan dukungan kepada Ir. Roy Heru Trisnamurti, M.Si. (alm.), Prof. Dr. L.B.S. Kardono (alm.), Dr. Linar Zalinari Udin, Dr. Semanto Imamkhasani (alm.), Dr. Yulia Kantasubrata, R. Arthur Ario Lelono, Ph.D., dan Dr. Tjandrawati Monez, M.Sc., serta rekan-rekan peneliti bidang kimia bahan alam, kimia medisinal, pangan, serta seluruh analis, staf tata usaha, atas kerja sama dan dukungannya.

Ucapan terima kasih kepada sahabat peneliti Lab. Metrologi, Dra. Nuryatini, M.S., Dr. Oman Zuas, Drs. Tasrif, M.Si. (alm.), Sri Sumartini (alm.), Sri Hartati, dan rekan-rekan analis, Sayekti Eka, Eli Susilawati, yang pernah bersama-sama merasakan manisnya penelitian kimia analitik yang merupakan kenangan indah tak terlupakan.

Ucapan terima kasih kepada para pengajar Kimia UI, khususnya Prof. Dr. Soleh Kosela, Prof. Dr. Wahyudi Priyono selaku pembimbing S2 dan S3, Dr. Endang Saefudin, Dr. Hary Cahyana yang telah membagi ilmunya selama saya menjalankan studi S2 dan S3, serta terima kasih juga kepada Prof. Dr. Yunazar Manjang, Dr. Khotib selaku pembimbing S1 serta dosen-dosen FMIPA Kimia Universitas Andalas, yang telah membagikan ilmunya kepada saya sehingga saya bisa menyelesaikan kuliah S1.

Ucapan terima kasih kepada Prof. Din Syafruddin, Dr. Puji Budi Setia Asih, dan Lisa dari Lembaga EIJKMAN atas kerja sama penelitian Malaria karena atas bantuan mereka penelitian

saya berjalan lancar dan berbuah kerja sama penelitian, baik melalui program kompetitif maupun insinas.

Kepada seluruh hadirin dan kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyelenggaraan acara ini dengan bahagia saya ucapkan terima kasih atas kehadirannya sehingga acara orasi hari ini bisa terlaksana dengan sukses dan berjalan lancar. Tak lupa kami sampaikan mohon maaf apabila selama ini ada hal-hal yang tidak berkenan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fridlender M, Kapulnik Y, Koltai H. Plant derived substances with anti-cancer activity: from folklore to practice. *Front.in plant science*. 1 Oktober 2015; 6: 799.
2. Kakkilaya BS. The Challenge of Malaria, *Epidemiology* [Internet]; Terakhir diperbarui 20 November 2018. Tersedia di <https://www.malariasite.com/challenge-of-malaria>.
3. Flannery EL, Chatterjee AK, Winzeler EA. Antimalarial drug discovery—approaches and progress towards new medicines. *Nature Reviews Microbiology*. Desember 2013;11(12): 849–862.
4. Ashley EA, Phyo AP. Drug in development for malaria. *Drug*. Juni 2018; 78(9): 861–879.
5. Harijanto P. Eliminasi malaria pada era desentralisasi. *Buletin Jendela Data & Informasi Kesehatan* 2011; 1.
6. Dirjen POM. Laporan Tahunan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional Tahun 1990/1991. Jakarta: Dirjen POM, Depkes RI; 1991.
7. Elfita E, Muharni M, Latief M, dkk. Antiplasmodial and other constituents from four Indonesian *Garcinia* spp. *Phytochemistry* 2009; 70(7): 907–12.
8. Herlina T, Julaha E, Muis A, Supratman U, Subarnas A, Sutardjo S, Hayashi H. Senyawa antimalaria dan antifertilitas dari daun *Erythrina variegata* (Leguminosae). *Jurnal Kimia Indonesia*. 2 April 2010; 1(2).
9. Syarif RA, Wahyuningsih MS, Mustofa N, Kurniawan H, Al Hilal SR. Aktivitas Antiplasmodium in vitro ekstrak kembang bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray)) terhadap *Plasmodium falciparum* [Disertasi]. [Yogyakarta]: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Bagian Farmasi Kedokteran dan Bagian Farmakologi dan Toksikologi; 2006.
10. Nguyen-Pouplin J, Tran H, Phan TA, Dolecek C, Farrar J, Tran TH, Caron P, Bodo B, Grellier P. Antimalarial and cytotoxic activities of ethopharmacologically selected medicinal plants

from South Vietnam. *Journal of Ethnopharmacology* 2007; 109(3): 417–27.

11. Céline V, Adriana P, Eric D, Joaquina AC, Yannick E, Augusto LF, Rosario R, Dionicia G, Michel S, Denis C, Geneviève B. Medicinal plants from the Yanasha (Peru): evaluation of the leishmanicidal and antimalarial activity of selected extracts. *Journal of ethnopharmacology*. 25 Juni 2009;123(3): 413–22.
12. Sampurno. Kapabilitas teknologi dan penguatan R & D tantangan industri farmasi Indonesia. *Majalah Farmasi Indonesia* 2007; 18(4): 199–209.
13. Hanafi M. Pengembangan bahan alam untuk obat baru antikanker dan antikolesterol. *Buku Orasi Profesor Riset. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia* 2012; 23 November 2012.
14. Lichota A, Gwozdzinski K. Anticancer activity of natural compounds from plant and marine environment. *International Journal of Molecular Sciences* 2018; 19(11): 3533. doi:10.3390/ijms19113533.
15. Rosenthal PJ. Antimalarial drug discovery: old and new approaches. *Journal of Experimental Biology*. 1 November 2003; 206(21): 3735–44.
16. Brian JF, David CJ, Bradbury S. Transmission electron microscope (TEM) [Internet]; Terakhir diperbarui 28 September 2018. Tersedia di [http://www.britania.com/technology/transmission electron microscope](http://www.britania.com/technology/transmission-electron-microscope).
17. Jenie UA, Kardono LBS, Hanafi M, Rumampuk RJ, Darmawan A. Teknik Modern Spektroskopi NMR: Teori dan aplikasi dalam Elusidasi Struktur Molekul Organik. Edisi-2. Jakarta: LIPI Press; 2015.
18. Abraham RJ, Fisher J, Loftus P. Introduction to NMR Spectroscopy. Chichester: Jhon Wiley & Sons; 1988.
19. **Jamilah**. Isolasi dan penentuan struktur senyawa kimia serta uji aktivitas biologi kulit batang marga *Calophillum* spp. (*C. soulattri* Burm. f., *C. incrasaptum* M.R. Henderson & Wyatt-Smith dan *C. tomentosum* Wight) [Disertasi]. [Depok]: Universitas Indonesia; 2008.

20. **Abbas J.** Cytotoxic compound from *Calophyllum* spp. (Guttiferae). Proceeding International Conference and Talk Show on Medicinal Plants; BPPT, Pokjanas TOI, dan PDHMI; Jakarta 2010: 222–231.
21. **Abbas J**, Hanafi M, Kardono LBS, Qin G-W, Kosela S. Cytotoxic coumarin from *Calophyllum incrasaptum* M.R. Henderson & Wyatt-Smith (Guttiferae). Internasional Journal of Pure & Applied Chemistry. Juli–September 2009; 4(3): 205–208.
22. **Abbas J.** Anticancer evaluation of plants from Indonesian tropical rain forest. Indonesian Journal for Cancer Chemoprevention). 31 Oktober 2011; 2(3): 310–318.
23. **Abbas J**, Kardono LBS, Hanafi M, Kosela S, Qin G-W. Canophyllol and calaustralin from two Indonesian species of *Calophyllum*. Proceeding of the Henk Timmerman International Seminar on Pharmacochimistry, 2007: 28–39.
24. **Abbas J**, Kosela S. Isolasi dan penentuan struktur kromen dan asam 3-epi-betulinik dari tumbuhan *Calophyllum*. Prosiding Seminar Nasional Kimia, Universitas Indonesia, Jakarta 2007: 40–46.
25. **Abbas J.** Aktivitas antikanker senyawa dari *Calophyllum* spp. (Clusiaceae) dengan sel leukemia L1210. Prosiding Seminar Nasional XXII Kimia dalam Industri dan Lingkungan, Temu Ilmiah Jaringan Kerja Sama Indonesia. 15 Januari 2014: 275–284.
26. **Abbas J**, Minarti, Dewi P. Aktivitas antioksidan senyawa dari *Calophyllum incrasaptum*. Prosiding Seminar nasional Himpunan Kimia Indonesia (HKI). 19 Desember 2009, 239–246.
27. **Abbas J**, Syafruddin S. Antiplasmodial evaluation of one compound from *Calophyllum flavoranulum*. Indonesian Journal of Chemistry. 25 Juli 2014; 14(2): 185–91.
28. Rissyelly, **Abbas J**, Katrin. Uji aktivitas antimalaria senyawa saton pada *Calophyllum canon* Hook.F. (antimalarial activity of xanthone from stem bark *Calophyllum canon* Hook. F.). The Indonesian Journal of Natural Products, Perhimpunan Peneliti Bahan Obat Alami (Perhipba). 2011; 7(5): 224–228.

29. **Abbas J**, Rissyelly, Katrin. Aktivitas antimalaria tumbuhan *Calophyllum canon* Hook.F dan isolasi senyawa triterpen. Prosiding Seminar Nasional XIV, Kimia Dalam Pembangunan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia), 15 September 2011: 161–170.
30. **Abbas J**, Ernawati, Kosela S. Isolasi senyawa santon dari kulit batang *Calophyllum hosei* Ridley. Prosiding Seminar Nasional XIX, Kimia Dalam Industri dan Lingkungan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia). 15 Januari 2011; 213–224.
31. **Abbas J**, Ernawati, Ghozali M, Minarti, Dewi P. Isolasi dan elusidasi senyawa antibakteri dari *Calophyllum hosei* Ridley. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Desember 2011: 611–617.
32. **Abbas J**. Potensi tumbuhan *Calophyllum* sebagai antimikroba. Prosiding Seminar Nasional XIV, Kimia dalam Pembangunan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia), 15 September 2011: 141–148.
33. **Abbas J**, Hanafi M, Artanti N, Sundowo A, Minarti M, Asih PBS, Syafrudin D. Isolation and identification of antiplasmodial compound from methanol extract of *Calophyllum bicolor* P.F. Steven. Journal Annales Bogorienses. 18 Desember 2015; 19(2): 49–56.
34. **Abbas J**, Hanafi M, Artanti N, Asih PBS, Syafruddin D. Antiplasmodial activity of hexane extract of *Calophyllum lowii*. Journal Tropical Medicinal Plants, 2016; 6(16): 59–69.
35. **Abbas J**. Antimalarial activity of new compound of 3 β -hydroxy-24-ethyl-propyl 5,22 cholestadiene from *Calophyllum incrasaptum*. Proceedings the 2nd Internasional Simposium on Temulawak. The 40th meeting of National Working Group on Indonesian Medicinal Plant. Bogor Agricultural University, 2011; 253–257.
36. **Abbas J**, Hanafi M. Prenil kumarin dari kulit batang *Calophyllum soulattri* Burm. F (Clusiaceae). Prosiding SN-KPK II. 2010: 62–67.

37. **Jamilah**, Hanafi M, Dewi P. Senyawa fenol dari kulit batang *Calophyllum macrophyllum* Scheff. Prosiding SN-KPK II. Maret 2010: 68–71.
38. **Abbas J**, Frengki, Elya B. Isolation, toxicity and cytotoxic of fatty acid derivatives from *Calophyllum macrophyllum* Hook. F. Proceeding Internasional Seminar on translational Research in Cancer Chemoprevention. 7 Mei 2012: 90–95.
39. **Abbas J**, Darmawan A, Syafruddin S. Isolation and structure elucidation souldatro coumarin from stem bark of *Calophyllum soulattri* Burm. f. and in vivo antiplasmodial activity by using mice infected by *Plasmodium berghei*. Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention, Juni 2011; 2(2): 241–254.
40. Artanti N, Salahuddin, **Abbas J**. Studi on antioxidant activity oh n –hexane extract of *Calophyllum bicolor* Bark. Proceeding 2nd. Korea-Asean Symposium on Indonesian 2014; 122–126.
41. **Abbas J**, Udin LZ, Hanafi M. Antiproliferative activity of natural coumarin from *Calophyllum incrasaptum* M.R Henderson-Wyth Smith against human breast cancer cells MCF. Proceeding MATEC Web of Conference. 2018; 154, 04003: 1–6.
42. **Abbas J**. In vitro antimalarial activity of *Calophyllum bicolor* and hemozoin crystals observed by Transmission Electron Microscope (TEM). Proceeding MATEC Web of Conference. 2018; 154, 04004: 1–9.
43. **Abbas J**, Artanti N, Sundowo A, Dewijanti ID, Hanafi M, Lisa, Syahrudin D. Targetting the hemozoin synthesis pathway for antimalarial drug and detected by TEM (Transmission Electron Microscope). Proceeding of the 3rd International Symposium on Applied Chemistry (AIP Conference Proceedings), November 2017; 1904(1): 020073.
44. Frengki, **Abbas J**, Wati S. Inhibitory of activity α -glucoside from ethyl acetate and flavanal compound of the stem-bark of *Calophyllum macrophyllum* Scheff. Proceedings of the 3rd Annual International Conference Syah Kuala University (AIC Unsyiah) 2013) in conjunction with the 2nd International Conference on multidisciplinary Research (ICMR). Oktober 2013; 306–311.

45. Frengki, **Abbas J**, Elya B, Isolation, elucidation of chemical compound from ethyl acetate fraction of the stem bark of *Calophyllum macrophyllum* Scheff and antioxidant bioassay by DPPH. The Indonesian Journal of Natural Product. 5 Januari 2011; 7(5): 248–253.
46. Frengki, Prima D. Wahyuni FS, Khambri D, Vanda H, Zakiah N, **Abbas J**, Elya B. Uji in vitro dan in silico senyawa 5,7,2',5'-tetrahydroxy flavan-3-ol terhadap enzim alpha glucosidase. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2018; 5(2) 279–311.
47. Artanti N, Udin LZ, Hanafi M, **Jamilah**, Kurniasih IR, Prima-hana G, Anita Y, Sundowo A, Kandace YS. Bioactive examination of Chinchona leaves ethanol extracts. Proceeding of ISAC (International Symposium on Applied Chemistry), Januari 2017; 1803(1): 020017.
48. **Abbas J**. Hanafi M, Artanti N, Asih PBS, Syafruddin D. Anti-plasmodial activity of *Calophyllum lowii*. Proceeding of ISAC (International Symposium on Applied Chemistry). 2018.
49. **Abbas J**, Sundowo A, Dewijanti ID. Metoda isolasi senyawa terpenoid dari *Calophyllum eurypyllum* Lauterb sebagai antibakteri. Paten No. S00201809958. 4 Desember 2018.
50. **Abbas J**, Syafruddin D, Asih PBS. Metoda isolasi senyawa propil kumarin dari *Calophyllum canon* Hook F. Paten No. P00201810016. 4 Desember 2018.
51. Dewityanti ID, Darmawan A, Fijriah S, Hanafi M, Megawati, Filalila E, Meliawati L, Angelina M, Yuliani T, Lotulung PD, **Abbas J**, Hartati S. Ekstrak dan fraksi untuk bahan obat anti-diabetes dari tumbuhan Kalanchoe. Paten No. P00201200427. 29 Mei 2012.
52. **Abbas J**. Penggunaan senyawa turunan kumarin dari *Calophyllum aerophyllum* Lauterb sebagai obat antimalaria. Paten No. P00201608793. 2016.
53. Hanafi M, Sundowo A, Dewijanti ID, Syafruddin D, **Abbas J**, Asih PBS. Penggunaan fraksi metanol *Calophyllum bicolor* sebagai calon obat antimalaria. Paten No. P00201708908. 12 Desember 2017.

54. Sundowo A, Artanti N, Udin LZ, Hanafi M, **Abbas J**. Penggunaan fenil kumarin dari *Calophyllum incrasaptum* M.R. Hendereso & Wyatt-Smith sebagai obat antikanker. Paten No. P00201705054. 31 Juli 2017.
55. Artanti N, Hanafi M, Udin LZ, Sundowo A, Primahana G, Anita Y, Lotulung PDN, Abbas J, Kurniasih IR, Srikandace Y. Penggunaan ekstrak daun kina (*Cinchona ledgeriana*) sebagai obat antidiabetes. Paten No. P00201702050. 31 Maret 2017.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Jurnal Internasional

1. Abbas J, Hanafi M, Artanti N, Sundowo A, Minarti M, Asih PBS, Syafrudin D. Isolation and identification of antiplasmodial compound from methanol extract of *Calophyllum bicolor* P.F. Steven. Journal Annales Bogorienses. 18 Desember 2015; 19(2): 49–56.
2. **Abbas J**, Hanafi M, Artanti N, Asih PBS, Syafruddin D. Antiplasmodial activity of hexane extract of *Calophyllum lowii*. Journal Tropical Medicinal Plants, 2016; 6(16): 59–69.
3. **Abbas J**, Syafruddin S. Antiplasmodial evaluation of one compound from *Calophyllum flavoranulum*. Indonesian Journal of Chemistry. 25 Juli 2014; 14(2): 185–91.
4. Anita Y, Widiyarti G, **Abbas J**. Synthesis and elucidation structure of O-para dehydroguaiacol prepared by crude of *Barssica oleracea* var. *alboglabra* peroxidase catalyzed oxidation. Journal of Applied Pharmaceutical Sciences. April 2014; 4(4): 62–65.
5. Widiyarti G, **Abbas J**, Anita Y. Biotransformation and cytotoxic activity of guaiacol dimer. Indonesian Journal of Chemistry. Juli 2014; 14(2): 179–184.
6. Fajriah S, Mozef T, Artanti N, Lotulung PDN, **Abbas J**. Isolation of prenylated flavonoid from ethyl acetate fraction of *Artocarpus altilis* leaves using counter-current chromatography. Asian Transactions on Basic and Applied Sciences (ATBAS), Januari 2013; 2(Issue 6): 6–9.
7. **Abbas J**, Frengki, Elya B. Isolation, toxicity and cytotoxic of fatty acid derivatives from *Calophyllum macrophyllum* Hook. F. Proceeding Internasional Seminar on translational Research in Cancer Chemoprevention. 7 Mei 2012: 90–95.
8. **Abbas J**, Darmawan A, Syafruddin S. Isolation and structure elucidation soulatro coumarin from stem bark of *Calophyllum soulattri* Burm. f. and in vivo antiplasmodial activity by using

mice infected by *Plasmodium berghei*. Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention, Juni 2011; 2(2): 241–254.

9. **Abbas J.** Anticancer activity agents, triterpen from bark wood of *Calophyllum hosei* Ridley. Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention. 7 Mei 2012; 81–89.
10. **Abbas J.** Anticancer evaluation of plants from Indonesian tropical rain forests. Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention. 31 Oktober 2011; 2(3): 310–8.
11. **Abbas J,** Hanafi M, Kardono LBS, Qin G-W, Kosela S. Cytotoxic coumarin from *Calophyllum incrasaptum* M.R. Henderson & Wyatt-Smith (Guttiferae). Internasional Journal of Pure & Applied Chemistry. Juli–September 2009; 4(3): 205–208.
12. Wiloso. E, **Jamilah,** Srurnartini S. Degradation products of aromatic amine by *Penicillium* sp. L2 and analysis ny LC-MS. Journal of Enviromental Chemistry, Surabaya. November 1999: 1.411–1.543.

Jurnal Nasional

13. **Jamiah,** Sulaswati A. Analysis of trans beta carotene in crude olein by chromatography. Warta AKAB, Bogor. 2004: 15–22.
14. Frengki, Prima D. Wahyuni FS, Khambri D, Vanda H, Zakiah N, **Abbas J,** Elya B. Uji in vitro dan in silico senyawa 5,7,2',5'-tetrahydroxy flavan-3-ol terhadap enzim alpha glucosidase. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2018; 5(2): 279–311.
15. Rissyelly, **Abbas J,** Katrin. Uji aktivitas antimalaria senyawa saton pada *Calophyllum canon* Hook.F. (antimalarial activity of xanthone from stem bark *Calophyllum canon* Hook. F. The Indonesian Journal of Natural Products, Perhimpunan Peneliti Bahan Obat Alami (Perhipba). 2011; 7(5): 224–228.
16. **Abbas J,** Wiloso EI. Analisis hasil penguraian orange II oleh jamur *Penicillium* sp. L2A dan L2K. Jurnal Nusantara Kimia. November 2000; 7(12).

17. **Abbas J**, Wiloso EI. Penurunan konsentrasi zat warna dianex orange dengan lumpur aktif dan analisa hasil degradasi dengan metoda HPLC. *Jurnal Nusantara Kimia*, 2000; 12(7).
18. **Jamilah**. Analisis hasil penguraian orange II dalam sampel setelah diekstrak dari media fermentasi dengan metoda SPE (Solid Phase Extraction). *Warta AKAB*. 2000: 20–25.
19. **Jamilah**, Hilyati H. Pengamatan angka peroksida dan angka asam dalam mede goreng selama penyimpanan. *JKTI (Jurnal Kimia Terapan Indonesia)*, 1993; 3(1).

Prosiding Internasional

20. **Abbas J**, Artanti N, Sundowo A, Dewijanti ID, Hanafi M, Lisa, Syahrudin D. Targetting the hemozoin synthesis pathway for antimalarial drug and detected by TEM (Transmission Electron Microscope). *Proceeding of the 3rd International Symposium on Applied Chemistry (AIP Conference Proceedings)*, November 2017; 1904(1): 020073.
21. **Abbas J**, Hanafi M, Artanti N, Asih PBS, Syafrudin D. Antiplasmodial activity of *Calophyllum lowii*. *Proceeding of ISAC (International Symposium on Applied Chemistry)*. 2018.
22. Dewijanti ID, Artanti N, Mangunwardayo W, Hanafi M, **Abbas J**, Megawati M, Minarti M, Musdalifah D, Meilawati L. Bio-activities of *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp leaf extract for decreasing diabetic risk. *Proceeding of 4th ISAC (International Symposium on Applied Chemistry)*, AIP Conference Proceeding. 7 November 2018; 2024(1): 020011.
23. **Abbas J**, Udin LZ, Hanafi M. Antiproliferative activity of natural coumarin from *Calophyllum incrasaptum* M.R Henderson-Wyth Smith against human breast cancer cells MCF. *Proceeding MATEC Web of Conference*. 2018; 154, 04003: 1–6.
24. **Abbas J**. In vitro antimalarial activity of *Calophyllum bicolor* and hemozoin crystals observed by Transmission Electron Microscope (TEM). *Proceeding MATEC Web of Conference*. 2018; 154, 04004: 1–9.

25. Frengki, **Abbas J**, Wati S. Inhibitory of activity α -glucoside from ethyl acetate and flavanal compound of the stem-bark of *Calophyllum macrophyllum* Scheff. Proceedings of the 3rd Annual International Conference Syah Kuala University (AIC Unsyiah) 2013) in conjunction with the 2nd International Conference on multidisciplinary Research (ICMR). Oktober 2013: 306–311.
26. Artanti N, Salahuddin, **Abbas J**. Studi on antioxidant activity oh n –hexane extract of *Calophyllum bicolor* Bark. Medicinal Plant Indonesian, Evaluation of antimalarial activity of *Calophyllum Europhyllum*. Proceeding 2nd. Korea-Asean Symposium on Indonesian 2014: 122–126.
27. **Abbas J**. Cytotoxic compound from *Calophyllum* spp. (Guttiferae). Proceeding International Conference and Talk Show on Medicinal Plants; BPPT, Pokjanas TOI, dan PDHMI; Jakarta 2010: 222–231.
28. **Abbas J**, Kardono LBS, Hanafi M, Kosela S, Qin G-W. Canophyllol and calaustralin from two Indonesian species of *Calophyllum*. Proceeding of the Henk Timmerman International Seminar on Pharmacochemistry, 2007: 28–39.
29. **Abbas J**. Antimalarial activity of new compound of 3 β -hydroxy-24-ethyl-propyl 5,22 cholestadiene from *Calophyllum incrasap-tum*. Proceedings the 2nd Internasional Simposium on Temulawak. The 40th meeting of National Working Group on Indonesian Medicinal Plant. Bogor Agricultural University, 2011: 253–257.
30. **Abbas J**, Djamilah, Kosela S. Antioxidant activity of isoprenyl flavonoid from *Artocarpus altilis*. Proceeding Internasional Food Seminar Halalness and Safety Food for a better life. Jakarta, Study Program of Chemical science Faculty of Science and Technology, Syarif Hidayatullah Jakarta Islamic State University, 15 Februari 2010: 111–119.
31. **Abbas J**, Djamilah, Artanti N. Bioactive coumarin from the leaves of *Artocarpus altilis*. Proceedings the 2nd Internasional Simposium on Temulawak. Institute of Research and Community Services, Bogor Agricultural University. Desember 2011: 258–263.

32. **Jamilah**, Tanaka. Sterol composition of steryl glycoside in oil palm leaf. Proceeding ASOMPS (Asean Symposium on Medicinal Plants and Spices), ITB. Januari 1988: 24–28.

Prosiding Nasional

33. Frengki, **Abbas J**, Elya B. Isolation, elucidation of chemical compound from ethyl acetate fraction of the stem bark of *Calophyllum macrophyllum* Scheff and antioxidant bioassay by DPPH. The Indonesian Journal of Natural Product. 5 Januari 2011; 7(5): 248–253.
34. **Abbas J**. Isolation of antimalarial of some species of *Calophyllum*, Prosiding Seminar Nasional XIV Kimia Dalam Pembangunan. September 2011; 885–892.
35. **Abbas J**, Artanti N, Syafruddin D, Hanafi M. Isolation of antimalarial compound activity of some species of *Calophyllum* sp. Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia. 2009: 886–891.
36. **Abbas J**. Cytotoxic fraction from *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) van Teigh. Prosiding Seminar Nasional XXV Tumbuhan Obat Indonesia. Tawangmangu. 2004.
37. **Abbas J**. Flavonoid rhamnocide from *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) van Teigh and its inhibitory activity against murine leukemia L1210 cell lines. Prosiding Seminar Nasional XXV Tumbuhan Obat Indonesia. Tawangmangu. 2004.
38. **Abbas J**. Cultivation some microalgae species to produce antioxidant compound. Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia. 15 September 2010: 119–124.
39. **Jamilah**, Sulaswati A. Separation of alpha dan beta-carotene from crude palm oil. Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan. Surabaya, 10–11 Oktober 2000: 40–46.
40. **Abbas J**. Aktivitas antikanker senyawa dari *Calophyllum* spp. (Clusiaceae) dengan sel leukemia L1210. Prosiding Seminar Nasional XXII Kimia dalam Industri dan Lingkungan, Temu Ilmiah Jaringan Kerja Sama Indonesia. 15 Januari 2014: 275–284.

41. **Abbas J.** Potensi tumbuhan *Calophyllum* sebagai antimikroba. Prosiding Seminar Nasional XIV, Kimia Dalam Pembangunan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia), 15 September 2011: 141–148.
42. **Abbas J,** Minarti, Gozali, Dewi P. Isolasi triterpen dan aktivitas antioksidan dari fraksi heksan dari *Calophyllum incrasaptum* M.R. Henderson & Wyatt-Smith. Prosiding Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia. Universitas Wahid Hasyim, Semarang, 24 Mei 2011: 235–242.
43. **Abbas. J,** Ernawati, Kosela S. Isolasi senyawa santon dari kulit batang *Calophyllum hosei* Ridley. Prosiding Seminar Nasional XIX, Kimia Dalam Industri dan Lingkungan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia). 15 Januari 2011: 213–224.
44. **Abbas J,** Ernawati, Ghozali M, Minarti, Dewi P. Isolasi dan elusidasi senyawa antibakteri dari *Calophyllum hosei* Ridley. Prosiding Seminar National Kimia dan Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Desember 2011: 611–617.
45. **Abbas J,** Rissyelly, Katrin. Aktivitas antimalaria tumbuhan *Calophyllum canon* Hook.F dan isolasi senyawa triterpen. Prosiding Seminar Nasional XIV, Kimia Dalam Pembangunan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia), 15 September 2011: 161–170.
46. **Abbas J,** Minarti, Dewi P. Aktivitas antioksidan senyawa dari *Calophyllum incrasaptum*. Prosiding Seminar Nasional & Konggres Himpunan Kimia Indonesia: Regulasi pengadaan dan penggunaan bahan kimia berbahaya dalam rangka mendukung riset dan industri, 19 Desember 2009: 239–246.
47. **Abbas J,** Kosela S. Isolasi dan penentuan struktur kromen dan asam 3-epi-betulinik dari tumbuhan *Calophyllum*. Prosiding Seminar Nasional Kimia, Universitas Indonesia, Jakarta 2007: 40–46.

48. **Jamilah**, Hanafi M. Prenil kumarin dari kulit batang *Calophyllum soulattri* Burm. f. (Clusiaceae). Prosiding SN-KPK II. 2010: 62–67.
49. **Jamilah**, Hanafi M, Dewi P. Senyawa fenol dari kulit batang *Calophyllum macrophyllum* Scheff. Prosiding SN-KPK II. Maret 2010: 68–71.
50. **Abbas J**, Djamilah, Kosela S. Isolasi senyawa sitosterol dari daun sukun (*Artocarpus artilis*). Prosiding Seminar Nasional XIX, Kimia Dalam Industri dan Lingkungan JASA KIAI (Jaringan kerjasama Kimia Indonesia). 15 Januari 2011: 233–242.
51. **Abbas J**, Artanti N, Djamilah. Peran teknologi isolasi untuk memperoleh senyawa aktif dari tumbuhan sukun (*Artocarpus artilis*). Prosiding SNST Fakultas Teknik, Semarang. 2010; 1(1): 24–30.
52. **Abbas J**. Aktivitas antioksidan dari buah mahkota dewa (*Phleria macrocarpa* (Scheff) Boerl. Prosiding Seminar Nasional XXV Tumbuhan obat Indonesia. Tawangmangu 2004: 29–35.

Paten

1. **Abbas J**, Sundowo A, Dewijanti ID. Metoda isolasi senyawa terpenoid dari *Calophyllum eurypyllum* Lauterb sebagai antibakteri. Paten No. S00201809958. 4 Desember 2018.
2. **Abbas J**, Syafruddin D, Asih PBS. Metoda isolasi senyawa propil kumarin dari *Calophyllum canon* Hook F. Paten No. P00201810016. 4 Desember 2018.
3. Dewityanti ID, Darmawan A, Fijriah S, Hanafi M, Megawati, Filalila E, Meliawati L, Angelina M, Yuliani T, Lotulung PD, **Abbas J**, Hartati S. Ekstrak dan fraksi untuk bahan obat anti-diabetes dari tumbuhan Kalanchoe. Paten No. P00201200427. 29 Mei 2012.
4. **Abbas J**. Penggunaan senyawa turunan kumarin dari *Calophyllum aerophyllum* Lauterb sebagai obat antimalaria. Paten No. P00201608793. 2016.

5. Hanafi M, Sundowo A, Dewijanti ID, Syafruddin D, **Abbas J**, Asih PBS. Penggunaan fraksi metanol *Calophyllum bicolor* sebagai calon obat antimalaria. Paten No. P00201708908. 12 Desember 2017.
6. Sundowo A, Artanti N, Udin LZ, Hanafi M, **Abbas J**. Penggunaan fenil kumarin dari *Calophyllum incrasaptum* M.R. Hendereso & Wyatt-Smith sebagai obat antikanker. Paten No. P00201705054. 31 Juli 2017.
7. Artanti N, Hanafi M, Udin LZ, Sundowo A, Primahana G, Anita Y, Lotulung PDN, Abbas J, Kurniasih IR, Srikandace Y. Penggunaan ekstrak daun kina (*Cinchona ledgeriana*) sebagai obat antidiabetes. Paten No. P00201702050. 31 Maret 2017.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

Skripsi/Tesis/Disertasi

1. **Jamilah.** Isolasi dan penentuan struktur senyawa dari Legundi (*Fitex trivolia*) [Skripsi]. [Padang]: Universitas Andalas; 1984.
2. **Jamilah.** Isolasi dan identifikasi senyawa sitotoksik dari daun benalu duku, *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) van Tiegh. [Tesis]. [Depok]: Universitas Indonesia; 2003.
3. **Jamilah.** Isolasi dan penentuan struktur senyawa kimia serta uji aktivitas biologi kulit batang marga *Calophillum* spp. (*C. soulattri* Burm. f., *C. incrasaptum* M.R. Henderson & Wyatt-Smith dan *C. tomentosum* Wight) [Disertasi]. [Depok]: Universitas Indonesia; 2008.
4. **Abbas J.** Development in extraction methods. Indonesia 2nd Total Laboratory Management Symposium; 2012.

LAMPIRAN

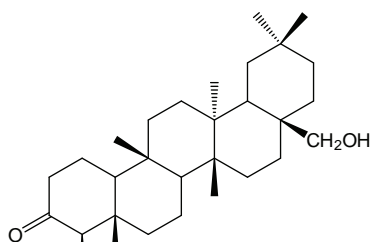
Lampiran 1. Daftar 21 Tumbuhan Aktif Antimalarial dan Antikanker¹³

No.	Nama Tumbuhan	Anti-malaria	Anti-kanker (Hela)	No.	Nama Tumbuhan	Anti-malaria	Anti-kanker (Hela)
		IC ₅₀ µg/mL				IC ₅₀ µg/mL	
1	<i>Annona squamosa</i> L.	19,9	10,0	11	<i>Urena lobata</i> L W	6,5	14,1
2	<i>Cananga odorata</i> , B	12,5	7,8	12	<i>Arcangelisia flava</i> Tk L	0,4	8,8
3	<i>Xylopia vielana</i> Pierre, B	4,6	15,3	13	<i>Fibraurea tinctoria</i> AK	0,5	53,4
4	<i>Wrightia dubia</i> , L	17,3	17,5	14	<i>Ficus hispida</i> L. f.	5,8	14,9
5	<i>Bixa orellana</i> L	13,9	34,2	15	<i>Dichroa febrifuga</i> Lour.	13,9	33,3
6	<i>Elaeocarpus kontumensis</i> B	4,3	20,3	16	<i>Brucea javanica</i> (- c) R	0,1	nt
7	<i>Cristia vespertilionis</i> L W	10,8	9,9	17	<i>Eurycoma longifolia</i> , L	1,5	2,1
8	Irvingiaceae	10,5	11,7	18	<i>Harrisonia perforata</i> , L	6,7	3,9
9	<i>Irvingia malayana</i> L	5,0	14,8	19	<i>Annalesia fragrans</i> Wall	8,4	23,4
10	<i>Sida acuta</i> Burm. f. W	7,5	29,7	20	<i>Clerodendrum inerme</i> L	10,0	21,0
0		0	0	21	<i>Vitex negundo</i> L	17,3	nt

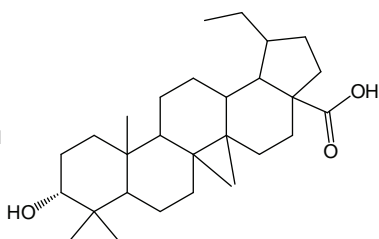
Lampiran 2. Daftar 31 Tumbuhan Aktif Antimalaria¹⁴

No.	Nama Tumbuhan	Anti-malaria	Anti-kanker (Hela)	No.	Nama Tumbuhan	Anti-malaria	Anti-kanker (Hela)
		IC ₅₀ µg/mL				IC ₅₀ µg/mL	
1	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	19,9	10,0	16	<i>Peperomia distachya</i>	6,5	14,1
2	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	12,5	7,8	17	<i>Philodendron ernesti</i>	0,4	8,8
3	<i>Anthurium ernestii</i>	4,6	15,3	18	<i>Phthirusa robusta</i>	0,5	53,4
4	<i>Begonia glabra</i>	17,3	17,5	19	<i>Phytolacca rivinoides</i> K	5,8	14,9
5	<i>Carica papaya</i>	13,9	34,2	20	<i>Piper aduncum</i>	13,9	33,3
6	<i>Cecropia latiloba</i>	4,3	20,3	21	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	0,1	nt
7	<i>Clusia trochilormis</i>	10,8	9,9	22	<i>Pseudolmedia laevis</i>	1,5	2,1
8	<i>Daucus montanus</i>	10,5	11,7	23	<i>Remealmio alpine</i>	6,7	3,9
9	<i>Gloxinia sylvatica</i>	5,0	14,8	24	<i>Sanchezia oblonga</i> Ruiz & Pav.	8,4	23,4
10	<i>Hedychium coronarium</i>	7,5	29,7	25	<i>Senna ruiziana</i>	10,0	21,0
11	<i>Jacarabga capala</i>	0	0	26	<i>Siparuna aspera</i>	17,3	nt
12	<i>Lantana</i> sp.	10,8	9,9	27	<i>Solanum peruvianum</i>	1,5	2,1
13	<i>Mansoa alliace</i>	10,5	11,7	28	<i>Senna ruiziana</i>	6,7	3,9
14	<i>Munnozia hastifolia</i>	5,0	14,8	20	<i>Vernonanthura patens</i>	8,4	23,4
15	<i>Oxalis boliviana</i>	7,5	29,7	30	<i>Virola</i> sp.	10,0	21,0
0		0	0	31	<i>Vitex negundo</i> L.	17,3	nt

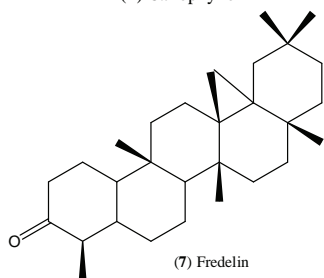
Lampiran 3. Struktur Senyawa Aktif Antikanker dan Antimalaria



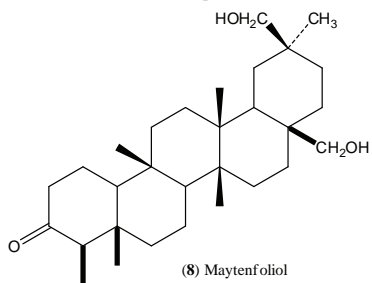
(5) Canophyllol



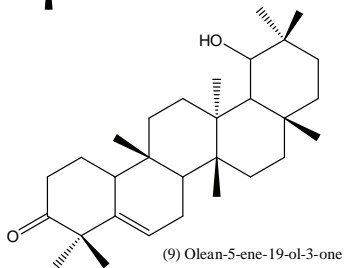
(6) 3-betulinic acid lup-20(29)ene



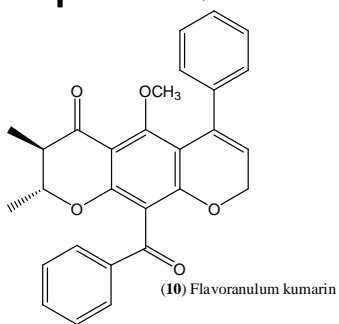
(7) Fredelin



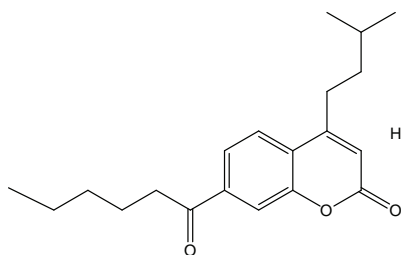
(8) Maytenfoliol



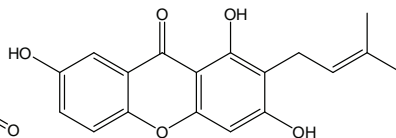
(9) Olean-5-ene-19-ol-3-one



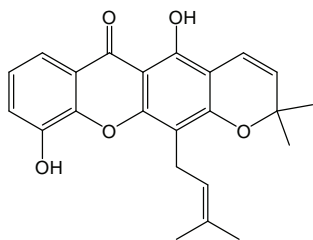
(10) Flavoranulum kumarin



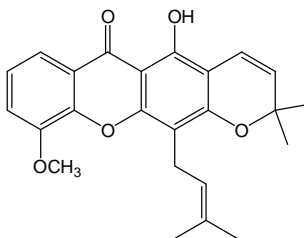
(11) 7-hexanoyl-4-isopentyl-2H-chromen-2-one



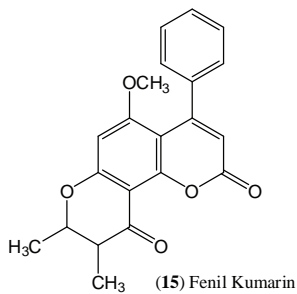
(12) 2-prenil-1,3,7-trihidroksi santon



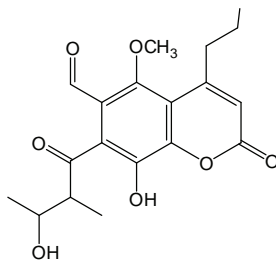
(13) 1,5 dihidroksi 4-prenil kromen santon



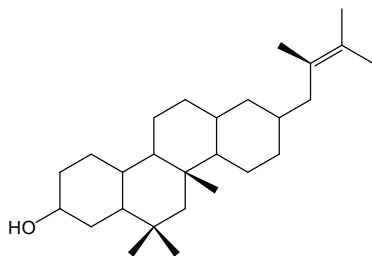
(14) 1-hidroksi, 4 -prenil-5- metoksi kromensanton



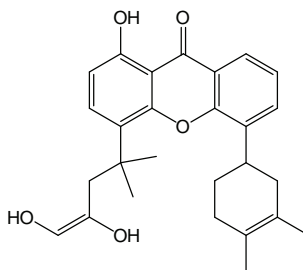
(15) Fenil Kumarin



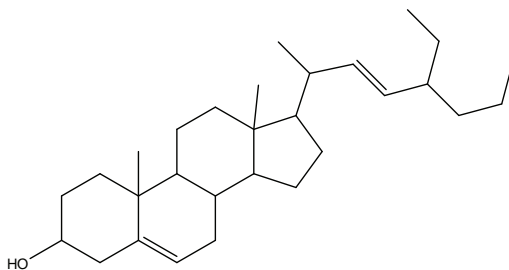
(16) Calanolide E



(17) Prenil terpenod



(18) Santon



(19) 3β-hidroksi-24-etil-propil,5,22-klolestandiene

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

- Nama Lengkap : Jamilah
- Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta, 11 Juni 1958
- Anak Ke : 3 (tiga) dari 7 (tujuh) bersaudara
- Jenis Kelamin : Perempuan
- Nama Ayah Kandung : Abbas Ahmad
- Nama Ibu Kandung : A'isyah binti Jalaluddin
- Nama Suami : Drs. Bambang Heru Karyono, S.E.
- Jumlah anak : 1 (satu) orang
- Nama Anak : Luthfi Aziz
- Nama Instansi : Pusat Penelitian Kimia LIPI
- Judul Orasi : Penemuan Senyawa Aktif Baru dari *Calophyllum* spp. sebagai Bahan Baku Obat Antikanker dan Antimalaria di Indonesia
- Bidang Keahlian : Kimia Organik
- No. SK Pangkat Terakhir : 36/K/Th 2017
- No. SK Peneliti Ahli Utama : 0541/D.1/VI/2015

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/Negara	Tahun Lulus
1	SD	Johar Baru 08 Petang	Cempaka Putih/Jakarta/Indonesia	1971
2	SMP	Sei Puar	Sei Puar/Bukit Tinggi/ Indonesia	1974
3	SMA	SMAN III	Bukit Tinggi/Indonesia	1977
4	Sarjana Muda	FMIPA/Universitas Andalas	Padang/Indonesia	1981
5	S1	FMIPA/Universitas Andalas	Padang/Indonesia	1984
6	S2	FMIPA/Universitas Indonesia	Depok/Indonesia	2003
7	S3	FMIPA/Universitas Indonesia	Depok/Indonesia	2008

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/Negara	Tahun
1	Pelatihan Kimia tentang CPO, <i>empty bunch</i> (TKKS)	National laboratory for Industry Kimia/Tsukuba Japan Teknologi (CPO)	Sep 1986– Sep 1897
2	<i>Natural Product chemistry</i>	Bunry University/Tokushima/Jepang	Februari 1988
3	<i>Training</i> ICPEAS	Shimadzu/Kyoto/Jepang	Februari 1989
4	<i>Training</i> HPLC	Waters/Singapore	Juli–Agustus 2000
5	Pelatihan AAS	GBC/Melbourne/Australia	Maret 2005
6	Pelatihan Kimia Ba- han Alam	Sanghai Institute of Materia Medica/ Sanghai/China	1 April– 30 Juni 2006
7	<i>Training NMR for elucidation structure</i>	P2K/Serpong/Indonesia	April 2010
8	<i>Apllied LC-MC</i>	Jakarta/Indonesia	Juli 2010

D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1	Kepala Laboratorium Standardisasi Metoda Analisis Kimia	Puslit Kimia Terapan LIPI	Juli 1997– Juli 1998
2	-		

E. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1	Peneliti Pertama (III/a)	31-03-1986
2	Peneliti Ahli Pertama (III/b)	01-04-1989
3	Peneliti Ahli Muda (III/c)	07-01-1993
4	Peneliti Ahli Muda (III/d)	04-07-1995
5	Peneliti Ahli Madya (IV/a)	06-09-2000
6	Peneliti Ahli Madya (IV/b)	30-12-2005
7	Peneliti Ahli Utama (IV/c)	22-02-2012
8	Peneliti Ahli Utama (IV/d)	30-06-2015

F. Kepangkatan Pekerjaan

No.	Pangkat/Golongan	Tanggal SK
1	CPNS	23-03-1985
2	Pengatur Muda-II/a	31-03-1986
3	Penata Muda Tingkat I-III/b	28-08-1989
4	Penata-III/c	07-01-1993
5	Penata Tk 1-III/d	04-07-1995
6	Pembina-IV/a	06-09-2000
7	Pembina Tk 1-IV/b	25-06-2007
8	Pembina Utama Muda-IV/c	22-00-2012
9	Pembina Utama Madya-IV/d	02-08-2017

G. Penugasan Khusus

No.	Jabatan/ Pekerja	Temberi Tugas	Tahun
1	HPLC/Ion Kromatografi	Deputi IPT	1989

H. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota/Negara)	Tahun
1	Kompetitif	Koordinator Penelitian	Biotek LIPI	2014–2015
2	Insinas	Koordinator Penelitian	Ristek	2016
3	Kerja sama/ Antivirus C	Anggota	P2K	2019

I. Karya Tulis Ilmiah

No.	Keterangan	Jumlah
1	Penulis Tunggal	8 (Nas) + 5 (Int) = 13
2	Bersama Penulis Lain	19 (Nas) + 20 (Int) = 39
Total		52

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Bahasa Inggris	25
2	Bahasa Indonesia	27
Total		52

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Paten	7
Total		7

J. Pembinaan Kader Ilmiah Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Pembimbing	Tahun
1	Serli	Farmasi/UI	S2	2010
2	Frengki	Farmasi/UI	S2	2010
3	Djamilah	Kimia/UI	S2	2010
4	Ernawati	Kimia/UI	S2	2010
5	Zulfa Nurul Fikri	Kimia/UNDIP	S1	2016
6	Habibah	Kimia/UIN	S1	2014

No.	Nama	Instansi	Pembimbing	Tahun
7	Nurhiqmah	Framasi/Univ. 17 Agustus	S1	2018
8	Wulansari	Farmasi/Univ. 17 Agustus	S1	2018
9	1. Wisnu 2. Fernando 3. Tin	Bogor/D3	PKL	2012
10	1. Wulan 2. Wiwit	UNDIP/D3	PKL	2002
11	Imah	Palopo	PKL	2016
12	Wulan Safitri	Palopo	PKL	2016
13	Sofa	SMK Garut	PKL	2013
14	Gina	SMK Garut	PKL	2013
15	1. Zulfa 2. Deri	Sukabumi	PKL	2012
16	1. Dea 2. Amelia	SMAN 2 Kuala Kapuas Kalimantan Tengah	Lomba Karya Ilmiah Remaja (LKIR)	2017

K. Organisasi Profesi

No.	Nama Organisasi Profesi	Jabatan	Tahun
1	Himpunan Kimia Indonesia	Anggota	2005–2009
2	Himpunan Chemoprevention	Anggota	2015–2019

L. Penghargaan

No.	Penghargaan	Tahun	Instansi
1	Satyalancana Karya Satya X Tahun	1995	Presiden RI
2	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	2005	Presiden RI
3	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	2015	Presiden RI



LIPI Press

Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp. (+62 21) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id