

METODE ISOLASI

SQUALEN

Dari Minyak Hati Ikan Hiu



Silverius Yohanes
Maximus M. Taek (Ed.)

METODE ISOLASI SQUALEN

DARI MINYAK HATI IKAN HIU



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sanksi pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
 - (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
 - (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
 - (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).
-

Silverius Yohanes
Maximus M. Taek (Ed.)

METODE ISOLASI

SQUALEN

DARI MINYAK HATI IKAN HIU



Penerbit
RENA CIPTA MANDIRI

Buku ini tidak diperjualbelikan.

METODE ISOLASI SQUALEN DARI MINYAK HATI IKAN HIU

Hak Cipta ©2024 Maximus M. Taek

Pertama kali diterbitkan dalam bahasa Indonesia oleh:

Penerbit Rena Cipta Mandiri

Puri Kartika Asri, Arjowinangun, Kedungkandang, Kota Malang

Anggota IKAPI

Nomor Anggota: 322/JTI/2021

Penulis : Silverius Yohanes & Maximus M. Taek

Editor : Maximus M. Taek

Sampul : Mad Djawas

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa ijin tertulis dari penerbit.

xviii+100 hlm., 15,5 cm x 23 cm.

ISBN: 978-623-8324-17-0

Cetakan pertama: Februari 2024

Percetakan: Rena Cipta Mandiri, Malang.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IN MEMORIAM
Senior, guru, pembimbing dan panutan kami

Drs. Silverius Yohanes, M.Si.

Lahir: Maumere, 23 Juni 1962
Meninggal: Kupang, 12 Juli 2020

REQUIESCAT IN PACE
Semoga jiwanya beristirahat dalam ketenteraman
karena kerahiman Tuhan. Amin

Kata Pengantar

Proficiat! Puji Tuhan dan selamat atas keberhasilan penerbitan buku berjudul "Metode Isolasi Squalen dari Minyak Hati Ikan Hiu" ini. Kami juga memberikan apresiasi yang tinggi kepada penulis, Dr. Maximus M. Taek, M.Si. yang telah menghasilkan buku ini sebagai buku ketiga yang sudah ditulisnya sampai dengan saat ini. Sebelumnya penulis telah menerbitkan dua buku berjudul "ETNOMEDISIN: Pengobatan Tradisional Penyakit Malaria Masyarakat Tetun di Timor Barat" (2020) dan "KAYU ULAR: Etnomedisin, Fitokimia, Aktivitas dan Toksisitas Obat Tradisional Antimalaria Andalan Orang Timor" (2023).

Buku ini mengangkat kembali hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh senior, guru dan pembimbing kami (Alm). Drs. Silverius Yohanes, M.Si. Semasa hidupnya beliau sendiri tidak sempat mempublikasikan pekerjaannya itu, baik dalam bentuk artikel ilmiah jurnal maupun buku seperti ini. Kami mengucapkan terima kasih kepada penulis yang mampu meramu kembali hasil penelitian itu dan menuliskannya menjadi buku menarik ini. Buku ini dengan demikian menjadi satu monumen peringatan yang mengabadikan nama almarhum bersama dengan salah satu hasil pekerjaan ilmiah semasa hidupnya.

Dalam penilaian kami, buku ini sangat layak dibaca sebagai pengetahuan umum, dan dapat dijadikan referensi kuliah dan penelitian di bidang kimia bahan alam. Kami merekomendasikan buku ini untuk dibaca oleh siapa saja, mahasiswa, peneliti maupun masyarakat umum.

Br. Angelinus Nadut, S.Si., M.Si.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Unika Widya Mandira

Silverius Yohanes
Maximus M. Taek (Ed.)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Prakata

Puji dan syukur yang tak berhingga kepada Tuhan yang Maha Pengasih dan Penyayang karena atas berkat dan rahmat-Nya maka penulisan buku berjudul "Metode Isolasi Squalen dari Minyak Hati Ikan Hiu" ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan buku ini telah direncanakan sejak pertengahan tahun 2023 lalu, namun baru dapat dituntaskan pada awal tahun 2024 ini.

Secara garis besar, buku ini memuat banyak hal yang berhubungan dengan minyak hati ikan hiu dan squalen. Banyak aspek yang dibahas dalam buku ini, termasuk biosintesis squalen, pemanfaatan minyak hati ikan hiu dan squalen, bioaktivitas minyak ikan dan squalen, metode isolasi dan identifikasi squalen, nilai ekonomi minyak hati ikan hiu dan squalen, masalah lingkungan yang berhubungan dengan produksi squalen berbasis minyak hati ikan hiu, dan sumber squalen alternatif dari bahan-bahan nabati.

Buku ini menguraikan secara panjang lebar dan mendetail tentang salah satu cara sederhana untuk mendapatkan squalen dari minyak hati ikan hiu. Dalam buku ini diuraikan cara dan tahapan proses isolasi untuk mendapatkan squalen murni dari minyak hati ikan hiu, mulai dari ekstraksi minyak hati ikan hiu, hidrolisis minyak, pemisahan dan pemurnian squalen, serta identifikasi dan karakterisasi squalen dari minyak hati ikan hiu.

Walaupun akhir-akhir ini penyediaan squalen untuk bahan baku industri suplemen makanan dan kesehatan, kosmetik dan farmasi di dunia tidak bersandar lagi pada minyak hati ikan hiu akibat larangan perburuan dan perdagangan ikan hiu, tapi metode isolasi squalen yang dipaparkan dalam buku ini masih relevan. Metode ini tetap dapat digunakan untuk ekstraksi dan isolasi squalen dari bahan baku hewani yang lain, dan juga dari bahan

nabati yang kaya squalen. Tentu saja dengan beberapa penyesuaian dan optimasi ulang kondisi eksperimen untuk mendapatkan hasil isolasi yang optimal. Karena itu buku ini tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai tambahan bahan bacaan untuk pengetahuan umum saja, tapi lebih daripada itu, dapat juga menjadi tambahan referensi untuk matakuliah Kimia Organik Bahan Alam, baik teori maupun dan praktik.

Buku ini ditulis dengan memanfaatkan data hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh senior-guru-sejawat panutan kami, Drs. Silverius Yohanes, M.Si. (Alm.⁺2020). Sejatinya penelitian beliau yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Bioaktif Squalen dari Minyak Ikan Hiu Nusa Tenggara Timur” tersebut telah dilakukan sangat lama, 25 tahun yang lalu. Walaupun demikian, setelah membaca laporan penelitian tersebut, penulis merasa bahwa apa yang dikerjakan beliau menarik dan masih relevan sebagai suatu informasi ilmiah yang layak disampaikan kepada masyarakat, khususnya kepada mahasiswa dan peneliti. Karena itu penulis memberanikan diri untuk *me-review* hasil penelitian tersebut, memoles dan *meng-upgrade* bagian-bagian teoretis dan informasi-informasi ilmiah dengan menambahkan materi-materi baru sesuai dengan perkembangan penelitian dan temuan-temuan terkini menyangkut squalen dari berbagai belahan dunia.

Walaupun banyak bagian dari laporan penelitian tersebut yang harus diperbaharui sesuai dengan perkembangan penelitian tentang topik ini, namun penulis berusaha untuk tetap mempertahankan bagian eksperimental laboratorium beserta data hasil penelitian dan dokumentasi asli dari pekerjaan beliau apa adanya. Karena itu, buku ini memang pantas dipersembahkan kepada beliau, yang sampai dengan akhir hayatnya tidak sempat menulis dan mempublikasikan pekerjaan-pekerjaan ilmiahnya. Buku ini layak menjadi milik beliau, menjadi buku monograf hasil penelitiannya yang baru diterbitkan setelah beliau sendiri wafat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Unika Widya Mandira, Ketua Program Studi Kimia dan rekan-rekan dosen yang mendukung penulisan dan penerbitan buku ini. Terima kasih kepada Pater Rektor Unika Widya Mandira yang selalu mendorong penulis untuk terus aktif meneliti dan menulis artikel ilmiah maupun buku seperti ini untuk kemudian dipublikasikan secara luas. Terima kasih kepada istriku Juliana Sjalfentje Imelda Hayon dan anak-anakku Gemma Galgani Maximilliana Taek dan Alessandro Gabriel Maximillian Taek yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Besar harapan penulis semoga buku ini bermanfaat untuk para pembaca sekalian, baik sebagai bahan bacaan umum maupun untuk menambah wawasan dan pengetahuan di bidang ilmu kimia bahan alam (*natural product chemistry*). Walaupun demikian, penulis sangat menyadari bahwa apa yang disajikan di dalam buku ini masih jauh dari sempurna. Penulis menyadari bahwa isi buku ini tentunya masih mengandung kekurangan di sana-sini. Karena itu penulis terbuka menerima kritik dan saran yang berguna untuk membuat isi buku ini menjadi lebih baik, lebih lengkap dan bermanfaat sesuai harapan.

Maximus M. Taek

Penulis dan editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Silverius Yohanes
Maximus M. Taek (Ed.)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Isi

Kata Pengantar	vii
Prakata	ix
Bab 1 Pendahuluan	1
▪ Latar belakang	1
▪ Bagaimana buku ini ditulis?	4
Bab 2 Ikan hiu: suatu tinjauan umum	5
▪ Jenis-jenis ikan hiu	5
▪ Persebaran ikan hiu di dunia	7
▪ Ikan hiu di perairan Indonesia	21
▪ Biologi ikan hiu	24
▪ Konservasi ikan hiu	24
Bab 3 Minyak hati ikan hiu	27
▪ Minyak hati ikan hiu (<i>shark liver oil</i>)	27
▪ Kandungan kimia minyak hati ikan hiu	28
▪ Karakteristik fisiko-kimia minyak hati ikan hiu	30
▪ Penggunaan minyak hati ikan hiu sebagai obat	31
Bab 4 Squalen dan senyawa yang berhubungan	33
▪ Struktur molekul dan sifat fisiko-kimia squalen	33
▪ Sumber dan ketersediaan squalen di alam	36
▪ Biosintesis squalen	38
▪ Manfaat squalen	43
▪ Aktivitas farmakologi squalen	45
▪ Produk-produk berbasis squalen	48
▪ Senyawa-senyawa yang berhubungan dengan squalen ..	49
▪ Squalen	52
Bab 5 Isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu	55
▪ Alat dan bahan	55
▪ Preparasi sampel: ekstraksi minyak hati ikan hiu	57

▪ Hidrolisis minyak hati ikan hiu: isolasi squalen	58
▪ Pemurnian squalen	61
Bab 6 Identifikasi squalen	67
▪ Identifikasi squalen menggunakan reaksi warna	67
▪ Identifikasi menggunakan Kromatografi Lapisan Tipis .	68
▪ Identifikasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	69
▪ Identifikasi menggunakan Spektroskopi Infra Merah	70
Bab 7 Potensi ekonomi squalen minyak hati ikan hiu dan isu lingkungan: suatu kontroversi	75
▪ Potensi ekonomi squalen	75
▪ Potensi pengembangan produk berbasis squalen	77
▪ Kontroversi squalen minyak hati ikan hiu: potensi ekonomi vs. isu lingkungan	77
▪ Mencari squalen dari sumber nabati: suatu solusi rasional	80
Bab 8 Penutup	83
▪ Ringkasan	83
▪ Kesimpulan	84
▪ Saran	85
Daftar Pustaka	87
Daftar Istilah	91
Indeks	97
Tentang Penulis	99

Daftar Gambar

Gambar 4.1 Beberapa gambar struktur molekul squalen	34
Gambar 4.2 Tahap reaksi pembentukan asam mevalonat dari asam asetat (asetil-koenzim A)	40
Gambar 4.3 Tahap reaksi fosforilasi dan dekarboksilasi asam mevalonat untuk membentuk IPP	41
Gambar 4.4 Tahap reaksi pembentukan farnesil pirofosfat (FPP) dari isopentenil pirofosfat (IPP)	42
Gambar 4.5 Tahap reaksi pembentukan squalen dari farnesil pirofosfat (FPP)	43
Gambar 4.6 Senyawa-senyawa yang berhubungan dengan squalen secara biosintesis	51
Gambar 5.1 Tahapan umum isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu	56
Gambar 5.2 Minyak hati ikan hiu sebelum dihidrolisis	57
Gambar 5.3 Reaksi hidrolisis minyak/lemak dan squalen	59
Gambar 5.4 Minyak/squalen kasar hasil reaksi hidrolisis	60
Gambar 5.5 Bagan kerja lengkap isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu	63
Gambar 5.6 Squalen hasil pemurnian	64
Gambar 5.7 Bagan kerja pemurnian squalen	65
Gambar 5.8 Alat sederhana untuk pemurnian squalen	66
Gambar 6.1 Reaksi antara squalen dan KMnO_4	68
Gambar 6.2 Kromatogram KLT minyak hati ikan hiu dan squalen kasar hasil hidrolisis	68

Gambar 6.3 Spektrum ultraviolet squalen 70

Gambar 6.4 Spektrum inframerah squalen 71

Gambar 6.5 Spektrum MS squalen murni/standar 73

Gambar 6.6 Spektrum IR squalen murni/standar 73

Gambar 6.7 Spektrum C-NMR squalen standar/murni 74

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Jenis-jenis hiu dan persebarannya	8
Tabel 3.1 Kandungan minyak hati dan squalen pada beberapa spesies ikan hiu dari perairan Tasmania	29
Tabel 3.2 Kadar squalen dalam hati beberapa jenis ikan hiu	29
Tabel 3.3 Karakteristik organoleptik minyak hati ikan hiu	30
Tabel 3.4 Standar kualitas minyak hati ikan hiu	31
Tabel 4.1 Sifat fisiko-kimia squalen	35
Tabel 4.2 Sifat fisiko-kimia squalan	52

Bab 1

Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat luar biasa, baik kekayaan alam hayati maupun non hayati. Berbagai jenis tumbuhan dan hewan ditemukan hidup di Indonesia. Indonesia disebut sebagai salah satu negara yang memiliki biodiversitas paling tinggi di antara semua negara di dunia. Selain tumbuhan dan hewan, di berbagai wilayah Indonesia juga terkandung dan tersebar berbagai macam kekayaan alam non hayati berupa mineral dan bahan tambang lainnya dengan jumlah yang besar. Minyak bumi, gas alam, emas, perak, bauksit, nikel dan tembaga adalah beberapa di antara kekayaan alam non hayati Indonesia yang terkenal di dunia.

Kekayaan alam Indonesia tersebar di berbagai pulau dan wilayah Indonesia, tidak saja di darat tapi juga di laut. Indonesia memiliki wilayah laut yang sangat luas. Luas wilayah Indonesia hanya 1,3% dari seluruh permukaan bumi, namun merupakan rumah bagi 17% spesies hayati dunia. Potensi laut Indonesia sungguh luar biasa. Banyak jenis hewan laut dan berbagai macam tumbuhan laut, ikan, rumput laut, mutiara, ditemukan dalam jumlah yang sangat besar di perairan laut di seluruh kepulauan Indonesia. Selain tumbuhan dan hewan laut, berbagai mineral bahan tambang, minyak bumi dan gas alam juga banyak ditemukan di dasar laut-laut Indonesia.

Berdasarkan laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia pada tahun 2017, wilayah laut Indonesia setidaknya merupakan tempat hidup bagi 20-25% spesies ikan di

dunia. Angka tersebut sangat besar dan menjadikan Indonesia sebagai negara dengan kekayaan jenis ikan terbesar ke-2 di dunia, setelah Brasil. Angka-angka tersebut di atas merupakan hasil pendataan yang akan terjadi hingga tahun 2017 dan akan terus meningkat karena belum seluruh wilayah lautan Indonesia tereksplorasi oleh para peneliti. Berdasarkan data LIPI pada bulan Maret 2019, jika potensi kelautan Indonesia dikonversikan menjadi uang, kekayaan laut bruto Indonesia mencapai jumlah 1.772 triliun rupiah.

Kekayaan laut yang terpenting adalah berbagai jenis ikan. Ikan dari berbagai wilayah laut Indonesia tidak hanya diambil untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri, tapi juga menjadi komoditas ekspor ke berbagai negara yang nilainya sangat besar dan sangat menguntungkan bagi perekonomian negara.

Ikan diperlukan selain dagingnya untuk dimakan, juga diambil minyaknya. Minyak ikan dapat dipakai langsung atau digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan berbagai produk turunannya yang memiliki banyak manfaat sebagai suplemen, obat, kosmetika, dan lain-lain. Hal ini dimungkinkan karena di dalam minyak ikan terkandung berbagai senyawa bahan alam yang memiliki fungsi nutrisi dan farmakologis.

Salah satu senyawa penting yang terkandung dalam minyak ikan adalah squalen (*squalene*, skualena). Squalen memiliki banyak manfaat bagi manusia, dan diaplikasikan secara luas dalam berbagai keperluan. Beberapa manfaat squalen antara lain untuk kesehatan kulit, yakni membantu memperbaiki kerusakan kulit akibat sinar UV dan mengurangi tanda-tanda penuaan seperti garis halus dan kerutan. Squalen juga berfungsi menangkal radikal bebas, sebagai antioksidan yang membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang menyebabkan penyakit degeneratif. Squalen juga memiliki sifat antiinflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan dalam tubuh. Manfaat lain dari squalen adalah membantu memelihara dan meningkatkan kesehatan

jantung, dan memperkuat sistem kekebalan tubuh. Berbagai produk perawatan kulit seperti krim, lotion dan serum, dan berbagai formulasi obat-obatan, vaksin dan suplemen kesehatan banyak menggunakan squalen sebagai bahan aktifnya.

Harga jual squalen di pasar domestik Indonesia dan di pasar global tergolong cukup mahal, karena itu squalen menjadi salah satu komoditas ekonomi yang sangat menguntungkan selain daging ikan. Salah satu sumber squalen yang penting adalah minyak hati ikan hiu. Minyak yang dihasilkan dari hati ikan hiu memiliki kekhasan yaitu kandungan squalennya yang tinggi, dapat mencapai 80-an persen. Karena itu tidaklah mengherankan bahwa ikan hiu menjadi salah satu jenis ikan yang sangat diburu untuk ditangkap, karena nilai ekonominya yang tinggi. Selain untuk mendapatkan siripnya yang mahal untuk diolah menjadi makanan dan obat, ikan hiu juga diburu untuk mendapatkan minyak hatinya yang banyak mengandung squalen.

Buku ini menguraikan tentang salah satu cara sederhana untuk mendapatkan squalen dari minyak hati ikan hiu. Dalam buku ini diuraikan cara dan tahapan proses isolasi untuk mendapatkan squalen murni dari minyak hati ikan hiu, mulai dari ekstraksi minyak hati ikan hiu, hidrolisis minyak, pemisahan squalen dan pemurnian squalen, serta identifikasi dan karakterisasi squalen dari minyak hati ikan hiu.

Walaupun isi utama dari buku ini membahas tentang metode isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu, tapi dalam buku ini juga dipaparkan metode isolasi squalen dari sumber bahan yang lain, yakni bahan nabati (tumbuhan). Hal ini penulis anggap perlu untuk diketengahkan juga dalam buku ini karena pada tahun-tahun terakhir ini penangkapan dan perdagangan ikan hiu secara masif sudah dibatasi dengan sangat ketat, bahkan spesies tertentu sudah dilarang untuk ditangkap dan dibunuh. Bahan nabati saat ini sudah makin dipertimbangkan untuk menjadi sumber alternatif potensial untuk mendapatkan squalen di masa depan.

Bagaimana buku ini ditulis?

Buku ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Drs. Silverius Yohanes, M.Si. (Alm.), dkk. (1998), yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Bioaktif Squalen dari Minyak Hati Ikan Hiu Nusa Tenggara Timur.” Bagian penting yang diambil dari hasil penelitian itu adalah metode isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu. Sedangkan bagian lain dari tulisan ini diperoleh dari studi kepustakaan yang dilakukan oleh penulis kedua sekaligus editor buku ini – Dr. Maximus M. Taek, M.Si., dari berbagai tuisan ilmiah hasil penelitian tentang ikan hiu, minyak ikan dan squalen yang banyak ditemukan dalam berbagai jurnal, prosiding, buku dan karya ilmiah lainnya berupa skripsi, tesis dan disertasi.

Untuk memudahkan pemahaman para pembaca yang berasal dari berbagai latar belakang ilmu dan kemampuan, penulis telah berusaha sedapat mungkin untuk menyederhanakan bahasa dan uraian-uraian yang sifatnya sangat ilmiah-akademis. Termasuk di dalamnya prosedur dan hasil-hasil penelitian laboratorium yang berhubungan dengan pengujian-pengujian untuk mengisolasi dan mengidentifikasi squalen. Data-data hasil penelitian laboratorium yang aslinya selalu dipenuhi tabel dan angka-angka, telah penulis sederhanakan sebisa mungkin dengan hanya menampilkan hasil interpretasi dan kesimpulan tentang makna atau arti dari data-data tersebut. Dengan cara itu diharapkan pembaca dapat lebih mudah memahami kandungan informasi ilmiah yang ada di dalam suatu penjelasan tanpa dipusingkan dengan detail mengenai data-data numerik tersebut.

Bab 2

Ikan Hiu;

Suatu Tinjauan Umum

Jenis-jenis ikan hiu

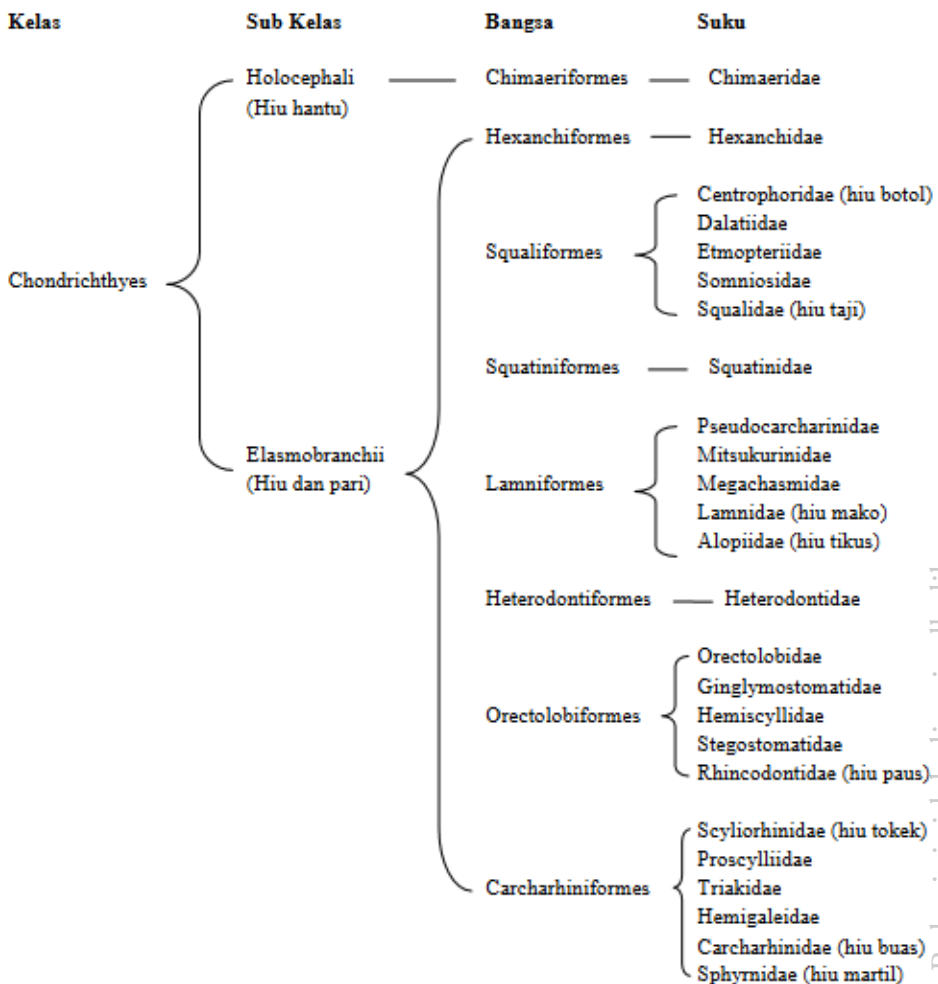
Hiu adalah fauna laut yang tersebar hampir di seluruh lautan di penjuru dunia. Ikan hiu adalah predator kelas atas di seluruh perairan laut, dengan menempati puncak rantai makanan. Ada banyak sekali jenis hiu di seluruh dunia. Terdapat kurang lebih 440 spesies hiu, mulai dari yang berukuran kecil hingga besar, yang hidup mulai dari tempat yang paling dalam di lautan hingga dekat dengan permukaan. Di Indonesia sendiri ada sekitar 117 spesies hiu yang tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia. Tetapi saat ini hampir semua hiu terancam keberadaannya karena harga jual ikan hiu yang begitu tinggi, dan permintaan pasar akan bagian-bagian hiu juga sangat tinggi untuk dijadikan menu-menu makanan yang mahal, dan juga digunakan untuk obat-obatan tradisional.

Secara taksonomi, ikan hiu dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Chondrichthyes
Subkelas	: Elasmobranchii
Ordo	: 1. Carcharhiniiformes 2. Heterodontiiformes 3. Hexanchiiformes

4. Lamniformes
5. Orectolobiformes
6. Squaliformes
7. Squatiniformes

Masing-masing ordo di atas beranggotakan paling kurang satu sampai beberapa suku (famili), sebagaimana dapat dilihat dalam bagan di bawah ini.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Persebaran ikan hiu di dunia

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis-jenis ikan hiu yang ditemukan di berbagai wilayah laut di seluruh dunia:

Hiu Putih Besar (*Carcharodon carcharias*). Hiu putih besar, juga dikenal sebagai great white shark adalah salah satu spesies hiu yang paling terkenal. Mereka memiliki tubuh yang besar dan panjang, dengan gigi tajam dan kuat. Hiu putih besar dapat ditemukan di perairan hangat dan dingin di seluruh dunia.

Hiu Martil (*Sphyrna spp.*) Hiu martil dikenal karena bentuk kepala yang unik, yang mirip dengan palu. Ada beberapa spesies hiu martil, termasuk hiu martil besar (great hammerhead shark) dan hiu martil ganda (scalloped hammerhead shark). Hiu martil umumnya ditemukan di perairan tropis dan subtropis di seluruh dunia.

Hiu Paus (*Rhincodon typus*). Hiu paus, atau whale shark, adalah hiu terbesar yang ada. Mereka memiliki tubuh yang besar dan ciri khas bintik-bintik putih yang unik. Hiu paus biasanya ditemukan di perairan hangat di berbagai wilayah, termasuk di perairan Samudra Hindia, Samudra Pasifik, dan Samudra Atlantik.

Hiu Martil Palang (*Carcharhinus limbatus*). Hiu martil palang, juga dikenal sebagai blacktip shark, adalah spesies hiu yang umum di perairan tropis dan subtropis di seluruh dunia. Mereka memiliki tubuh ramping dengan punggung berwarna keabu-abuan dan sirip punggung yang memiliki ujung hitam.

Hiu Macan (*Galeocerdo cuvier*). Hiu macan, atau tiger shark, adalah spesies hiu yang besar dan kuat dengan corak garis-garis yang mirip dengan motif macan. Mereka dapat ditemukan di perairan hangat di berbagai wilayah, termasuk Samudra Hindia, Samudra Pasifik, dan Samudra Atlantik.

Hiu Hektor (*Hepttranchias perlo*). Hiu hektor, juga dikenal sebagai sharpnose sevengill shark, adalah spesies hiu yang terdapat di perairan lautan dalam di berbagai wilayah dunia. Mereka

memiliki tujuh sirip belakang yang khas dan dapat hidup hingga kedalaman sekitar 700 meter.

Hiu Banteng (*Carcharhinus leucas*). Hiu banteng atau bull shark, adalah spesies hiu yang dapat hidup di air tawar dan air asin. Mereka ditemukan di berbagai sungai, danau, dan estuari di seluruh dunia. Hiu banteng memiliki tubuh yang robust dan gigi yang kuat.

Selain beberapa jenis hiu yang sudah disebutkan di atas, masih terdapat lebih banyak lagi spesies hiu yang memiliki karakteristik unik dan tersebar di berbagai perairan di dunia, sebagaimana dapat dilihat dalam Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Jenis-jenis hiu dan persebarannya

Nama ilmiah	Nama umum	Nama lokal	Persebaran
<i>Heptanchias perlo</i>	Sharpnose Sevengill Shark	Hiu areuy (Jawa Barat), hiu kucing (Bali), cucut kapukan (Jakarta)	Seluruh perairan tropis dan subtropis, kecuali di bagian timur Pasifik Utara.
<i>Hexanchus griseus</i>	Bluntnose Sixgill Shark	Cucut meong (Jawa), hiu tahu putih (Lombok)	Hampir di seluruh perairan tropis dan subtropis.
<i>Hexanchus nakamurai</i>	Bigeye Sixgill Shark	Hiu areuy (Jawa Barat), hiu minyak, meong, kejen pasir (Lombok)	Seluruh perairan tropis dan subtropis di Indo-Pasifik Barat dan Samudera Atlantik.
<i>Centrophorus atromarginatus</i>	Dwarf Gulper Shark	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji	Perairan Indo-Pasifik Barat, mulai dari Teluk

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

		(Lombok), hiu senget (Bali)	Aden hingga Papua Nugini.
<i>Centrophorus isodon</i>	Blackfin Gulper Shark	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), cucut botol (Jakarta)	Perairan Indo–Pasifik Barat, tapi sebarannya belum banyak diketahui.
<i>Centrophorus cf lusitanicus</i>	Largefin Gulper Shark	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), cucut botol (Jakarta)	Kemungkinan terbatas di perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Centrophorus moluccensis</i>	Smallfin Gulper Shark	Hiu botol danten (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali), cucut botol (Jakarta)	Tersebar luas di perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Centrophorus niaukang</i>	Taiwan Gulper Shark	Hiu botol karang (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali)	Tidak banyak diketahui, kemungkinan tersebar di perairan Atlantik dan Indo–Pasifik Barat.
<i>Centrophorus squamosus</i>	Leafscale Gulper Shark	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), cucut botol (Jakarta)	Barat laut Pasifik, Jepang, Filipina dan Indonesia. Juga tersebar luas di timur Atlantik, dan mungkin juga di Chile.

<i>Deania cf calcea</i>	Indonesian Birdbeak Dogfish	Hiu botol monyong (Jawa Barat)	Tersebar luas di perairan Indonesia.
<i>Dalatias licha</i>	Kitefin Shark	Hiu beurit (Jawa Barat)	Perairan Atlantik baik sub tropis maupun tropis, Samudera Hindia dan Pasifik.
<i>Isistius brasiliensis</i>	Cookiecutter Shark	-	Dijumpai di perairan Atlantik baik sub tropis maupun tropis, Samudera Hindia dan Pasifik.
<i>Zameus squamulosus</i>	Velvet Dogfish	Hiu beurit (Jawa Barat), cucut botol (Jakarta)	Dijumpai hampir di semua perairan laut kecuali Samudra Pasifik Timur.
<i>Cirrhigaleus barbifer</i>	Mandarin Dogfish	Hiu tinggam hitam (Sumatra), hiu taji (Lombok)	Jepang, Pulau Torres, Selandia Baru dan Australia bagian tenggara.
<i>Squalus sp. 1</i>	Indonesian Greeneye Spurdog	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali)	Belum diketahui, diduga tersebar di perairan kepulauan Indo-Malaya, perairan hangat subtropis dan tropis Australia.

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

<i>Squalus sp. 3</i>	Indonesian Shortnose Spurdog	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali), cucut botol (Jakarta)	Diduga endemik di perairan Indonesia.
<i>Squalus cf. sp. C</i>	Indonesian Highfin Spurdog	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali), cucut botol (Jakarta)	Dijumpai di bagian luar barat laut perairan Australia.
<i>Squalus sp. E</i>	Western Longnose Spurdog	Hiu botol (Jawa Barat), hiu taji (Lombok), hiu senget (Bali)	Dijumpai di bagian luar barat laut perairan Australia dan Filipina.
<i>Squatina sp. 1</i>	Indonesian Angelshark	Hiu kodok (Lombok)	Kemungkinan merupakan jenis endemik di Indonesia.
<i>Nebrius ferrugineus</i>	Tawny Nurse Shark	Hiu gedebong, hiu gedok (Lombok), hiu bisu (Jawa)	Dijumpai di Indo-Pasifik Barat.
<i>Chiloscyllium cf. arabicum</i>	Ridged Bambooshark	Hiu bongo hitam, cucut dolok hitam (Jawa)	Bagian selatan Indonesia dan di Kalimantan.
<i>Chiloscyllium indicum</i>	Slender Bambooshark	Hiu bongol, cucut dolok (Jawa)	Perairan Indo-Pasifik Barat dari Laut Arab sampai ke Kepulauan Solomon.

<i>Chiloscyllium plagiosum</i>	Whitespotted Bambooshark	Hiu bongo, cucut dolok (Jawa)	Tersebar luas di perairan Indo–Pasifik Barat, dari Madagaskar hingga Jepang dan Filipina.
<i>Chiloscyllium punctatum</i>	Brownbanded Bambooshark	Hiu batu, hiu bongo, hiu gedok (Lombok), cucut dolok (Jawa)	Tersebar luas di perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Orectolobus cf. ornatus</i>	Indo Wobbegong	Hiu kodok, hiu lempang (Lombok), hiu jenggot (Jawa)	Tidak banyak diketahui; kemungkinan dijumpai hanya di Filipina dan bagian selatan Indonesia.
<i>Rhincodon typus</i>	Whale Shark	Hiu paus	Tersebar luas di seluruh perairan tropis dan perairan hangat subtropis.
<i>Stegostoma fasciatum</i>	Zebra Shark	Hiu belimbing (Jawa), kluyu blimbingan (Lombok)	Dijumpai di perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic Thresher	Hiu monyet, hiu lancur (Bali), hiu tikus (Lombok), cucut pedang (Jakarta), tikusan (Cilacap)	Penyebaran sangat luas terdapat di perairan tropis dan sub tropis di Samudera Hindia dan Pasifik.

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye Thresher	Hiu monyet, hiu lancur (Bali), hiu tikus (Lombok), paitan (Cilacap)	Kemungkinan terdapat di seluruh perairan tropis dan subtropis yang bersuhu hangat.
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Shortfin Mako	Hiu tenggiri, hiu anjing, hiu mako, hiu kakap	Dijumpai di seluruh perairan tropis dan subtropis.
<i>Isurus paucus</i>	Longfin Mako	Hiu tenggiri, hiu mako bersirip panjang, hiu anjing	Tersebar di seluruh perairan tropis secara sporadis.
<i>Carcharias taurus</i>	Grey Nurse Shark	Hiu anjing	Tersebar luas di seluruh perairan tropis dan perairan hangat subtropis, kecuali di bagian timur lautan Pasifik.
<i>Odontaspis ferox</i>	Sandtiger Shark	Hiu anjing	Kemungkinan tersebar di daerah tropis dan perairan hangat subtropis namun masih kurang informasinya.
<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Crocodile Shark	Hiu tongar (Jawa Barat)	Tersebar luas di seluruh perairan tropis dan perairan hangat subtropis.

<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Silvertip Shark	Hiu plen (Bali), hiu sonteng (Lombok), cucut lanjaman, hiu lanyam (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat dan bagian timur Sentral Pasifik.
<i>Carcharhinus altimus</i>	Bignose Shark	Merak bulu (Lombok)	Umumnya di perairan daerah tropis dan subtropis yang bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus amblyrhynchoides</i>	Graceful Shark	Cucut lanjaman (Jawa)	Dijumpai di lautan Hindia dan perairan Sentral Pasifik Barat.
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	Grey Reef Shark	Hiu lonjor, merak bulu (Lombok), cucut lanjaman, hiu lanyam (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik.
<i>Carcharhinus amboinensis</i>	Pigeye Shark	Hiu buas (Jawa), merak bulu (Lombok)	Dijumpai di lautan Atlantik Utara bagian timur dan Indo–Pasifik Barat.
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Spinner Shark	Hiu plen (Bali), hiu lonjor, merak bulu (Lombok), cucut lanjaman (Jawa)	Tersebar di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat, kecuali bagian timur Pasifik.

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

<i>Carcharhinus dussumieri</i>	Whitecheek Shark	Cucut lanjaman (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky Shark	Mungsing (Bali), hiu lonjor (Lombok), cucut lanjaman, hiu lanyam (Jawa)	Tersebar di seluruh perairan tropis dan secara musiman di beberapa lokasi perairan subtropis bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus leucas</i>	Bull Shark	Hiu buas, cucut bekeman (Jawa)	Tersebar di laut tropis dan subtropis bersuhu hangat, juga ditemukan di sungai berair tawar dan payau
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Common Blacktip Shark	Hiu kejen, merak bulu (Lombok), cucut lanjaman, hiu lanyam (Jawa)	Tersebar di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic Whitetip Shark	Hiu koboy, cucut koboy (Jawa)	Tersebar di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus macroti</i>	Hardnose Shark	Hiu aron (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Carcharhinus melanopterus</i>	Blacktip Reef Shark	Hiu mada, kluyu karang (Lombok)	Dijumpai di daerah tropis lautan Hindia,

			Sentral Pasifik bagian barat dan timur Laut Mediterania.
<i>Carcharhinus obscurus</i>	Dusky Whaler	Merak bulu (Lombok), cucut lanjaman, hiu lanyam (Jawa)	Tersebar luas, tapi tidak merata di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Sandbar Shark	Hiu teteri (Lombok), cucut lanjaman (Jawa)	Tersebar luas, tapi tidak merata di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Carcharhinus sealei</i>	Blackspot Shark	Cucut lanjaman (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Carcharhinus sorrah</i>	Spot-tail Shark	Mungsing (Bali), merak bulu (Lombok), cucut lanjaman, lanyam (Jawa)	Dijumpai diseluruh perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiger Shark	Mungsing jara (Bali), hiu macan (Lombok), hiu omas (Jawa)	Tersebar di seluruh perairan tropis dan di beberapa lokasi pada perairan subtropis bersuhu hangat.
<i>Lamiopsis temmincki</i>	Broadfin Shark	Hiu bujit (Kalimantan)	Tersebar acak di perairan Indo–Pasifik Barat.

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

<i>Loxodon macrorhinus</i>	Sliteye Shark	Hiu kejen	Dijumpai di perairan Indo–Pasifik Barat.
<i>Negaprion acutidens</i>	Sicklefin Lemon Shark	-	Lautan Hindia dan Sentral Pasifik.
<i>Prionace glauca</i>	Blue Shark	Hiu aer (Bali), hiu karet (Lombok), hiu lalaek, cucut selendang (Jawa)	Seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Rhizoprionodon acutus</i>	Milk Shark	Hiu pilus, hiu plen, mungsing, hiu pisang	Perairan tropis di Atlantik bagian timur dan Indo–Barat Sentral Pasifik.
<i>Rhizoprionodon oliginx</i>	Grey Sharpnose Shark	Hiu pilus, hiu pisang	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Rhizoprionodon taylori</i>	Australian Sharpnose Shark	Hiu pilus	Dijumpai hanya di perairan Papua Nugini dan perairan tropis Australia.
<i>Scoliodon laticaudus</i>	Spadenose Shark	Mungsing, hiu kejen	Dijumpai di seluruh daerah tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Triaenodon obesus</i>	Whitetip Reef Shark	Hiu bokem, hiu karang (Bali), hiu coklat (Lombok), hiu karang buas (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan Indo–Pasifik.

<i>Chaenogaleus macrostoma</i>	Hooktooth Shark	Hiu pilus, hiu kacang (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Hemigaleus microstoma</i>	Sicklefin Weasel Shark	Hiu kacang, hiu pilus (Jawa)	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Hemipristis elongata</i>	Fossil Shark	Hiu monas	Dijumpai di seluruh perairan tropis Indo–Pasifik Barat.
<i>Paragaleus tengi</i>	Straight-tooth Weasel Shark	Hiu kacang, hiu pasir	Penyebarannya terbatas di perairan barat Pasifik, dari Jepang sampai ke Thailand.
<i>Pseudotriakis microdon</i>	False Catshark	Hiu tahu (Lombok)	Dijumpai di perairan Atlantik Selatan dan Pasifik bagian timur.
<i>Atelomycterus baliensis</i>	Bali Catshark	Hiu tokek (Bali)	Merupakan jenis endemik di perairan Bali.
<i>Atelomycterus marmoratus</i>	Coral Catshark	Cucut tokek, hiu tokek	Perairan Indo–Pasifik Barat dari Pakistan hingga Papua Nugini dan selatan Cina.
<i>Cephaloscyllium</i> sp. <i>E</i>	Speckled Swellshark	Hiu lepat (Lombok), hiu tokek (Jawa)	Berasal dari daerah Rowley Shoals, bagian barat laut Australia.

METODE ISOLASI SQUALEN
DARI MINYAK HATI IKAN HIU

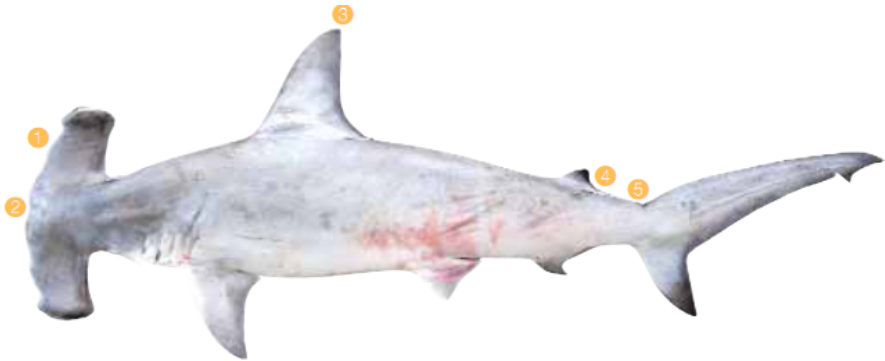
<i>Halaelurus cf buergeri</i>	Indonesian Spotted Catshark	Hiu tokek	Indonesia dan mungkin ada juga di perairan Filipina
<i>Eusphyra blochii</i>	Winghead Shark	Hiu caping (Jawa), hiu capil (Bali), hiu bingkoh (Lombok)	Dijumpai di seluruh perairan Indo-Pasifik Barat.
<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped Hammerhead	Hiu caping (Jawa), hiu capil (Bali), hiu bingkoh (Lombok)	Terdapat di seluruh perairan tropis dan subtropis yang bersuhu hangat.
<i>Sphyrna mokarran</i>	Great Hammerhead	Hiu caping (Jawa), hiu capil (Bali), hiu bingkoh (Lombok)	Terdapat di seluruh perairan tropis dan subtropis bersuhu hangat.
<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth Hammerhead	Hiu caping (Jawa), hiu capil (Bali), hiu bingkoh (Lombok)	Seluruh perairan subtropis, dan juga didapati di beberapa daerah perairan tropis.
<i>Hemitriakis sp. 1</i>	Indonesian Houndshark	Hiu kacang (Bali), hiu meong (Lombok), karil (Jawa Barat), cucut londer (Jawa)	Kemungkinan merupakan spesies endemik di Indonesia.
<i>Iago garricki</i>	Longnose Houndshark	Hiu karang, karil (Jawa Barat)	Terbatas di barat daya Samudera Pasifik (dari Filipina hingga utara Australia dan Vanuatu).

<i>Mustelus cf. manazo</i>	Sparse-spotted Smoothhound	Hiu kacang (Bali), hiu air (Lombok), cucut londer (Jawa)	Kemungkinan merupakan spesies endemik di Indonesia.
<i>Mustelus sp. 1</i>	Whitefin Smoothhound	Hiu kacang (Bali), hiu air (Lombok), cucut londer (Jawa)	Kemungkinan merupakan spesies endemik di Indonesia.
<i>Pristis microdon</i>	Freshwater Sawfish	Hiu gergaji	Ditemukan hampir di seluruh perairan laut tropis, termasuk di perairan sungai dan danau tropis dan subtropis bersuhu hangat. Sebarannya tidak merata karena di beberapa daerah telah mengalami kepunahan.
<i>Rhina ancylostoma</i>	Shark Ray	Hiu barong (Bali), kupu-kupu brangkas (Lombok), yunbun karang (Jawa)	Tersebar luas di perairan Indo-Pasifik Barat, dari Selatan Afrika sampai Papua Nugini, termasuk Australia.
<i>Rhinobatos sp. 1</i>	Jimbaran Shovelnose Ray	Paitpait (Bali)	Diduga merupakan jenis endemik di perairan Bali.

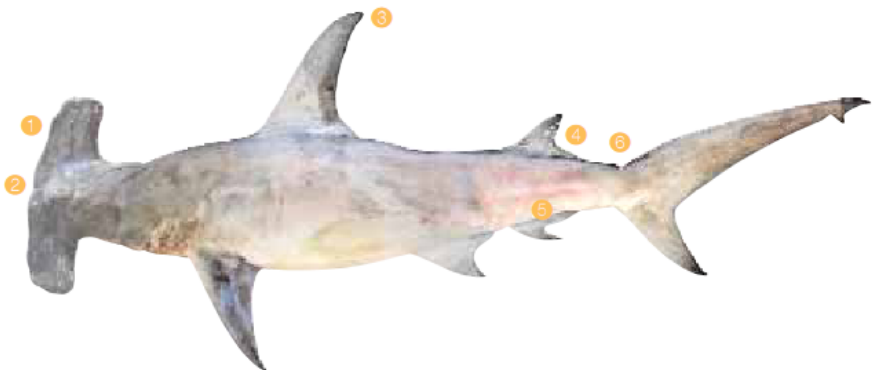
Ikan hiu di perairan Indonesia

Berikut adalah beberapa jenis ikan hiu yang sering ditemukan di perairan Indonesia. Gambar diambil dari buku “Economically important sharks and rays of Indonesia” (White et. al., 2006).

1. **Hiu Martil (*Sphyrna spp.*)** Hiu ini memiliki kepala berbentuk seperti martil yang khas. Beberapa spesies hiu martil yang ditemukan di perairan Indonesia antara lain hiu martil karang (*Sphyrna lewini*) dan hiu martil biru (*Sphyrna mokarran*). Mereka biasanya hidup di perairan tropis dan suka berenang di dekat terumbu karang.



Sphyrna lewini



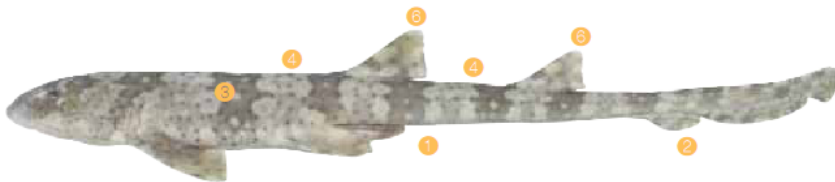
Sphyrna mokarran

2. **Hiu Paus (*Rhincodon typus*)**. Hiu paus adalah hiu terbesar di dunia dan dapat tumbuh hingga panjang sekitar 12-18 meter. Mereka memiliki tubuh yang besar dan mulut yang lebar, serta pola warna abu-abu gelap dengan bintik-bintik putih. Hiu paus adalah pemakan plankton. Jenis hiu ini dapat ditemukan di beberapa lokasi di Indonesia, termasuk di sekitar Kepulauan Komodo dan Teluk Cenderawasih.

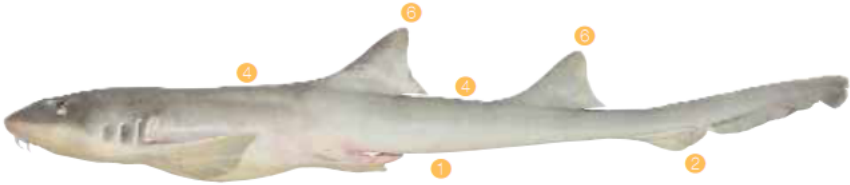


Rhincodon typus

3. **Hiu Karpas (*Chiloscyllium spp.*)** Hiu karpas termasuk dalam keluarga Bamboo Shark dan memiliki penampilan yang unik dengan corak berbintik-bintik pada tubuhnya. Beberapa spesies hiu karpas yang ditemukan di perairan Indonesia adalah hiu karpas bintik-bintik (*Chiloscyllium punctatum*) dan hiu karpas pasir (*Chiloscyllium plagiosum*). Hiu ini umumnya hidup di perairan dangkal dekat terumbu karang atau di dasar perairan berpasir.



Chiloscyllium plagiosum



Chiloscyllium punctatum

4. **Hiu Goblin (*Mitsukurina owstoni*)**. Hiu goblin adalah hiu langka yang memiliki penampilan yang tidak biasa. Mereka memiliki moncong yang panjang dan runcing dengan gigi-gigi yang tajam. Hiu goblin dapat ditemukan di perairan Indonesia, terutama di sekitar perairan Pulau Rote, Nusa Tenggara Timur.



Mitsukurina owstoni

5. **Hiu Macan (*Galeocerdo cuvier*)**. Hiu macan, juga dikenal sebagai hiu jeram, memiliki pola belang-belang khas di tubuhnya yang memberikan penampilan menarik. Hiu ini dapat ditemukan di perairan Indonesia, terutama di sekitar Kepulauan Raja Ampat dan Kepulauan Banda.



Galeocerdo cuvier

6. **Hiu Gergaji (*Pristis spp.*)** Hiu gergaji adalah jenis hiu yang memiliki moncong datar dan panjang yang mirip dengan gergaji. Beberapa spesies hiu gergaji yang ditemukan di perairan Indonesia antara lain hiu gergaji besar (*Pristis microdon*) dan hiu gergaji kecil (*Pristis clavata*). Mereka umumnya hidup di perairan pantai dan delta sungai.



Pristis microdon

Biologi ikan hiu

Ikan hiu dikenal sebagai ikan dengan kerangka tulang rawan yang sangat lengkap. Hal yang sangat spesial dari hiu adalah bahwa mereka bernafas dengan 5-7 lubang pernafasan, tergantung dari spesiesnya masing-masing. Makanan hiu sangat bervariasi. Mereka memakan ikan-ikan kecil maupun besar, atau hewan laut lainnya, bahkan ada juga hiu yang memakan plankton untuk bertahan hidup.

Cara reproduksi ikan hiu adalah dengan tipe ovovivipar, yaitu pembuahan hingga melahirkan terjadi di dalam tubuh. Hiu juga merupakan hewan yang memiliki tingkat reproduksi yang cukup lama dan tidak banyak, sehingga ikan ini termasuk jenis ikan yang rentan punah.

Konservasi ikan hiu

Ikan hiu sangat terancam karena adanya pemburuan liar yang dilakukan secara massal sehingga populasi hiu mulai berkurang di alamnya. Beberapa spesies ikan hiu saat ini sudah dikategorikan

punah. Menurut The International Union for Conservation of Nature (IUCN) dalam laporannya tentang Red List of Threatened Species (Daftar Merah Spesies-spesies yang Terancam) terdapat 58 spesies hiu dalam daftar merah, 6 spesies dalam daftar kritis hampir punah, dan 11 spesies terancam punah. Bahkan sekitar 100 juta ekor ikan hiu dilaporkan diburu dan dibunuh setiap tahun, dan lebih parahnya lagi, hiu yang ditangkap hanya diambil siripnya saja kemudian sisanya dibuang kembali ke laut dalam kondisi sekarat.

Ikan hiu yang merupakan salah satu spesies pengendali ekosistem di lautan, sekarang ini keberadaannya semakin terancam. Di Indonesia sendiri, dari sekitar 117 jenis spesies hiu, terdapat satu jenis yang sudah dilindungi penuh, yaitu hiu paus (*Rhyncodon typus*). Selain itu, ada tiga jenis hiu martil yakni *Sphyrna lewini*, *Sphyrna zygaena*, *Sphyrna mokarran*, dan satu jenis hiu koboy (*Carcharhinus longimanus*) sudah dinyatakan dalam perlindungan dan dilarang ekspor melalui Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen KP) No. 5 tahun 2018. Ada pula delapan jenis hiu yang masuk dalam daftar CITES (Konvensi Internasional Perdagangan Satwa Liar), yang artinya pemanfaatan untuk perdagangan luar negerinya diperbolehkan, namun dengan aturan ketat.

Dalam rangka pengelolaan ikan hiu yang berkelanjutan, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) telah menyusun Rencana Aksi Nasional (RAN) Konservasi Hiu dan Pari 2016-2020. KKP juga sedang menyusun rancangan perlindungan terbatas hiu, berupa larangan penangkapan hiu hamil, hiu anakan, dan hiu di kawasan konservasi. Perlindungan ini penting dilakukan mengingat perburuan ikan hiu semakin gencar seiring tingginya permintaan pasar akan sirip ikan hiu dan minyak ikan hiu (squalen), dan bagian tubuh lainnya dari hiu yang dianggap berkhasiat sebagai obat.

Kehadiran dan peranan ikan hiu di lautan sangat penting. Ikan hiu adalah salah satu predator puncak rantai makanan di lautan yang berperan penting menjaga keseimbangan ekosistem laut. Jika

ikan hiu tidak ada maka populasi ikan karnivora akan bertambah banyak, sehingga jumlah ikan-ikan kecil akan banyak dimakan oleh ikan karnivora. Akibatnya, populasi ikan-ikan kecil menurun, sehingga akibat lanjutannya antara lain dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang, karena ikan-ikan kecil yang seharusnya memakan alga yang ada di terumbu karang justru hilang dimakan oleh ikan karnivora.

Ancaman demi ancaman terhadap populasi hiu terus-menerus terjadi, padahal hiu berperan penting dalam pengendalian ekosistem di lautan. Karena itu perlu upaya keras dari pemerintah dan masyarakat untuk menjamin kelangsungan hidup dan populasi ikan hiu. Hal yang dapat diupayakan dengan melakukan kegiatan konservasi dan memberikan wawasan kepada masyarakat bahwa hiu adalah hewan yang dilindungi dan dilarang diperjualbelikan. Penangkapan hiu harus diatur dengan peraturan yang kuat dan dilakukan di bawah pengawasan yang ketat.

Bab 3

Minyak Hati Ikan Hiu

Minyak hati ikan hiu (*Shark liver oil*)

Ikan hiu memiliki rongga perut dengan ukuran yang relatif besar. Sekitar dua per tiga rongga perut hiu terisi dengan organ hati. Hati ikan hiu yang besar hampir semua mengandung minyak hati. Beberapa spesies ikan hiu seperti *Squalus acanthias*, *Somniosus microcephalus* dan *Cetorhinus maximus*, mengandung 65-75% minyak di dalam hatinya. Kandungan minyak dalam organ hati salah satu spesies ikan hiu botol bahkan dapat mencapai 85% berat. Hasil penelitian atas beberapa spesies ikan hiu yang ditangkap di wilayah perairan Tasmania yakni *Centroscymnus coelolepis*, *C. crepidater*, *C. owstoni*, *Deania calcea*, *Etmopterus baxteri*, *Etmopterus* sp. Nov., *Dalatias licha* dan *Centrophorus squamosus*, menunjukkan bahwa ikan-ikan hiu tersebut memiliki hati dengan berat antara 17-26% berat tubuhnya, dan kandungan minyak hati sebesar 31-87% berat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi komposisi dan jumlah minyak pada ikan hiu (dan ikan pada umumnya) adalah spesies, makanan, siklus perteluran dan kebiasaan makan, serta temperatur air laut. Pada beberapa jenis ikan, tempat penumpukan minyak yang utama adalah pada organ hati, sedangkan pada jenis ikan lainnya, tempat penumpukannya adalah pada seluruh tubuh ikan.

Minyak yang terdapat dalam organ hati ikan hiu berfungsi sebagai alat apung (*buoyansi*) hiu dalam berenang, karena hiu tidak mempunyai gelembung renang seperti ikan-ikan lainnya. Selain itu, minyak di dalam hati ikan hiu juga berfungsi sebagai cadangan energi untuk bertahan hidup di perairan dalam.

Minyak hati ikan hiu (*shark liver oil*) yang dihasilkan oleh para nelayan di pantai perairan Indonesia selama ini diperoleh dengan cara yang sangat sederhana, cukup dengan merebus hati ikan hiu di dalam wajan atau drum yang terbuka bagian atasnya tanpa pengendalian suhu. Setelah semua minyak keluar, lalu minyak tersebut dipisahkan dari air dan ditampung dalam wadah tertutup. Di beberapa daerah, para nelayan memperoleh minyak hati ikan hiu dengan cara mengiris tipis-tipis atau mencincang daging hati ikan hiu lalu menjemurnya di bawah terik matahari dalam wadah aluminium atau seng sampai minyaknya keluar.

Cara lain untuk mengekstraksi (mengeluarkan) minyak dari daging hati ikan hiu dapat dilakukan dengan cara silase asam. Tujuan ekstraksi ini adalah untuk menarik-keluar minyak dari organ hati ikan hiu sambil melakukan pengawetan dengan mencegah degradasi mikrobiologis melalui cara penambahan asam. Suasana asam (pH rendah) akan mengaktifkan proses pemecahan protein menjadi fragmen-fragmen peptida yang lebih sederhana. Selanjutnya, enzim proteolitik yang terdapat secara alamiah pada bahan akan memecah peptida-peptida yang belum terhidrolisis sempurna oleh asam. Dengan cara ini akan dihasilkan minyak hati ikan hiu yang lebih banyak jumlahnya, dan lebih tahan simpan karena tidak mudah tengik atau rusak.

Kandungan kimia minyak hati ikan hiu

Hasil dari berbagai penelitian mengungkapkan bahwa minyak hati ikan hiu antara lain mengandung senyawa-senyawa squalen, squalamin, pristan, vitamin A, vitamin D, asam-asam lemak omega-3 (Eicosapentaenoic acid/EPA dan Docasahexaenoic acid/DHA), trigliserida, dan senyawa-senyawa eter alkilgliserol, misalnya 1-O-(2-hidroksialkil) gliserol, 1-O-(2-metoksiheksadesil)-gliserol, 1-O-(2-metoksi-4-heksadesenil)-gliserol, dan 1-O-(2-methoxy-4-octadecenyl)-gliserol. Minyak hati ikan hiu umumnya

mengandung bahan-bahan yang tak-tersabunkan dalam persentase yang lebih besar daripada bahan tersabunkan. Salah satu bahan tak-tersabunkan dari minyak hati ikan hiu adalah squalen.

Minyak yang dihasilkan dari hati ikan hiu memiliki kekhasan, yaitu kandungan squalennya yang tinggi. Karena itu sampai saat ini ikan hiu merupakan sumber penghasil squalen terbesar untuk berbagai keperluan industri suplemen makanan, obat dan kosmetika di seluruh dunia. Kandungan squalen dalam minyak hati ikan-ikan hiu tersebut dapat mencapai 79% berat (Tabel 3.1). Hasil penelitian lain yang dikutip dari buku *Cosmetic Products Raw Materials Standard Edisi Kedua* mendapatkan kadar squalen dalam hati beberapa jenis ikan hiu bahkan mencapai 85% berat (Tabel 3.2).

Tabel 3.1. Kandungan minyak hati dan squalen pada beberapa spesies ikan hiu dari perairan Tasmania

Spesies hiu	Minyak dalam hati (%)	Squalen dalam hati (%)	Squalen dalam minyak hati (%)
<i>Centrophorus squamosus</i>	86	1	1
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	74-83	33-48	39-65
<i>C. crepidater</i>	62-82	37-46	45-75
<i>C. owstoni</i>	68-81	39-50	48-73
<i>Dalatias licha</i>	49	36	74
<i>Deania calcea</i>	81-87	45-69	53-79
<i>Etmopterus baxteri</i>	47-83	15-53	32-64
<i>Etmopterus</i> sp. Nov.	31	20	63

Tabel 3.2. Kadar squalen dalam hati beberapa jenis ikan hiu

Spesies hiu	Kandungan squalen dalam hati (%)
<i>Centrophorus atromarginatus</i> (Asia)	80-85
<i>Centrophorus atromarginatus</i> (Eropa)	58,3

<i>Centroscymnus ownstoni</i> (Asia)	39,2
<i>Centroscymnus owstoni</i>	24,3
<i>Cetrorhinus maximus</i>	26,0
<i>Dalatias nebulosa</i>	29,2
<i>Squantina nebulosa</i>	7,0
Biwato shark	19,5
Kiku shark	53,5
Kinbe shark	30,3
Komami shark	35,6
Kuroko shark	13,5
Morimiya shark	79,4
Torimizu crocodile	65,9
Water crocodile	71,8

Karakteristik fisiko-kimia minyak hati ikan hiu

Sebagai suatu bahan alam, minyak hati ikan hiu memiliki sifat-sifat fisika dan kimia tertentu dan khas. Sifat fisika dan kimia yang khas ini yang membedakannya dari jenis minyak yang lain.

Sifat atau karakteristik organoleptik warna, bau dan rasa dari minyak hati ikan hiu adalah seperti dideskripsikan di bawah ini (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Karakteristik organoleptik minyak hati ikan hiu

Parameter	Sifat
Warna	Kuning pucat sampai kuning atau kecoklatan
Bau	Ciri khas aroma ikan, amis, tapi tidak tengik
Rasa	Hambar, atau khas rasa ikan

Minyak hati ikan hiu bersifat non polar. Minyak ini memiliki kelarutan ang baik dalam pelarut eter, kloroform, dan petroleum eter, sedikit larut dalam etanol, tapi tidak larut dalam air,

Minyak hati ikan hiu yang berkualitas harus memenuhi standar kualitas sebagaimana tercantum dalam Tabel 3.4 di bawah ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.4 Standar kualitas minyak hati ikan hiu

Parameter	Nilai
Berat jenis	0,912 - 0,916
Indeks bias	1,459 – 1,477 pada 40 °C
Angka asam	Tidak lebih dari 2
Angka iod	Tidak kurang dari 90
Bilangan penyabunan	175 - 200
Kadar air	Kurang dari 1%
Kadar pengotor	Kurang dari 1%

Penggunaan minyak hati ikan hiu sebagai obat

Minyak hati ikan hiu sejak lama telah dipromosikan sebagai suplemen makanan yang digunakan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh, melawan infeksi, menyembuhkan luka, dan untuk mengobati kanker dan mengurangi efek samping terapi kanker konvensional. Senyawa-senyawa alkilgliserol, salah satu kelompok senyawa bahan alam yang ditemukan dalam minyak hati ikan hiu, diduga berperan untuk itu dengan beberapa cara. Diyakini bahwa senyawa-senyawa alkilgliserol melawan kanker dengan membunuh sel tumor secara tidak langsung. Para ahli yang percaya dengan hal ini mengklaim bahwa senyawa-senyawa alkilgliserol mengaktifkan sistem kekebalan dengan dua cara: dengan merangsang sel sistem kekebalan yang disebut makrofag, yang memakan kuman yang menyerang dan sel yang rusak; dan dengan menghambat protein kinase C, yang merupakan pengatur utama pertumbuhan sel. Para ahli juga mengklaim bahwa senyawa-senyawa alkilgliserol juga berperan dalam mengurangi efek samping kemoterapi dan pengobatan radiasi karena kemampuannya untuk melindungi membran sel.

Karena efeknya yang meningkatkan kekebalan tubuh, senyawa-senyawa alkilgliserol juga diklaim dapat membantu melawan pilek, flu, infeksi kronis, asma, psoriasis, arthritis, dan

AIDS. Karena makrofag juga penting dalam penyembuhan luka, maka senyawa-senyawa alkilgliserol juga dikatakan memiliki efek penyembuhan terhadap luka.

Senyawa lain dalam minyak hati ikan hiu, seperti squalamin dan squalen, juga diyakini memiliki efek anti kanker. Karena itu, para ahli juga sedang mempelajari kemungkinan penggunaan minyak hati ikan hiu atau isolat squalen-nya untuk melawan degenerasi makula, yakni suatu kondisi mata yang menyebabkan hilangnya penglihatan.

Minyak hati ikan hiu juga kaya akan asam lemak omega-3 dan vitamin A yang digunakan dalam pengobatan xerophthalmia (kekeringan abnormal pada permukaan konjungtiva). Minyak hati ikan hiu juga telah digunakan secara luas dalam industri kosmetik untuk pembuatan krim, lotion pelembab kulit, lipstick dan produk-produk kosmetik lainnya.

Minyak hati ikan hiu diketahui efektif untuk menyembuhkan penyakit ataksia dan ataksia yang berhubungan dengan defisiensi vitamin A, C, D dan E. Selain itu, minyak hati ikan hiu juga diduga efektif untuk membantu meringankan gejala atau menyembuhkan beberapa penyakit dan kondisi berikut, meskipun masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikannya: Makulopati dan degenerasi makula terkait usia, penyakit Alzheimer, demensia vaskular, anemia, radang sendi, kanker, thalassemia, kelelahan yang berhubungan dengan kanker, efek samping kemoterapi kanker, anoreksia terkait kanker, neurotoksisitas akibat cisplatin, penyakit dan kelainan jaringan ikat, dismenore (nyeri haid), pre-eklampsia dan eklampsia, penyakit Huntington, dyspraxia (berbagai macam gangguan perkembangan), granuloma annulare (penyakit kulit kronis), infertilitas (ketidaksuburan), perdarahan intrakranial (pendarahan otak), leukemia, melanoma dan melanoma ganas, penyakit Parkinson, sindrom pra-menstruasi, kulit terbakar sinar matahari, fibrosis akibat radiasi, kanker kulit, dan fibroplasia retrolental.

Bab 4

Squalen dan Senyawa yang Berhubungan

Squalene adalah senyawa yang tergolong dalam kelompok triterpen linier. Senyawa squalen ini disintesis dalam tubuh tumbuhan, hewan, bakteri, dan jamur, yang berguna sebagai prekursor untuk sintesis metabolit sekunder berikutnya seperti sterol, hormon, atau vitamin. Squalen adalah sumber karbon dalam fermentasi aerobik dan anaerobik oleh mikroorganisme.

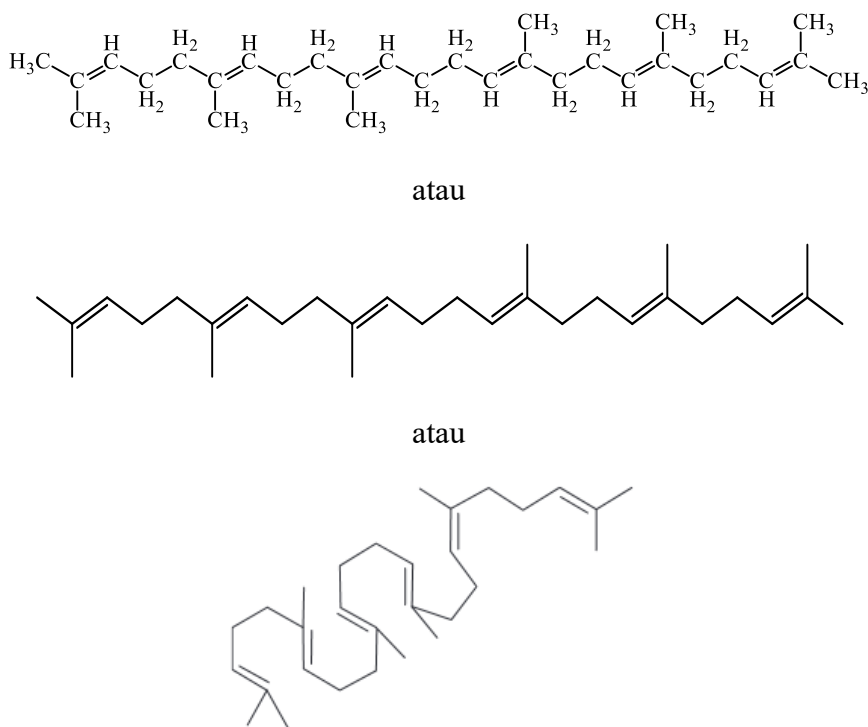
Squalen ditemukan pertama kali oleh Tsujimoto Mitsumaru pada tahun 1916, seorang peneliti Jepang, yang mendeskripsikan senyawa tersebut sebagai molekul yang sangat tidak jenuh. Ia memberikan nama “Squalen” pada senyawa tersebut sesuai dengan genus ikan hiu *Squalus* spp., yang darinya senyawa ini diisolasi pertama kali. Squalen dianggap penting keberadaannya dalam minyak hewan-hewan laut untuk kelangsungan hidup hewan yang hidup di laut dalam, di mana pasokan oksigen buruk dan tekanan sangat tinggi.

Struktur molekul dan sifat fisiko-kimia squalen

Squalen memiliki struktur kimia yang terdiri atas rantai hidrokarbon panjang dengan struktur poliatomik siklik. Secara kimiawi, squalen merupakan anggota kelompok senyawa triterpen dan memiliki rumus molekul $C_{30}H_{50}$. Struktur squalen terdiri atas rantai hidrokarbon dengan delapan ikatan rangkap tak jenuh,

sehingga squalen termasuk ke dalam kelompok senyawa alisiklik poliensiklik.

Nama kimia dari squalen yang diberikan oleh IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) adalah (6E,10E,14E,18E,22E)-2,6,10,15,19-pentamethyltetracos-2,6,10,14,18,22-hexaene. Struktur molekul squalen dapat digambarkan dengan beberapa cara seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Beberapa gambar struktur molekul squalen

Beberapa sifat fisiko-kimia dari senyawa squalen ini dapat dilihat pada rangkuman yang disajikan dalam Tabel 4.1. Squalen merupakan senyawa yang penting dan sering digunakan dalam industri kosmetik, farmasi, dan pangan. Sifat-sifat fisiko-kimia

yang dimilikinya mempengaruhi kegunaan dan aplikasi dari squalen dalam berbagai produk dan formulasi.

Tabel 4.1 Sifat fisiko-kimia squalen

Parameter	Nilai atau deskripsi sifat
Rumus molekul	$C_{30}H_{50}$
Massa molekul relatif	410,730 g/mol
Bentuk fisik	Squalen berbentuk cairan minyak tak berwarna atau berwarna kuning pucat dengan tekstur yang halus
Titik lebur	-70°C hingga -60°C
Titik didih	285°C hingga 290°C
Berat jenis	0,858 g/mL
Indeks bias	1,4956 pada 20 °C
Viskositas	12 cP pada 20 °C
Kelarutan	Squalen tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik nonpolar seperti eter, kloroform, dan minyak. Squalen memiliki kelarutan yang sangat rendah dalam air karena sifat hidrofobiknya. Squalen larut dengan baik dalam lemak dan minyak, membuatnya mudah terdispersi dalam formulasi kosmetik dan farmasi berbasis minyak.
Kestabilan termal	Squalen relatif stabil secara termal dan memiliki titik nyala yang tinggi.
Kestabilan oksidasi	Squalen rentan terhadap oksidasi oleh udara dan panas. Untuk mempertahankan stabilitasnya, squalen seringkali diproses menjadi bentuk yang lebih stabil, seperti squalan, dengan menghilangkan ikatan rangkap dalam strukturnya.
Sifat antioksidan	Squalen memiliki sifat antioksidan dan dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas.

Sifat emolien	Squalen digunakan dalam kosmetik dan perawatan kulit karena memiliki sifat emolien yang dapat melembapkan dan melembutkan kulit.
Bioavailabilitas	Squalen dapat dengan mudah diserap oleh tubuh manusia melalui konsumsi makanan yang mengandung squalen atau melalui aplikasi topikal.

Sumber dan keterdapatn squalen di alam

Squalen dapat ditemukan di alam dalam berbagai sumber, baik sumber endogen (dari dalam tubuh manusia sendiri) maupun sumber eksogen, yakni dari hewan, mikroorganisme dan jamur.

Dalam tubuh manusia, squalen terdapat di banyak organ dan jaringan. Seperti yang diharapkan, hati adalah pemain utama dalam biosintesisnya dan organ ini mewakili cara utama squalen memasuki sirkulasi sistemik. Penelitian pada hewan menunjukkan bahwa gangguan pada biosintesis kolesterol di hati dapat mempengaruhi konsentrasi squalen baik pada tingkat lokal (dalam hepatosit) dan tingkat sistemik.

Squalen terdapat dalam plasma yang tertanam dalam lipoprotein: konsentrasinya sangat tinggi pada lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL), namun konsentrasi squalen yang signifikan juga ditemukan pada lipoprotein densitas rendah (LDL) dan lipoprotein densitas tinggi (HDL), dan jumlahnya tampaknya sangat besar dan berkorelasi langsung dengan kelimpahan trigliserida dalam komponen ini.

Karena sifat hidrofobiknya, squalen dapat ditemukan pada konsentrasi 275 $\mu\text{g/g}$ pada adiposit. Squalen menyumbang sekitar 12% dari lipid permukaan kulit manusia, mungkin karena jika dibandingkan dengan mamalia lain, kulit manusia tidak begitu berbulu, dan oleh karena itu diperlukan lebih banyak strategi untuk melawan aksi foto-oksidatif sinar UV. Selain itu, beberapa

penelitian telah menunjukkan konsentrasi squalen yang tinggi (sekitar 475 $\mu\text{g/g}$) dalam jaringan epitel, menunjukkan kemungkinan sintesis lokal senyawa ini, di mana kelenjar *sebaceous* kemungkinan besar merupakan sumber squalen.

Penelitian-penelitian terbaru juga telah menyoroti sumber squalen alami atau sintesis eksogen. Memang sampai saat ini, sumber eksogen utama squalen adalah minyak hati ikan hiu. Hampir semua produk suplemen, farmasi dan kosmetik di seluruh dunia masih mengandalkan minyak hati ikan hiu sebagai bahan bakunya. Walaupun demikian, akhir-akhir ini saat industri farmasi dan kosmetik mulai diatur secara ketat oleh undang-undang yang melindungi spesies ikan hiu, maka orang mulai mencari sumber yang lain untuk mendapatkan squalen. Karena itu squalen harus diisolasi dari sumber alami atau sintesis lainnya.

Dalam skenario ini, tumbuhan yang merupakan prekursor fitosterol dan metabolit sekunder lainnya, berperan sebagai sumber squalen alami alternatif. Squalen sangat terkonsentrasi pada beberapa minyak tumbuhan yang tidak dapat disabunkan. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kadar squalen pada tanaman berkorelasi erat dengan sumber tanaman, lokasi dan periode pertumbuhan tanaman, serta metode ekstraksi yang digunakan untuk memisahkan squalen dari metabolit lain. Mempertimbangkan semua faktor ini, mungkin diperlukan penggunaan bahan mentah dalam jumlah yang relatif besar untuk mengekstraksi squalen dari sumber nabati dibandingkan sumber hewani. Untuk alasan ini beberapa metode telah diterapkan untuk mencapai konsentrasi squalen yang lebih tinggi dalam ekstrak tumbuhan. Selain cara ekstraksi mekanis dan kimia tradisional dengan menggunakan etanol, pendekatan baru telah dikembangkan dengan hasil yang cukup sukses, seperti ekstraksi CO_2 superkritis.

Tumbuhan sumber squalen yang paling relevan adalah minyak yang diekstrak dari biji bayam, zaitun, beras, bibit gandum, kulit dan biji anggur, kacang tanah dan kedelai, kulit jeruk, buah ceri,

mangga, stroberi, dan delima. Meskipun squalen nabati tidak dapat bersaing dengan hasil produksi squalen dari minyak ikan hiu, ada hasil penelitian yang dirilis pada tahun 2015 menunjukkan mulai terjadi peralihan yang makin luas ke sumber squalen non-hewani. Studi tersebut mengungkapkan bahwa sekitar 80% dari semua squalen yang digunakan di Amerika Serikat dan Eropa berasal dari buah zaitun dan 10-20% lainnya berasal dari tebu. Kedua wilayah tersebut memang masih juga menggunakan squalen hiu, namun hanya dalam jumlah yang relatif kecil. Laporan penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa Asia merupakan pengecualian dalam tren ini, karena masih menggunakan lebih dari 50% minyak hati ikan hiu pada saat penelitian dilakukan.

Keterdapatn squalen dalam sumber alami ini dapat bervariasi tergantung pada faktor seperti jenis, varietas, kondisi tumbuh, dan metode ekstraksi yang digunakan. Squalen yang digunakan dalam produk komersial biasanya berasal dari sumber-sumber tertentu yang telah diketahui jelas dan diolah secara khusus untuk memastikan keaslian dan kualitasnya.

Biosintesis squalen

Biosintesis squalen adalah proses produksi squalen dalam tubuh organisme hidup, terutama tumbuhan dan mikroorganisme. Proses ini melibatkan serangkaian reaksi kimia yang terjadi dalam jalur biosintesis yang terkait dengan lipid, yang dikenal sebagai jalur mevalonat. Secara ringkas, biosintesis squalen dimulai dengan pengaktifan asam asetat oleh koenzim A menjadi asetil-koenzim A (asetil-KoA). Dua molekul asetil Ko-A kemudian berkondensasi membentuk asam mevalonat. Asam mevalonat akan menjalani beberapa reaksi pengaktifan enzimatik, selanjutnya mengalami dekarboksilasi dan menghasilkan isoprenoid IPP (isopentenil pirofosfat) dan DMAPP (dimetilalilpirofosfat). IPP dan DMAPP akan bereaksi untuk menghasilkan geranilpirofosfat (GPP) dan

selanjutnya menjadi farnesilpirofosfat (FPP). FPP akan menjalani serangkaian reaksi enzimatik lanjutan untuk membentuk squalen.

Berikut adalah langkah-langkah utama dalam biosintesis squalen.

1. Pembentukan asam mevalonat

Proses biosintesis squalen dimulai dengan pembentukan asam mevalonat melalui jalur mevalonat. Asam mevalonat adalah senyawa prekursor yang dihasilkan melalui serangkaian reaksi enzimatik dari asetil-KoA (Gambar 4.2).

2. Pembentukan isopentenil pirofosfat (IPP)

Asam mevalonat kemudian mengalami serangkaian langkah reaksi, termasuk fosforilasi dan dekarboksilasi, dan menghasilkan senyawa isoprenoid IPP (Gambar 4.3). IPP dapat berisomerasi menjadi bentuk isoprenoid yang lain yaitu dimetilalil pirofosfat (DMAPP).

3. Pembentukan farnesil-pirofosfat (FPP)

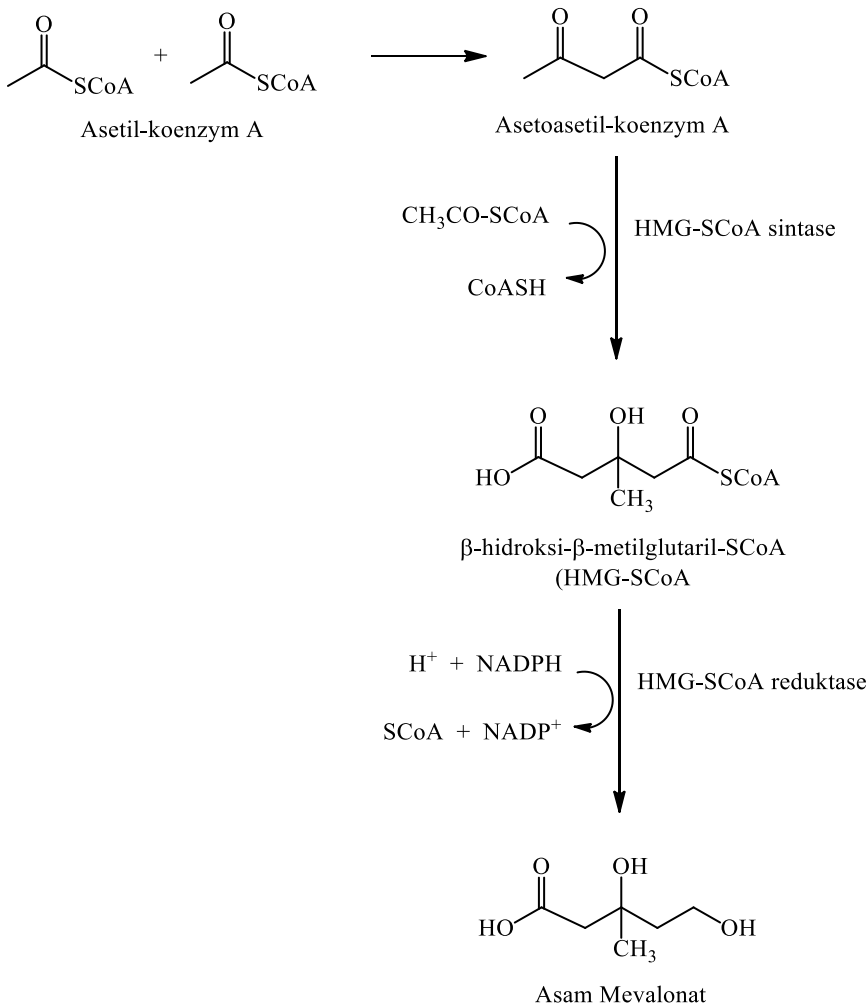
Molekul isoprenoid IPP dan DMAPP selanjutnya mengalami serangkaian langkah reaksi enzimatik dan menghasilkan farnesil-pirofosfat (FPP) (Gambar 4.4). FPP merupakan senyawa prekursor penting dalam biosintesis squalen dan berbagai senyawa triterpen.

4. Pembentukan Squalen

FPP berpartisipasi dalam serangkaian reaksi kondensasi yang melibatkan beberapa enzim, termasuk squalen synthase, untuk menghasilkan squalen. Reaksi ini melibatkan kombinasi unit-unit isoprenoid untuk membentuk struktur squalen yang panjang (Gambar 4,5).

Biosintesis squalen umumnya terjadi dalam organel sel yang disebut sitoplasma atau retikulum endoplasma. Organisme yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan squalen melalui

biosintesis ini termasuk tumbuhan, alga, dan beberapa mikroorganisme seperti bakteri dan ragi.



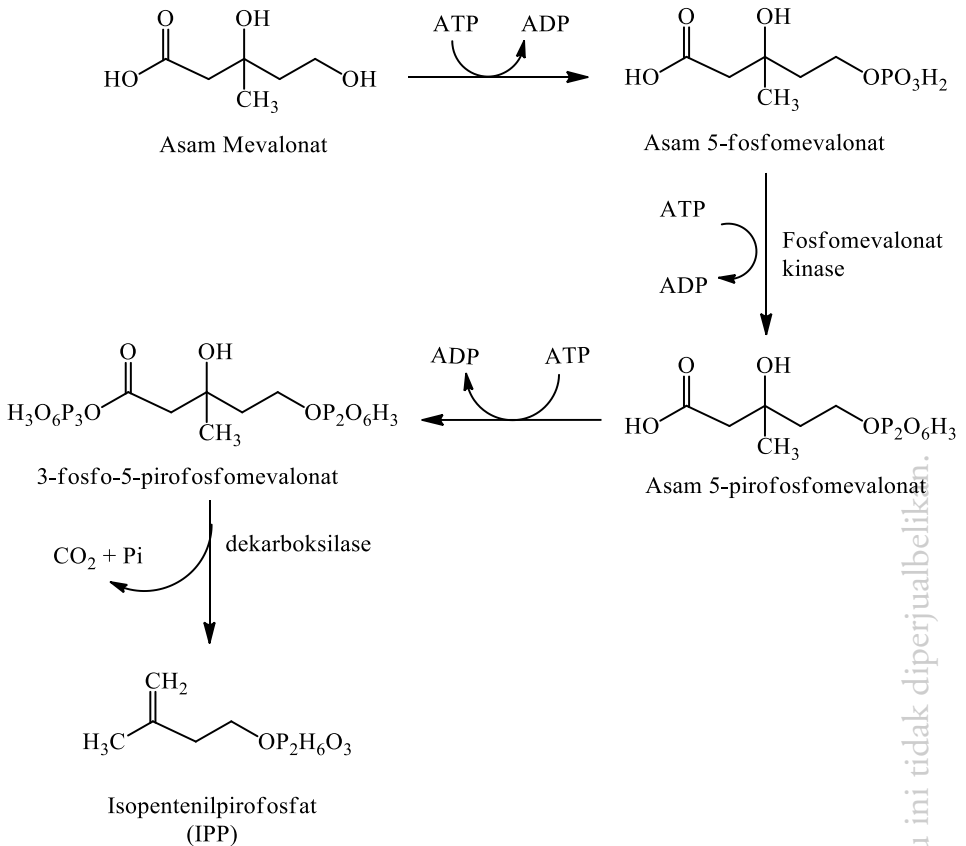
Gambar 4.2 Tahap reaksi pembentukan asam mevalonat dari asam asetat (asetil-koenzym A)

Nilai penting biosintesis squalen terletak pada perannya sebagai senyawa prekursor dalam jalur biosintesis sterol yang lebih kompleks. Squalen menjadi langkah awal dalam sintesis berbagai

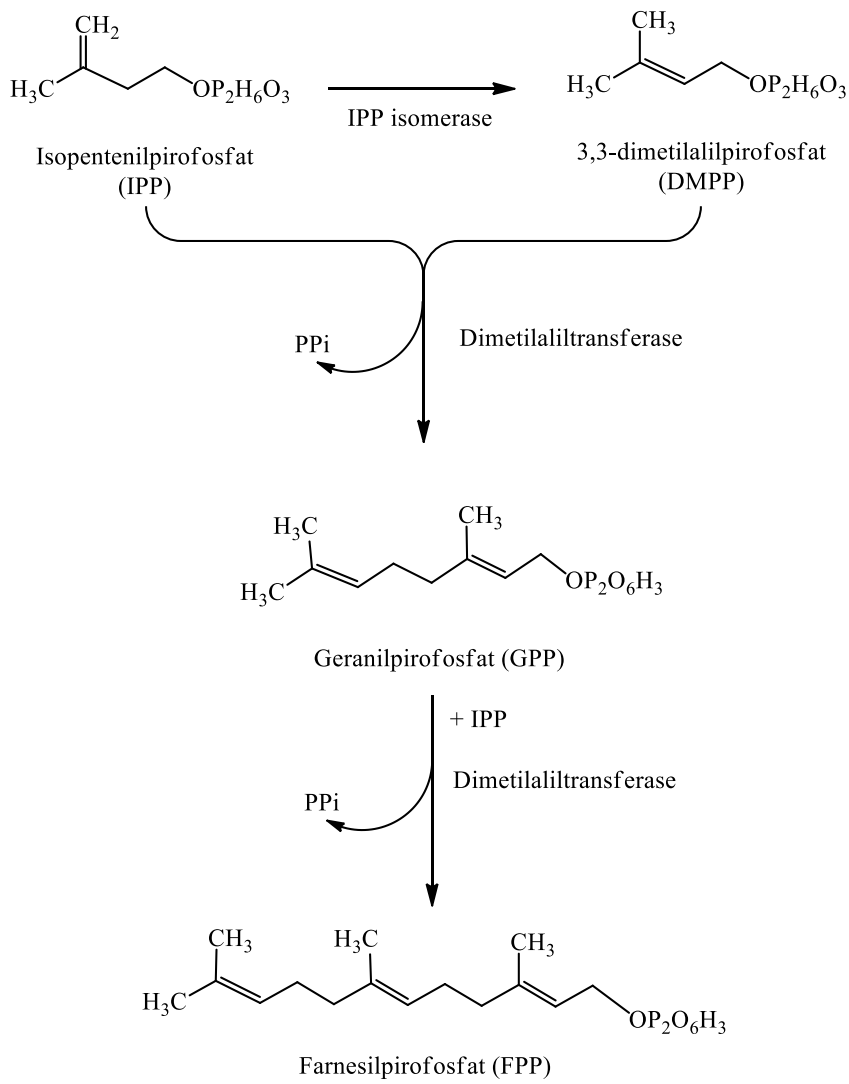
Buku ini tidak diperjualbelikan.

jenis sterol, termasuk kolesterol pada manusia dan hewan, dan berbagai fitosterol pada tumbuhan. Senyawa-senyawa sterol ini penting dalam berbagai fungsi biologis organisme hidup, termasuk untuk pembentukan membran sel dan produksi berbagai hormon.

Pemahaman tentang biosintesis squalen juga memberikan wawasan penting dalam produksi squalen yang dilakukan secara komersial, baik melalui cara ekstraksi dari sumber alami (tumbuhan dan hewan), maupun melalui teknik bioteknologi untuk menghasilkan squalen secara sintesis.



Gambar 4.3 Tahap reaksi fosforilasi dan dekarboksilasi asam mevalonat untuk membentuk IPP

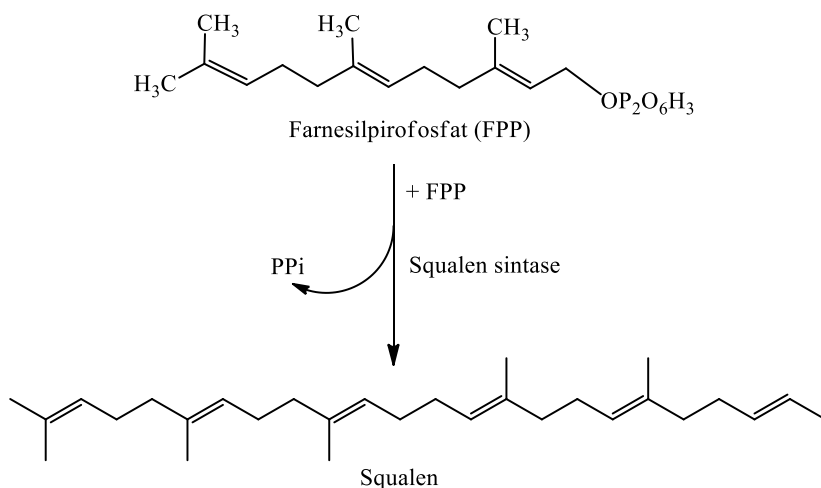


Gambar 4.4 Tahap reaksi pembentukan farnesil pirofosfat (FPP) dari isopentenil pirofosfat (IPP)

Proses biosintesis squalen seperti dipaparkan di atas terjadi sama pada semua jenis organisme hidup. Walaupun demikian, jumlah squalen yang dihasilkan berbeda-beda antar-spesies, yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dipengaruhi antara lain oleh kebutuhan masing-masing spesies tersebut menyangkut fungsi squalen dalam tubuh mereka.



Gambar 4.5 Tahap reaksi pembentukan squalen dari farnesil pirofosfat (FPP)

Manfaat squalen

Squalen merupakan senyawa bahan alam yang menjadi prekursor dalam pembentukan (biosintesis) berbagai hormon pada hewan dan sterol pada tumbuhan. Squalen dianggap sebagai molekul kimia dengan potensi farmakologis, kosmetik, dan nutrisi yang tinggi. Berbagai penelitian ilmiah telah menunjukkan bahwa squalen dapat mengurangi kerusakan kulit akibat radiasi sinar UV, menurunkan kadar LDL (kolesterol jahat) dan kolesterol dalam darah, mencegah penyakit kardiovaskular, memiliki efek antitumor dan antikanker terhadap kanker ovarium, kanker payudara, kanker paru-paru, dan kanker usus besar (kanker kolon).

Squalen memiliki berbagai manfaat dan aplikasi yang luas. Berikut ini adalah beberapa manfaat squalen dan aplikasinya yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

1. Kesehatan kulit. Squalen dapat memberikan manfaat bagi kesehatan kulit. Hal ini disebabkan karena squalen memiliki sifat emolien yang dapat membantu melembabkan dan melembutkan kulit, menjaga kelembaban alami, dan mengurangi kekeringan serta iritasi kulit. Squalen juga dapat membantu memperbaiki kerusakan kulit akibat paparan sinar UV dan mengurangi tanda-tanda penuaan seperti garis halus dan kerutan pada wajah.
2. Antioksidan. Squalen memiliki sifat antioksidan yang kuat. Ini membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas, yang dapat menyebabkan penuaan dini dan berbagai penyakit degeneratif.
3. Antiinflamasi. Squalen juga memiliki sifat antiinflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan dalam tubuh. Ini dapat bermanfaat dalam mengurangi gejala inflamasi pada kondisi seperti arthritis dan penyakit inflamasi usus.
4. Mendukung kesehatan jantung. Konsumsi squalen dalam makanan atau suplemen dapat membantu mendukung kesehatan jantung. Squalen telah dikaitkan dengan penurunan kadar kolesterol LDL (kolesterol jahat) dan peningkatan kadar kolesterol HDL (kolesterol baik), yang dapat membantu menjaga kesehatan jantung.
5. Meningkatkan kekebalan tubuh. Squalen dapat membantu meningkatkan respons sistem kekebalan tubuh. Hal ini dapat memperkuat sistem kekebalan, membantu melawan infeksi, dan merangsang produksi antibodi.
6. Kesehatan rambut. Squalen dapat memberikan manfaat bagi kesehatan rambut, yakni membantu menjaga kelembaban rambut,

mengurangi kerusakan akibat panas dan paparan lingkungan, serta meningkatkan kekuatan dan kilau rambut.

7. Penggunaan dalam produk kosmetik dan farmasi. Squalen digunakan secara luas dalam industri kosmetik dan farmasi, antara lain dalam formulasi produk perawatan kulit, seperti krim, lotion, dan serum, karena sifatnya yang melembabkan dan anti-penuaan. Squalen juga digunakan dalam formulasi obat-obatan, vaksin, dan suplemen kesehatan.

Aktivitas farmakologi squalen

Squalen memiliki berbagai aktivitas farmakologi yang menarik untuk dipelajari lebih lanjut. Meskipun penelitian masih sedang dilakukan untuk memahami sepenuhnya potensi dan mekanisme aksi squalen, namun beberapa aktivitas farmakologi dari squalen telah diidentifikasi.

1. Antioksidan.

Squalen memiliki sifat antioksidan yang kuat, yang dapat membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Dengan menetralkan radikal bebas, squalen dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan peradangan, serta mencegah kerusakan sel dan penuaan dini. Bukti eksperimental *in vitro* menunjukkan bahwa squalen adalah agen penangkap oksigen yang sangat efektif.

Setelah stres oksidatif seperti paparan sinar matahari, squalen berfungsi sebagai peredam oksigen singlet yang efisien dan mencegah peroksidasi lipid pada permukaan kulit manusia. Para peneliti juga melaporkan bahwa squalen tidak terlalu rentan terhadap peroksidasi dan stabil terhadap serangan radikal peroksida, menunjukkan bahwa reaksi berantai peroksidasi lipid tidak mungkin terjadi dengan level kadar squalen yang cukup pada

permukaan kulit manusia. Pengujian efek squalen pada pembentukan anion superoksida (O_2^-) pada tikus menunjukkan bahwa kemungkinan peran squalen untuk mengurangi iritasi kulit adalah dengan menekan produksi O_2 , yang bergantung pada mekanisme kerja enzim superoksida dismutase (SOD).

2. Antiinflamasi.

Squalen memiliki sifat antiinflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan dalam tubuh. Ini bisa berguna dalam mengurangi gejala inflamasi pada kondisi seperti arthritis, penyakit inflamasi usus, dan gangguan inflamasi lainnya. Squalen dipercaya dapat mengurangi peradangan (inflamasi) akibat obat antikanker, sehingga cocok digunakan sebagai terapi tambahan selama pengobatan kemoterapi.

3. Imunomodulator.

Squalen dapat mempengaruhi fungsi sistem kekebalan tubuh dengan memodulasi aktivitas sel imun. Ini dapat merangsang respons imun, meningkatkan produksi antibodi, dan meningkatkan resistensi tubuh terhadap infeksi. Squalen telah digunakan sebagai bahan pembantu imunologi dalam vaksin seperti malaria, HIV, virus herpes, cytomegalovirus, human papillomavirus, dan flu musiman. Vaksin influenza A (H1N1) pada tahun 2009 juga mengandung squalen.

4. Antikanker.

Beberapa penelitian menunjukkan potensi squalen sebagai antikanker. Squalen telah menunjukkan aktivitas antiproliferatif pada berbagai jenis sel kanker, dan memiliki efek inhibisi pada pertumbuhan tumor. Selama beberapa tahun terakhir, squalen ditemukan menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap beberapa karsinogen. Suatu penelitian melaporkan tentang pengujian aktivitas squalen terhadap tumor kulit pada 50 tikus CD-1

betina yang diberi 7,12-dimethylbenz[a]antracena dan 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate. Tikus diobati dengan squalen 5% dan pada akhir studi pencegahan, terjadi penurunan kejadian tumor sebesar 26,67% pada kelompok yang diobati dengan squalen. Dalam cabang penelitian terkait, efek perlindungan diamati ketika squalen diberikan sebelum dan/atau selama pengobatan karsinogen. Studi eksperimental menunjukkan bahwa squalen dapat secara efektif menghambat tumorigenesis kulit yang diinduksi secara kimia pada hewan pengerat. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami mekanisme aksi dan potensi penggunaan squalen dalam terapi kanker.

5. Dermatologi.

Squalen digunakan dalam produk-produk perawatan kulit karena manfaatnya dalam menjaga kelembapan kulit, mengurangi iritasi, dan melindungi kulit dari kerusakan lingkungan. Squalen dapat membantu meningkatkan kelembutan, kehalusan, dan elastisitas kulit, serta membantu memperbaiki kerusakan akibat sinar matahari.

Squalen tampaknya memainkan peran antioksidan dengan mengurangi kerusakan akibat oksidasi radikal bebas pada kulit. Sebagai komponen utama sebum, peran squalen adalah melindungi permukaan kulit dari peroksidasi lipid akibat paparan sinar ultraviolet. Selain itu, squalen terserap secara mendalam ke dalam kulit, meningkatkan kelenturan kulit dan tidak meninggalkan residu berminyak. Hal ini meningkatkan daya tarik penggunaan squalen untuk tujuan kosmetik.

6. Neuroprotektif.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa squalen memiliki potensi neuroprotektif, yang berarti dapat melindungi sel-sel saraf dari kerusakan dan degenerasi. Hal ini dapat bermanfaat dalam

pencegahan atau pengobatan gangguan neurodegeneratif seperti Alzheimer dan Parkinson.

Produk-produk berbasis squalen

Squalen digunakan secara luas dalam berbagai produk kosmetik, farmasi, suplemen kesehatan dan suplemen obat. Berikut adalah beberapa contoh produk yang menggunakan squalen sebagai bahan aktif atau bahan tambahan:

1. Produk perawatan kulit:

- Krim wajah, lotion, dan serum. Squalen banyak digunakan di dalam produk-produk perawatan kulit yang ditujukan untuk memberikan kelembaban, menjaga elastisitas kulit, dan membantu melindungi kulit dari kerusakan lingkungan.

- Produk pembersih kulit. Squalen dapat ditemukan dalam produk pembersih kulit seperti pembersih wajah dan sabun mandi, untuk membantu menjaga kelembaban alami kulit selama proses pembersihan.

2. Produk perawatan rambut:

- Sampo dan kondisioner. Squalen digunakan dalam produk sampo dan kondisioner untuk perawatan rambut. Tujuannya untuk memberikan kelembaban, mengurangi kerusakan akibat panas, dan meningkatkan kekuatan rambut.

- Minyak rambut. Squalen juga digunakan dalam minyak rambut. Squalen bermanfaat memberikan nutrisi dan melindungi rambut dari kerusakan karena pengaruh lingkungan.

3. Produk kosmetik:

- Produk foundation dan bedak. Squalen digunakan dalam produk kosmetik seperti foundation dan bedak untuk memberikan tekstur halus, melembutkan kulit, dan menjaga kelembaban kulit.

- Lipstik dan pelembab bibir. Squalen dapat ditemukan dalam produk-produk kosmetik bibir untuk menjaga kelembaban, mencegah bibir pecah-pecah, dan memberikan kilau pada bibir.

4. Produk farmasi:

- Kapsul dan tablet. Squalen digunakan dalam berbagai suplemen kesehatan dan obat dalam bentuk kapsul atau tablet.

- Salep dan krim. Squalen dapat ditemukan dalam salep dan krim obat untuk mengurangi peradangan kulit, mengatasi masalah kulit seperti dermatitis, dan mempercepat penyembuhan luka.

5. Produk kesehatan dan nutrasetikal:

- Minyak ikan dan suplemen omega-3. Squalen dapat ditemukan dalam minyak ikan dan suplemen omega-3 sebagai komponen alami yang membantu penyerapan dan efektivitas asam lemak omega-3.

- Suplemen anti-penuaan. Squalen juga digunakan dalam suplemen anti-penuaan, karena aktivitas antioksidannya dan potensinya dalam meningkatkan kesehatan kulit dan mengurangi tanda-tanda penuaan.

Senyawa-senyawa yang berhubungan dengan squalen

Berikut adalah beberapa senyawa yang berhubungan dengan squalen. Senyawa-senyawa ini terlibat dalam pembentukan squalen secara biosintesis, atau merupakan produk lanjutan dari squalen.

1. Farnesil-Pirofosfat (FPP). FPP adalah senyawa prekursor dalam biosintesis squalen. FPP terbentuk melalui serangkaian reaksi dari mevalonat dan merupakan senyawa yang terlibat dalam sintesis isoprenoid.

2. Skualenoksida (squalene oxide). Skualenoksida adalah senyawa yang dihasilkan melalui oksidasi skualen. Skualenoksida memiliki

aktivitas biologis dan merupakan senyawa intermediat dalam produksi senyawa bioaktif seperti senyawa terpenoid dan steroid.

3. Kolesterol. Squalen adalah prekursor langsung dalam biosintesis kolesterol. Melalui serangkaian reaksi enzimatik, squalen diubah menjadi lanosterol, yang kemudian menjadi kolesterol. Kolesterol adalah senyawa yang ditemukan di seluruh tubuh manusia dan berperan penting dalam pembentukan membran sel, sintesis hormon, dan fungsi biologis lainnya.

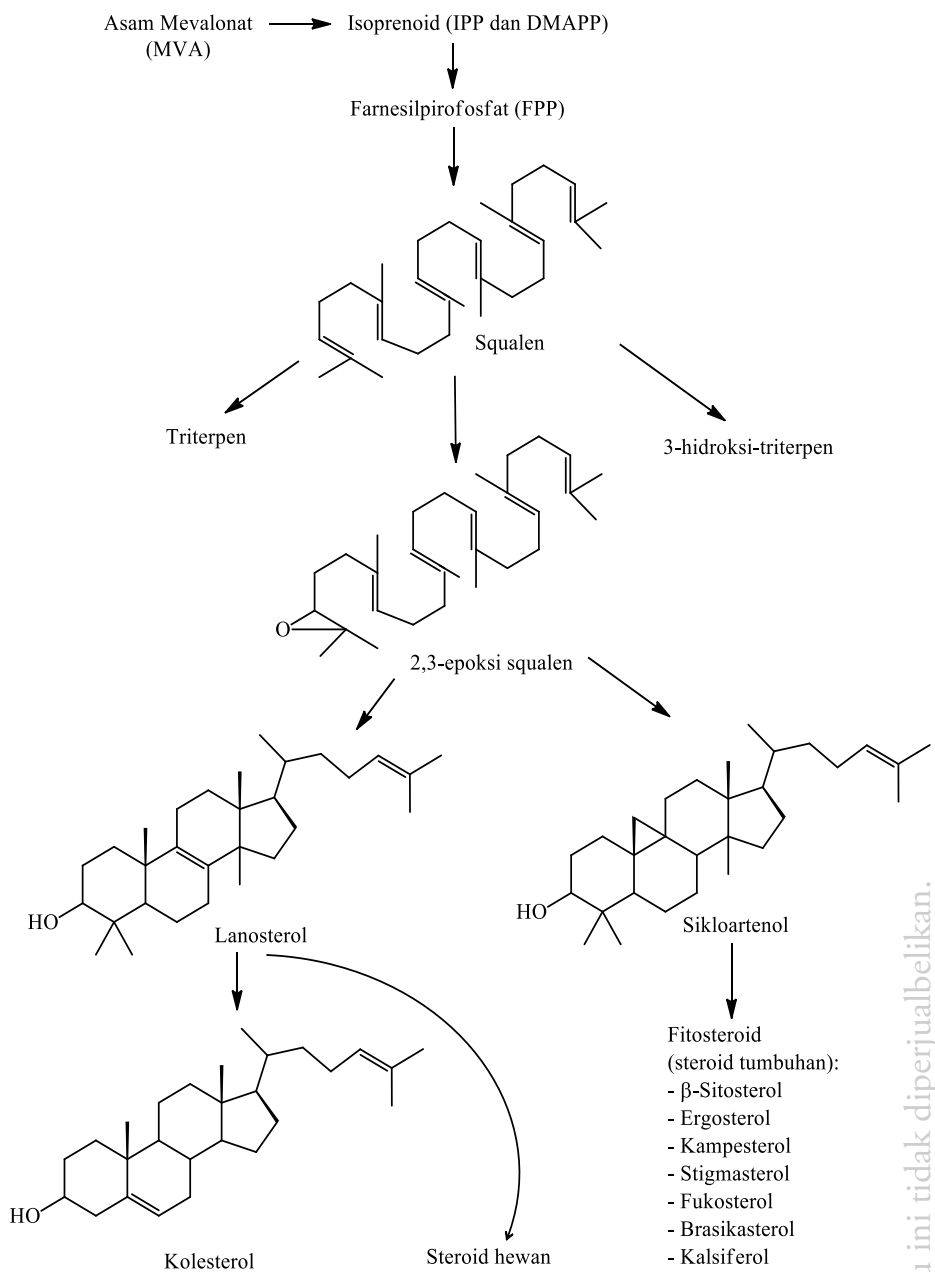
4. Steroid. Squalen merupakan prekursor untuk sintesis berbagai jenis steroid, termasuk kortisol, estrogen, progesteron, dan testosteron. Squalen terlibat dalam reaksi penggabungan unit-unit isoprenoid untuk membentuk cincin steroid yang kompleks.

5. Fitosterol. Fitosterol adalah senyawa yang ditemukan dalam tumbuhan dan memiliki struktur mirip dengan kolesterol. Beberapa fitosterol, seperti sitosterol dan stigmasterol, dihasilkan melalui modifikasi squalen dalam jalur biosintesis tumbuhan. Fitosterol memiliki potensi manfaat kesehatan, termasuk pengurangan kadar kolesterol dan antiinflamasi.

6. Terpenoid: Squalen adalah prekursor dalam sintesis berbagai senyawa terpenoid. Terpenoid adalah kelompok senyawa yang terdiri dari unit isoprenoid dan memiliki beragam aktivitas biologis, termasuk antioksidan, antimikroba, antikanker, dan antiinflamasi.

7. Isoprenoid: Squalen juga berperan dalam biosintesis senyawa isoprenoid lainnya, seperti ubiquinone (koenzim Q10), vitamin K dan karotenoid. Isoprenoid memiliki peran penting dalam berbagai proses biologis, termasuk metabolisme energi, perlindungan oksidatif, dan sebagai pigmen fotosintesis.

METODE ISOLASI SQUALEN DARI MINYAK HATI IKAN HIU



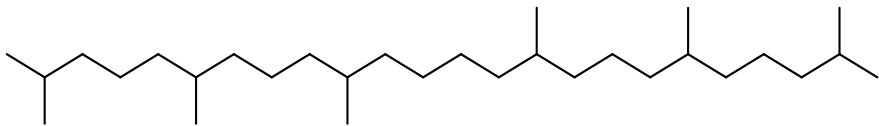
Gambar 4.6 Senyawa-senyawa yang berhubungan dengan squalen secara biosintesis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Squalan

Squalan adalah senyawa yang terkait erat dengan squalen. Squalan adalah bentuk ter-hidrogenasi dari squalen, atau squalen yang hilang ikatan rangkapnya karena penambahan atom-atom hidrogen. Strukturnya hampir sama dengan squalen, tetapi squalan tidak lagi memiliki ikatan rangkap. Hilangnya ikatan-ikatan rangkap pada molekul squalan menyebabkan senyawa ini secara kimiawi lebih stabil daripada squalen, tidak mengalami reaksi auto-oksidasi.

Squalan memiliki rumus kimia $C_{30}H_{62}$ dengan nama kimia (IUPAC) 2,6,10,15,19,23-hexamethyltetracosane. Squalan juga dikenal dengan nama Perhidrosqualen dan Dodekahidrosqualen.



Squalan
(2,6,10,15,19,23-hexamethyltetracosane)

Beberapa sifat fisiko-kimia squalan adalah seperti yang dicantumkan dalam tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Sifat fisiko-kimia squalan

Parameter	Nilai atau deskripsi sifat
Massa molekul relatif	422,826 g/mol
Bentuk fisik	Squalan berbentuk cairan tak berwarna
Bau	Tidak berbau
Titik lebur	-38°C
Titik didih	176°C
Titik nyala	218°C
Berat jenis	0,810 g/mL
Indeks bias	1,452 pada 20 °C
Viskositas	31,123 cP pada 20 °C

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Squalan banyak digunakan dalam produk-produk kosmetik dan perawatan kulit. Sebenarnya, dalam produk-produk itu squalan lebih banyak digunakan dibandingkan dengan squalen. Hal ini disebabkan karena sifat kimia squalan yang lebih stabil daripada squalen.

Berikut adalah beberapa fakta penting mengenai squalan:

1. Sumber: Squalan dapat ditemukan secara alami di berbagai sumber, termasuk minyak hati ikan hiu, minyak zaitun, minyak biji anggur, minyak kelapa, dan minyak tumbuhan lainnya. Namun, sebagian besar squalan yang digunakan dalam produk komersial saat ini diproduksi secara sintetis.
2. Stabilitas dan sifat fisiko-kimia: Squalan memiliki stabilitas yang lebih tinggi daripada squalen. Strukturnya yang lebih jenuh membuatnya lebih tahan terhadap oksidasi dan perubahan kimia. Squalan tidak berbau, tidak berwarna, dan mudah diabsorpsi oleh kulit.
3. Peran dalam perawatan kulit: Squalan digunakan dalam produk-produk perawatan kulit untuk memberikan manfaat kelembaban dan kelembutan. Sifatnya yang mirip dengan *sebum* (minyak alami kulit) membuatnya mudah diserap oleh kulit tanpa meninggalkan rasa berminyak. Squalan membantu menjaga kelembaban kulit, meningkatkan elastisitas, dan melindungi kulit dari kerusakan akibat pengaruh lingkungan.
4. Penyerapan bahan aktif: Squalan juga berperan sebagai bahan pengantar (*carrier*) dalam formulasi kosmetik dan farmasi. Karena sifatnya yang mudah menyerap dan menembus lapisan kulit, squalan dapat meningkatkan penyerapan bahan aktif lainnya ke dalam kulit.

5. Kompatibilitas dan keamanan: Squalan diketahui sangat kompatibel dengan kulit manusia dan cenderung tidak menyebabkan iritasi atau alergi. Ini menjadikannya squalan sebagai bahan yang aman dan cocok untuk berbagai jenis kulit, termasuk kulit sensitif.

6. Aplikasi lainnya: Selain dalam produk perawatan kulit, squalan juga digunakan dalam formulasi produk kosmetik lainnya seperti lipstik, pewarna rambut, dan produk perawatan mata. Selain itu, squalan juga digunakan dalam produk farmasi, minyak rambut, dan beberapa produk industri lainnya. Squalan merupakan bahan yang populer dalam industri kosmetik karena kemampuannya dalam memberikan manfaat kelembaban dan kelembutan pada kulit tanpa meninggalkan rasa berminyak.

Bab 5

Isolasi Squalen dari Minyak Hati Ikan Hiu

Alat dan bahan

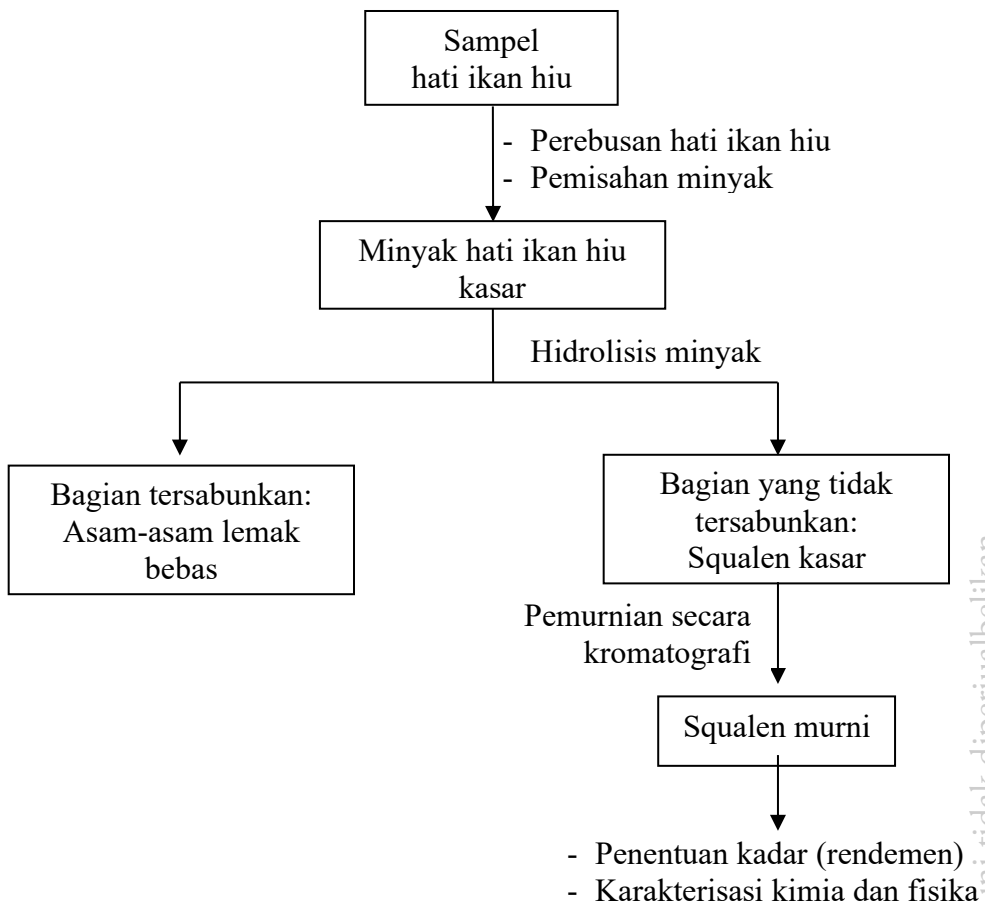
Pekerjaan isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu dalam skala laboratorium memerlukan beberapa alat bantu sebagai berikut: neraca analitik, labu alas bulat leher tiga, pendingin refluks tegak, termometer, penangas air, hot plate yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik, corong pisah, labu erlenmeyer, gelas beaker, sentrifuge, vacuum rotary evaporator (*rotavapor*), alat kolom kromatografi cair vakum (*vacuum liquid chromatography*, VLC), pompa vakum, dan bejana pengembang kromatografi lapisan tipis (KLT).

Bahan-bahan kimia yang digunakan memiliki tingkat kemurnian (*grade*) pro analyze (p.a). Baha-bahan yang diperlukan adalah: etil asetat, n-heksan, etanol, magnesium sulfat (MgSO_4) anhidrat, silika gel G60 ukuran 300-400 mesh, plate KLT, kalium hidroksida (KOH), kalium iodida (KI), natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), natrium hidroksida (NaOH), kloroform, karbontetraklorida (CCl_4), indikator phenophtalein, karbon aktif, kristal iodium (I_2), kalium permanganat(KMnO_4), aquades, kertas saring, pipet kapiler KLT dan aluminium foil.

Bahan baku minyak ikan adalah daging hati ikan hiu. Hati ikan hiu diperoleh dari nelayan atau pedagang ikan. Pada saat melakukan penelitian ini, hati ikan hiu dibeli dari pedagang ikan di Pasar Oeba Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Sayangnya

sampel hati ikan hiu ini didapatkan sudah dalam bentuk terpisah (dikeluarkan) dari tubuh ikan hiu, sementara tubuh ikan hiu sendiri sudah dipotong-potong untuk dijual, sehingga tidak dapat diidentifikasi spesies (jenis) ikan hiu apa yang hatinya diambil untuk penelitian ini.

Secara umum, tahapan pekerjaan mengisolasi squalen dari minyak hati ikan hiu dilakukan menurut alur kerja yang ditunjuk dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Tahapan umum isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu

Preparasi sampel: Ekstraksi minyak hati ikan hiu

Daging hati ikan hiu sebanyak kira-kira 5,00 kilogram (kg) dicincang kasar lalu direbus dengan air. Perebusan dilakukan selama kira-kira 3 jam, sampai semua minyak diperkirakan telah keluar. Rebusan tersebut kemudian didinginkan sehingga terjadi pemisahan antara minyak dan air, lalu bagian minyak diambil dengan cara ditimba secara hati-hati menggunakan centong. Minyak hati ikan hiu yang masih kasar ini berwarna kuning kecoklatan (Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Minyak hati ikan hiu sebelum dihidrolisis, berwarna kuning kecoklatan (Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

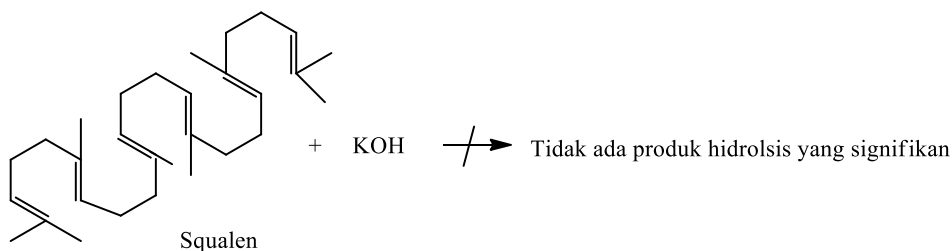
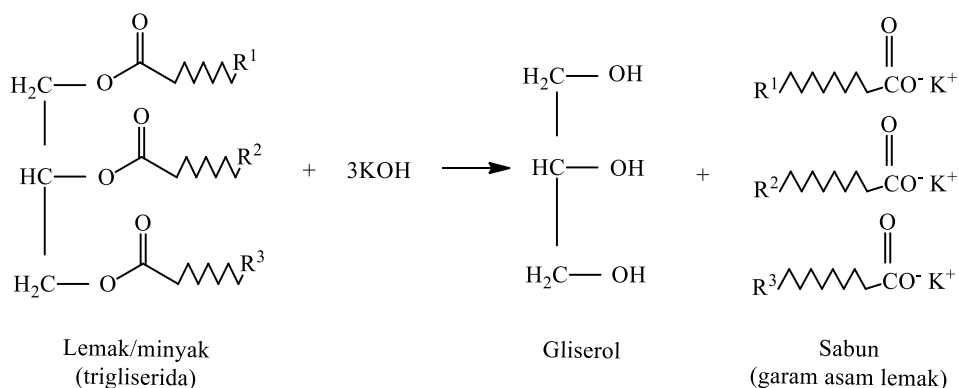
Hidrolisis minyak hati ikan hiu: isolasi squalen

Minyak hati ikan hiu yang diperoleh dengan cara perebusan daging hati ikan hiu seperti di atas adalah merupakan minyak kasar. Di dalam minyak kasar tersebut terkandung bermacam-macam senyawa, tidak hanya squalen. Ada senyawa-senyawa lain seperti minyak lemak, asam-asam lemak bebas, peptida dan protein, serta kontaminan atau pengotor lainnya. Karena itu untuk mendapatkan squalen sendiri, perlu dilakukan langkah-langkah proses pemisahan dan pemurnian (isolasi).

Langkah pertama dalam proses pemisahan dan pemurnian squalen adalah dengan menghidrolisis minyak hati ikan hiu. Tujuannya adalah untuk memisahkan squalen yang berwujud minyak dengan lemak yang juga berwujud minyak. Dalam minyak hati ikan hiu, squalen yang berwujud minyak bercampur dengan minyak lemak (trigliserida). Squalen adalah minyak bukan lemak yang tidak tersabunkan dalam suatu reaksi hidrolisis, sedangkan minyak lemak dapat tersabunkan.

Prinsip reaksi hidrolisis untuk memisahkan kedua jenis minyak tersebut adalah sebagai berikut. Ketika minyak hati ikan hiu diolah dengan larutan KOH, akan terjadi reaksi hidrolisis basa (disebut juga reaksi saponifikasi atau penyabunan), di mana minyak lemak akan terurai menjadi gliserol dan garam asam lemak yang disebut sabun. Sabun yang terbentuk itu bersifat larut dalam air, karena itu akan terjadi pemisahan dengan squalen yang tidak mengalami reaksi hidrolisis tersebut. Keduanya kemudian dapat dipisahkan karena squalen yang berwujud minyak tidak larut dalam air, sedangkan minyak lemak yang telah menjadi sabun larut dalam air.

Secara kimia, reaksi hidrolisis minyak lemak dibandingkan dengan squalen dapat digambarkan dengan persamaan reaksi di bawah ini. Dalam reaksi hidrolisis tersebut, tampak bahwa squalen relatif stabil dan tidak mengalami reaksi yang berarti, sehingga tetap tinggal sebagai squalen yang berwujud minyak.



Gambar 5.3 Reaksi hidrolisis minyak/lemak dan squalen

Reaksi hidrolisis minyak hati ikan hiu dikerjakan sebagai berikut. Ke dalam labu alas bulat leher tiga (labu refluks) dicampurkan tiga bahan berikut ini untuk menjalankan reaksi hidrolisis: 100 gram (g) minyak hati ikan hiu, larutan 10 gram KOH dalam 100 mililiter (mL) etanol, dan 25 mL aquades. Ke dalam labu dimasukkan pula pengaduk magnetik. Alat refluks dilengkapi dengan pendingin tegak. Campuran kemudian di-refluks di atas *hot plate* dan penangas air sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama kira-kira 45 menit.

Setelah proses hidrolisis di dalam alat refluks dihentikan, hasilnya berupa cairan berwarna coklat muda. Selanjutnya cairan hasil refluks tersebut dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 16 jam. Cairan dalam corong pisah akan membentuk dua lapisan, yaitu lapisan minyak yang tidak

tersabunkan, dan lapisan air. Kedua lapisan tersebut kemudian dipisahkan, dan diperoleh cairan minyak berwarna kuning muda (Gambar 5.4) yang merupakan fraksi tidak tersabunkan pada reaksi hidrolisis itu. Cairan minyak ini kemudian di-sentrifuge selama 20 menit untuk memisahkan air yang masih tertinggal.



Gambar 5.4 Minyak/squalen kasar hasil reaksi hidrolisis, berwarna kuning muda (Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

Dengan metode hidrolisis seperti di atas diperoleh squalen kasar sebanyak 66,30 g dari 100 g minyak hati ikan hiu. Ini berarti rendemen hasil squalen kasar yang diperoleh dari proses hidrolisis minyak hati ikan hiu itu adalah sebesar 66,30%.

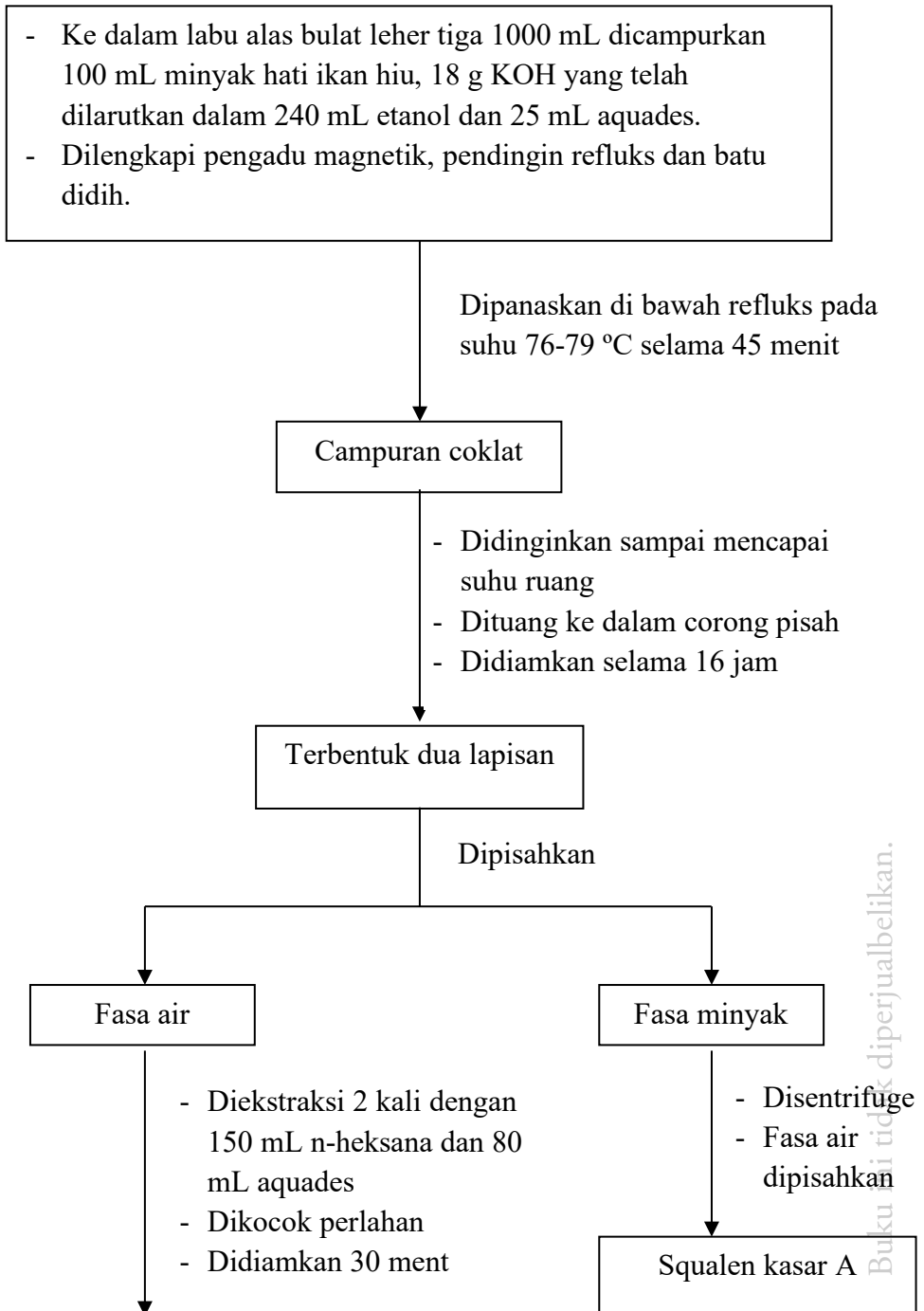
Lapisan air yang dipisahkan dari minyak dengan corong pisah di atas masih mengandung sedikit squalen, karena itu tidak langsung dibuang. Sisa squalen tersebut diekstraksi lagi dengan cara sebagai berikut. Lapisan air itu dimasukkan kembali ke dalam corong pisah kosong, ditambahkan 150 mL n-heksana dan 80 mL aquades, dikocok perlahan-lahan kemudian didiamkan selama 30 menit. Dua lapisan yang terbentuk yaitu lapisan n-heksana dan lapisan air lalu dipisahkan. Ekstraksi dilakukan dua kali. Lapisan n-heksana yang diperoleh dikumpulkan lalu ditambahkan dengan 4,6 g serbuk MgSO_4 anhidrat untuk menyerap butir-butir air yang tercampur, kemudian disimpan selama 10-12 jam, lalu disaring. Cairan jernih n-heksana hasil penyaringan kemudian diuapkan menggunakan rotavapor sampai semua n-heksana keluar, dan diperoleh residu squalen yang berwarna kuning muda. Squalen yang dihasilkan ini merupakan squalen kasar, belum murni, masih tercampur dengan senyawa-senyawa lain yang larut di dalamnya.

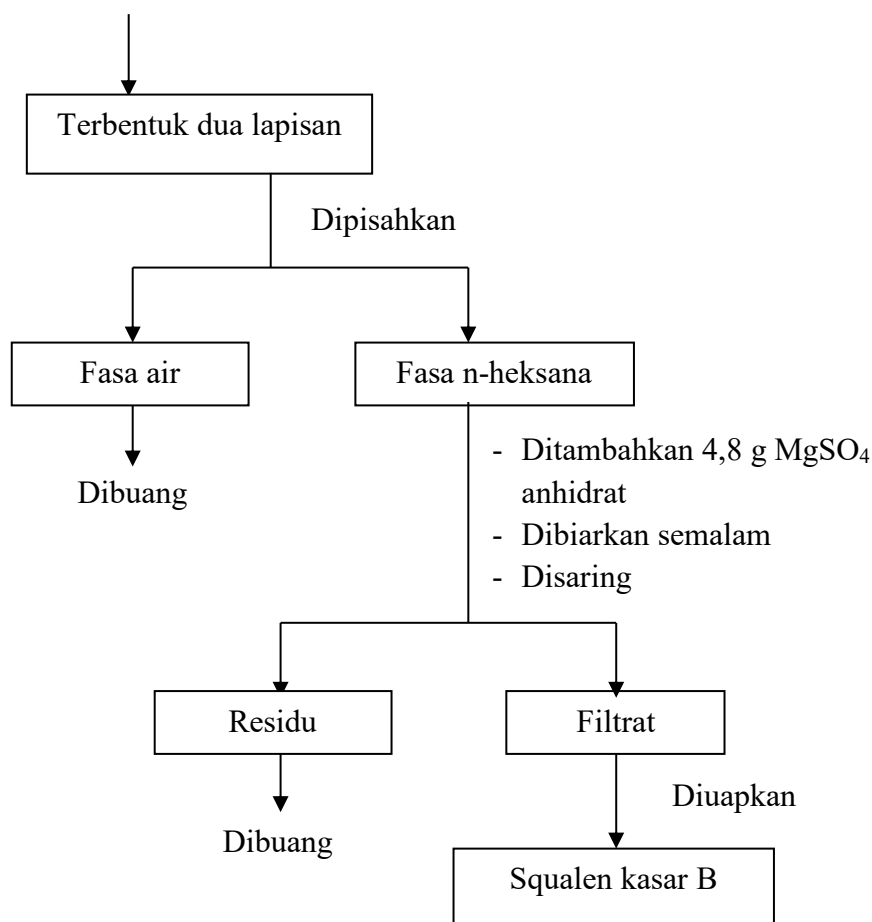
Dengan cara ekstraksi lanjutan terhadap lapisan air seperti dijelaskan di atas, didapat tambahan minyak sebanyak 6,80%. Dengan demikian jika dilakukan kombinasi dua cara ini (hidrolisis dan ekstraksi lanjutan) maka dapat diperoleh minyak berisi squalen kasar sebanyak 73,10%. Hasil ini secara kuantitatif sangat optimal, menghasilkan squalen kasar dengan rendemen yang sangat besar.

Secara lengkap, pekerjaan isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu dapat digambarkan dalam bentuk bagan kerja sebagai berikut (Gambar 5.5).

Pemurnian squalen

Minyak atau squalen kasar hasil isolasi (hidrolisis dan ekstraksi pelarut) seperti dijelaskan di atas masih mengandung pengotor (kontaminan). Oleh karena itu perlu dilakukan pemurnian atau pemisahan lanjutan untuk memperoleh squalen murni yang bebas pengotor.





Gambar 5.5 Bagan kerja lengkap isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu

Pemurnian squalen kasar dilakukan dengan cara kromatografi cair vakum (VLC) sebagai berikut. Disiapkan kolom VLC berukuran panjang 8 cm dan diameter 4,5 cm, dan diisi dengan silika gel G60 ukuran 300-400 mesh sebanyak 60 g. Minyak (squalen kasar) sebanyak 6,0 g diteteskan secara perlahan di atas lapisan silika gel, lalu di-elusi menggunakan campuran n-heksana dan etil asetat. Campuran n-heksana dan etil asetat yang digunakan

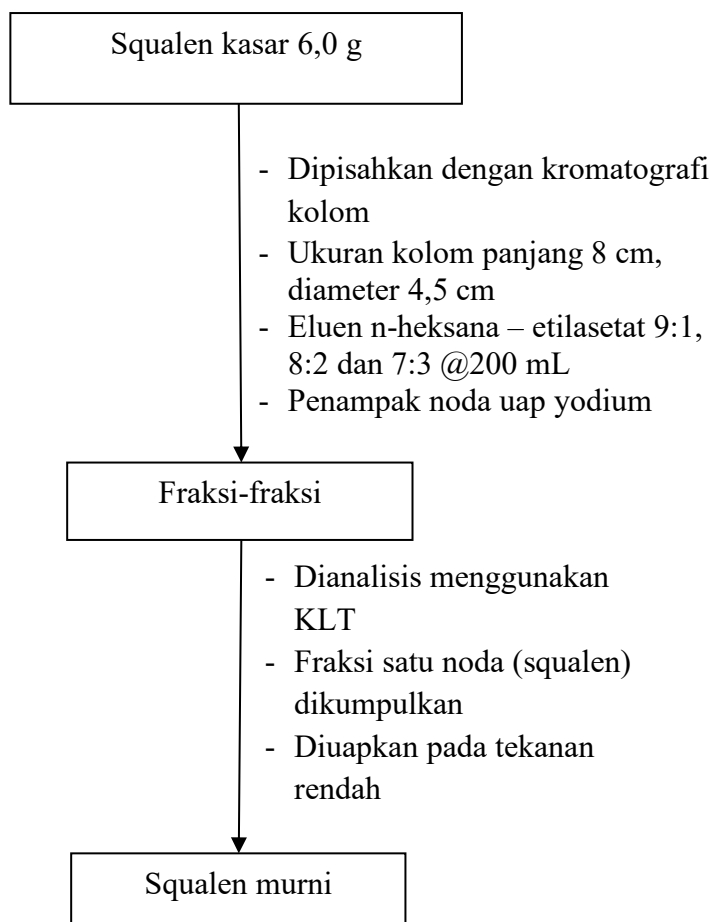
adalah dengan perbandingan 9:1, lalu 8:2, 7:3, dan seterusnya sampai 3:7. Masing-masing campuran ditambahkan sebanyak 200 mL. Cairan yang keluar dari hasil pemisahan secara kromatografi ini dikumpulkan (digabung) lalu diuapkan untuk mengeluarkan n-heksana dan etil asetat, sehingga diperoleh cairan bening (jernih) yakni squalen murni (Gambar 5.6).



Gambar 5.6 Squalen murni hasil pemurnian, berwarna bening
(Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

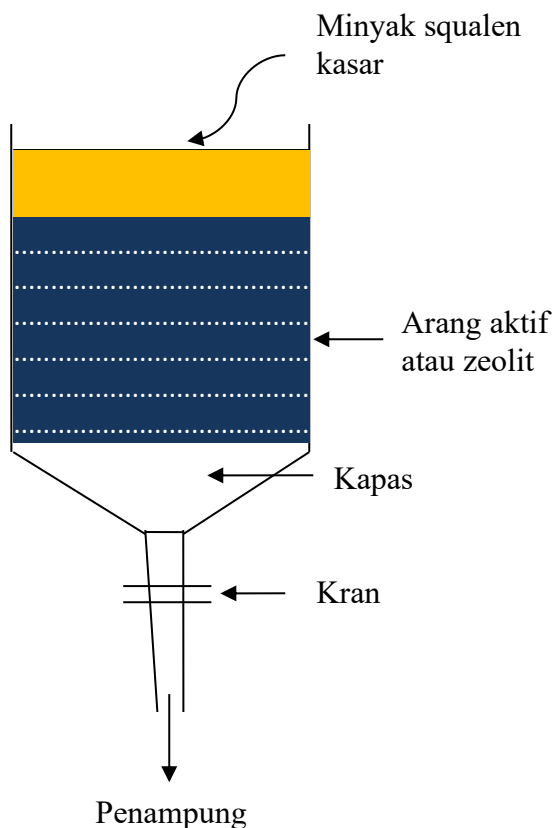
Dengan menggunakan cara pemurnian seperti dijelaskan di atas, didapatkan squalen murni dengan berat 5,5 g dari 6,0 g minyak (squalen kasar), atau sebesar 91,67%. Dengan demikian, jika diitung secara total, melalui cara hidrolisis sampai dengan pemurnian menggunakan metode seperti diuraikan di atas, jumlah squalen murni yang dihasilkan adalah sebesar 67,01% (diperoleh dari 91,67% dikalikan dengan 73,10%).

Pekerjaan pemurnian squalen seperti dijabarkan di atas dapat digambarkan dalam bagan seperti di bawah ini Gambar 5.7).



Gambar 5.7 Bagan kerja pemurnian squalen

Untuk skala praktis di lapangan dengan jumlah minyak atau squalen kasar yang lebih banyak, cara pemurnian squalen menggunakan metode kromatografi yang membutuhkan bahan silika gel dan pelarut organik n-heksana dan etil asetat seperti di atas, merupakan suatu pekerjaan yang mahal dan tidak ekonomis. Untuk skala besar, atau jika dilakukan secara sederhana di lapangan (misalnya industri rumah tangga), pemurnian squalen kasar bisa dilakukan dengan cara “menyaring” minyak squalen kasar hasil hidrolisis dengan menggunakan adsorben yang murah seperti arang atau zeolit. Alat penyaringnya dapat dibuat seperti yang tampak pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Alat sederhana untuk pemurnian squalen

Bab 6

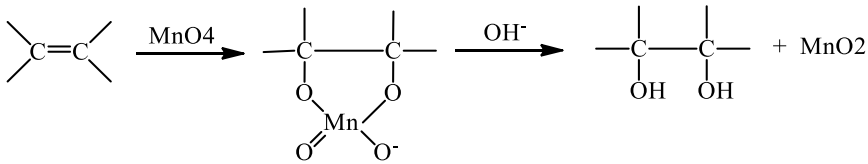
Identifikasi Squalen

Sama dengan senyawa-senyawa kimia pada umumnya, identifikasi squalen dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode analisis kimia yang tersedia, termasuk reaksi warna, metode kromatografi dan spektroskopi. Dalam identifikasi suatu senyawa kimia, biasanya lebih dari satu metode analisis digunakan, agar didapatkan hasil yang lebih pasti dan akurat, apalagi jika identifikasi dilakukan tanpa melibatkan zat standar sebagai pembanding. Kadang-kadang identifikasi terhadap senyawa tertentu diperkuat lagi dengan pengukuran parameter-parameter fisika senyawa tersebut, misalnya berat jenis, warna, rasa, bau, indeks bias, viskositas, dan sebagainya.

Identifikasi squalen menggunakan reaksi warna

Dalam penelitian isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu ini, identifikasi squalen antara lain dilakukan menggunakan reaksi warna. Caranya adalah mereaksikan squalen dengan larutan kalium permanganat (KMnO_4) untuk kemudian diamati perubahan warna tertentu yang terjadi, yang mengindikasikan berlangsungnya reaksi kimia tertentu antara squalen dengan KMnO_4 .

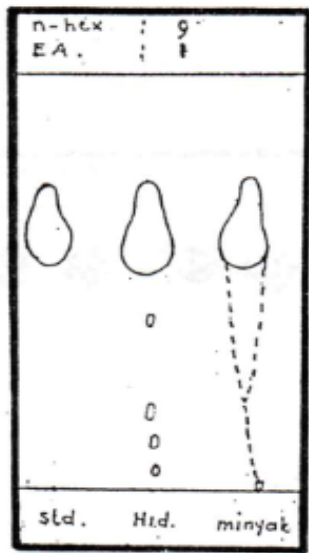
Reaksi positif antara squalen dengan KMnO_4 ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna larutan KMnO_4 dari yang semula berwarna ungu kemudian menghilang dan lalu berubah menjadi coklat. Perubahan ini menunjukkan bahwa squalen mengandung ikatan rangkap, yang dengan larutan KMnO_4 akan bereaksi sebagai berikut (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Reaksi antara squalen dan KMnO_4 , terjadi perubahan warna KMnO_4 dari ungu menjadi coklat.

Identifikasi menggunakan Kromatografi Lapisan Tipis

Identifikasi squalen secara kromatografi lapisan tipis (KLT) dilakukan menggunakan eluen campuran n-heksana dan etil asetat dengan perbandingan 9:1. Sebagai penampak noda digunakan uap iodium. Uji KLT dilakukan terhadap minyak hati ikan hiu awal (minyak kasar, sebelum hidrolisis), squalen kasar (minyak setelah hidrolisis), dan dibandingkan dengan squalen murni sebagai standar (Ganbar 6.2).



Gambar 6.2 Kromatogram KLT minyak hati ikan hiu dan squalen kasar hasil hidrolisis dibandingkan dengan squalen standar (Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

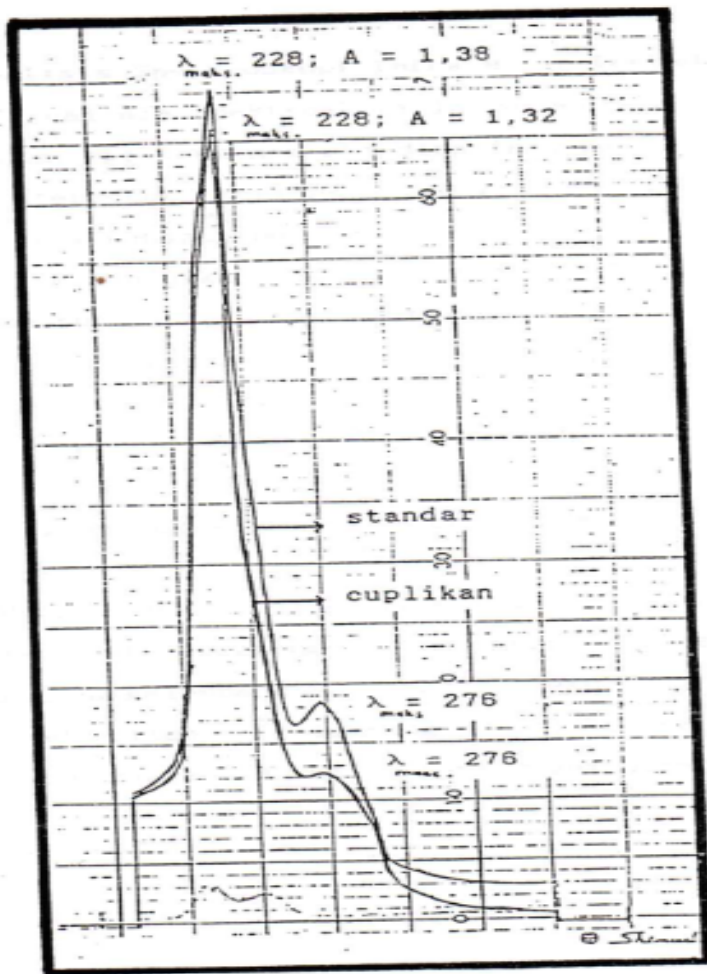
Hasil uji KLT menunjukkan bahwa minyak hati ikan hiu sebelum hidrolisis dan sesudah hidrolisis dominan mengandung squalen, yang tampak sebagai *spot* (noda) berukuran besar yang sama jarak tempuhnya dengan *spot* dari squalen murni ($R_f = 0,63$). Dari tampilan kromatogram itu terlihat bahwa minyak hati ikan hiu sebelum dihidrolisis masih mengandung banyak pengotor yang membentuk *tail* (ekor) di bawah *spot* squalen. Kromatogram minyak setelah dihidrolisis tampak lebih bersih, hanya ada sedikit pengotor yang tidak “menempel” lagi pada *spot* squalen. Pengotor kecil seperti ini akan mudah dibersihkan dalam proses pemurnian selanjutnya menggunakan VLC.

Identifikasi menggunakan Spektrofotometer UV-Visible

Identifikasi squalen menggunakan spektrofotometri UV-Vis melibatkan pengukuran serapan cahaya oleh squalen pada rentang panjang gelombang 200 - 800 nanometer (nm). Dalam pengujian dengan spektrofotometer UV-Vis ini, squalen dari hasil pemurnian akhir menggunakan VLC diukur bersama-sama dan dibandingkan dengan squalen murni (standar).

Hasil pengujian (Gambar 6.3) menunjukkan bahwa spektrum UV kedua sampel identik, saling berimpitan satu sama lain. Keduanya sama-sama memiliki dua puncak serapan pada panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) 228 nm dan 276 nm.

Hasil ini mengindikasikan dua hal. Pertama, sampel minyak yang dianalisis, yang merupakan hasil dari proses isolasi minyak hati ikan hiu itu adalah benar-benar squalen. Kedua, squalen yang diperoleh dari minyak hati ikan hiu tersebut, setelah melalui serangkaian proses ekstraksi, hidrolisis, dan pemurnian secara kromatografi, ternyata sudah bebas pengotor, memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, sama dengan squalen murni yang dijadikan standar pembanding.

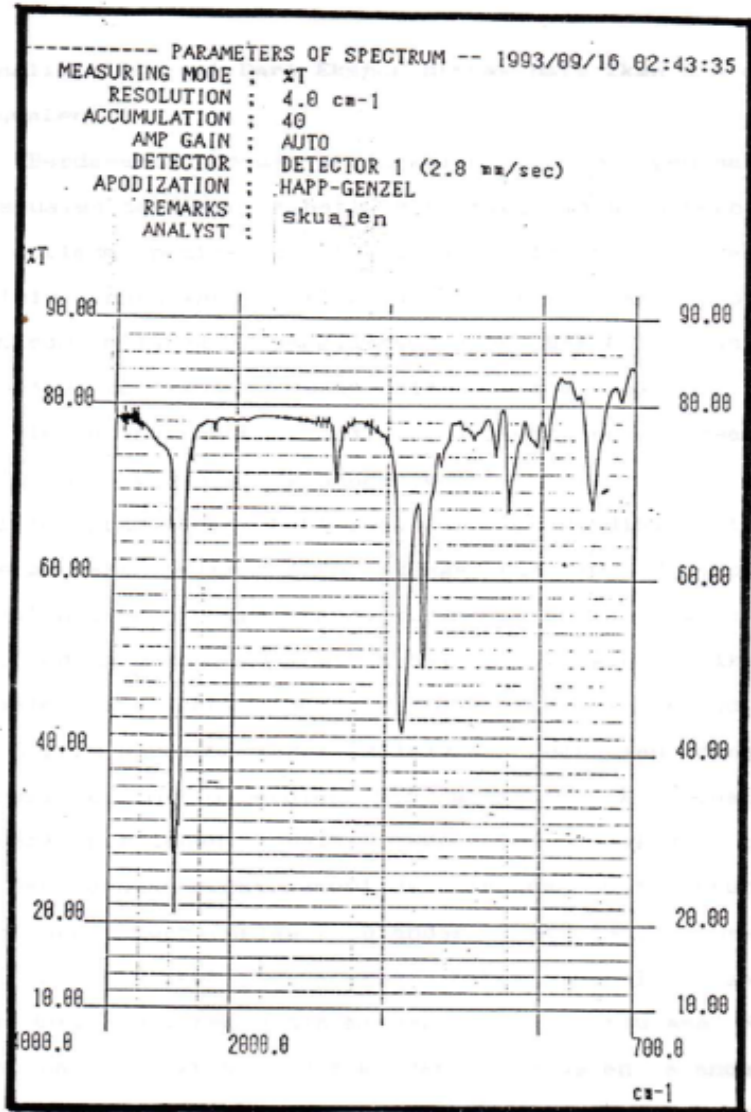


Gambar 6.3 Spektrum ultra violet squalen dan squalen standar
 (Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

Identifikasi menggunakan Spektroskopi Infra Merah

Identifikasi squalen dalam penelitian ini juga dilakukan menggunakan spektroskopi inframerah (Infrared, IR). Spektroskopi IR memanfaatkan interaksi antara sinar inframerah dengan molekul kimia untuk mengidentifikasi ikatan dan gugus fungsional yang ada dalam suatu senyawa yang dianalisis. Spektrum IR dari sampel

squalen yang diisolasi dari minyak hati ikan hiu ditunjukkan dalam Gambar 6.4 di bawah ini.



Gambar 6.4 Spektrum infra merah squalen
(Sumber: Yohanes, dkk., 1998)

Dari spektrum IR seperti yang tampak pada gambar di atas terlihat adanya puncak-puncak (*peak*) khas pada beberapa bilangan gelombang (*wave number*, ν) sebagai berikut:

2900 cm^{-1} menunjukkan jenis vibrasi C-H ulur alifatik (alkana), intensitas kuat.

1650 cm^{-1} menunjukkan jenis vibrasi C=C-H alkena, intensitas sedang.

1450 cm^{-1} menunjukkan jenis vibrasi CH_2 asimetris. Intensitas kuat.

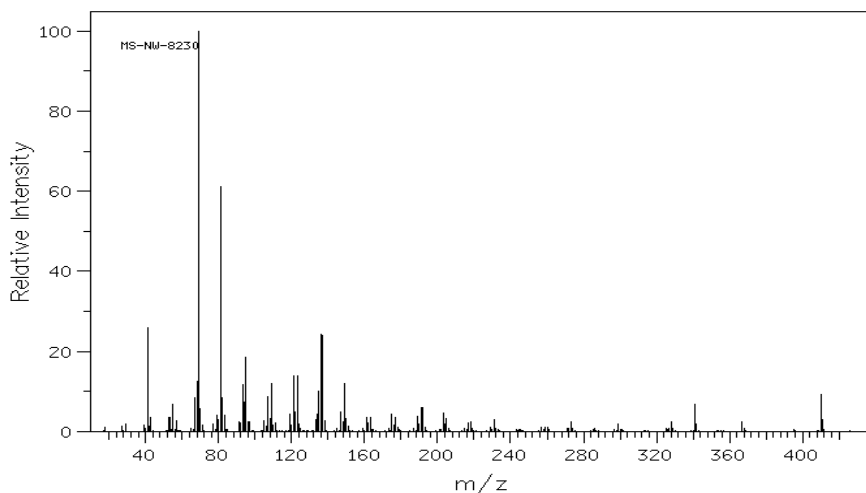
1375 cm^{-1} menunjukkan jenis vibrasi dari CH_3 . Intensitas kuat.

Ikatan rangkap pada alkil mempunyai konfigurasi *trans* karena dari data spektrum IR tersebut tampak ada serapan pada bilangan gelombang 980 cm^{-1} . Selanjutnya, serapan pada bilangan gelombang 1365-1375 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus-gugus metil CH_3 dalam bentuk gem dimetil.

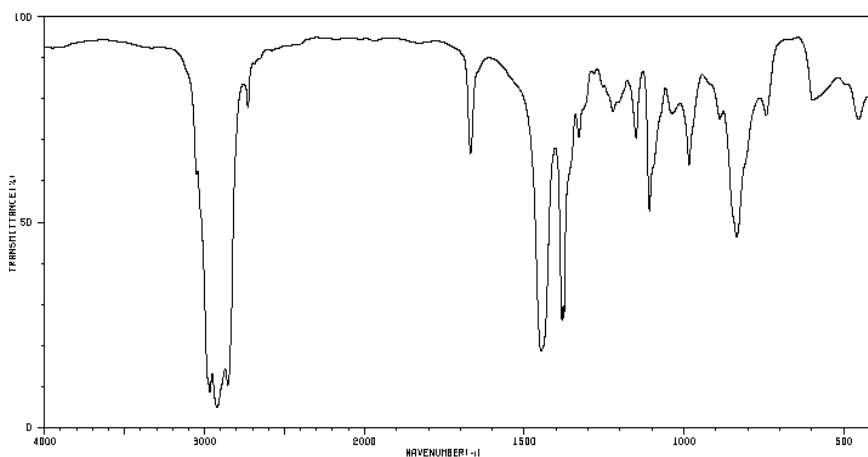
Dengan data keempat pengujian untuk mengidentifikasi squalen seperti yang sudah dijelaskan di atas, dapat dipastikan dengan tidak ada keraguan bahwa squalen hasil isolasi dari minyak hati ikan hiu tersebut adalah senyawa tunggal dan murni, dan sudah bebas dari pengotor.

Sebenarnya, untuk keperluan identifikasi senyawa secara spektroskopi, selain menggunakan instrumen spektroskopi UV-Vis dan IR, juga tersedia spektroskopi massa (*mass spectroscopy*, MS) dan Resonansi Magnet Inti (*nuclear magnetic resonance*, NMR), Resonansi Putaran Elektron (*electron spin resonance*, ESR) dan Spektroskopi Raman. Saat ini, di internet banyak tersedia *database online* spektrum UV, IR, MS, NMR, ESR dan Raman dari berbagai senyawa, yang dapat digunakan secara gratis. *Database* spektrum senyawa seperti ini sangat berguna bagi peneliti untuk membantu mengidentifikasi suatu senyawa, terutama bila tidak tersedia senyawa murni sebagai standar pembandingan.

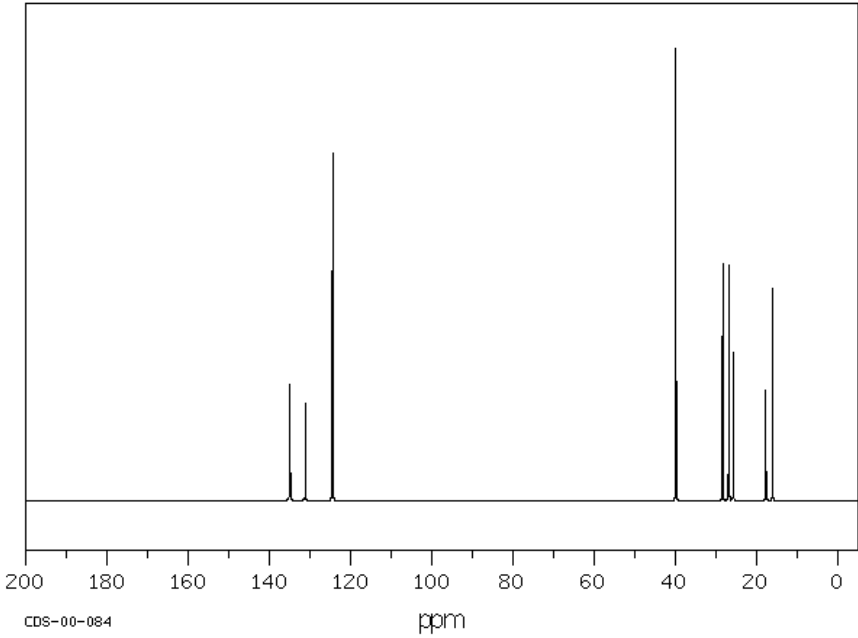
Sebagai contoh, dari situs Spectral Database for Organic Compounds SDBS dari National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Jepang (https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi), diperoleh beberapa spektrum dari senyawa squalen standar sebagai berikut (Gambar 6.5-7).



Gambar 6.5 Spektrum MS squalen standar/murni



Gambar 6.6 Spektrum IR squalen standar/murni



Gambar 6.7 Spektrum C-NMR squalen standar/murni

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bab 7

Potensi Ekonomi Squalen Minyak Hati Ikan Hiu dan Isu Lingkungan: Suatu Kontroversi

Potensi ekonomi squalen

Potensi ekonomi squalen yang terkandung dalam minyak hati ikan hiu menjadi fokus utama perdebatan global seiring dengan isu lingkungan yang semakin mencuat. Minyak hati ikan hiu, sebagai sumber utama squalen, memiliki peran penting dalam industri farmasi, kosmetik, dan pangan. Namun, pemanfaatannya juga mengundang kritik terkait dampaknya pada lingkungan laut. Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan secara komprehensif potensi ekonomi squalen dari minyak hati ikan hiu serta menggali isu lingkungan yang menyertainya, dan menciptakan pemahaman yang holistik mengenai kontroversi yang melibatkan kedua aspek ini.

Harga minyak ikan hiu curah (squalen kasar) di pasar Indonesia saat ini sekitar Rp 300.000 per liter atau Rp 258.000 per kilogram. Sedangkan harga squalen murni atau produk kapsul squalen antara Rp 200.000 – 400.000 per 100 gram (Rp 2.000.000 – 4.000.000 per kilogram). Kenyataan ini tentu saja sangat menarik secara ekonomi, memberikan keuntungan yang besar bagi para pedagang minyak ikan hiu dan squalen.

Data statistik Global Market Insights tahun 2016 menunjukkan bahwa produksi squalen dunia melebihi 5.900 ton dengan nilai komersial sebesar USD 111,9 juta. Pada tahun 2022, diperkirakan nilai dan produksinya akan meningkat secara signifikan (9%). Peningkatan disebabkan oleh semakin besarnya konsumsi produk-produk yang bermanfaat bagi kesehatan, obat pengontrol kolesterol, suplemen makanan, serta produk-produk kosmetik dan farmasi: krim pelembab, lotion, lipstik, *bronzer*, dan kondisioner untuk rambut, dan sebagainya.

Produk inovatif dalam beberapa tahun terakhir adalah penerapan squalen sebagai pembawa koadjuvan dalam vaksin, yang memberikan peluang untuk perluasan pasar lebih lanjut. Benua Eropa dan Asia adalah pasar yang paling menarik. Jerman, Perancis, Inggris, Italia, Cina, dan India adalah negara-negara dengan permintaan squalen tertinggi.

Keberadaan squalen minyak hati ikan hiu memberikan kontribusi penting dalam industri farmasi, kosmetik, dan pangan. Dalam industri-industri itu, squalen memiliki beragam kegunaan yang memberikan dampak positif pada produk-produk yang dihasilkan. Salah satu pemanfaatan utama adalah dalam industri farmasi, di mana squalen digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan beberapa jenis suplemen obat dan makanan. Selain itu, squalen juga digunakan dalam industri kosmetik sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk perawatan kulit dan kecantikan. Dalam industri pangan, squalen juga mendapat perhatian karena kemampuannya meningkatkan penyerapan nutrisi tertentu dan memberikan nilai tambah pada produk. Minyak squalen, yang dapat diekstrak dari minyak hati ikan hiu, sering digunakan sebagai suplemen makanan. Kegunaan squalen dalam industri tidak hanya mencakup keberlanjutan produk, tetapi juga memperkaya kualitas dan manfaat kesehatan dari berbagai produk yang dihasilkan.

Potensi pengembangan produk berbasis squalen

Potensi pengembangan produk berbasis squalen merujuk pada kemungkinan dan peluang untuk menciptakan produk-produk baru yang mengandung squalen sebagai bahan utamanya. Squalen, dengan sifat-sifatnya yang bermanfaat bagi kesehatan dan kecantikan, memberikan landasan yang kuat untuk inovasi dalam berbagai industri. Dalam industri farmasi, potensi pengembangan mencakup formulasi obat-obatan yang lebih efektif dan efisien, termasuk dalam pengembangan vaksin dan terapi penyakit tertentu. Di sektor kosmetik, squalen dapat menjadi bahan utama dalam produk perawatan kulit, produk anti-penuaan, dan produk kecantikan lainnya.

Selain itu, industri pangan juga dapat mengembangkan produk-produk fungsional dengan menambahkan squalen sebagai suplemen, mengoptimalkan manfaat kesehatan bagi konsumen. Potensi pengembangan produk ini juga dapat melibatkan sektor teknologi dan penelitian untuk meningkatkan metode ekstraksi squalen dari sumber alam dengan lebih efisien, atau bahkan menciptakan squalen sintesis yang dapat dihasilkan secara berkelanjutan. Dengan memanfaatkan potensi pengembangan produk berbasis squalen secara holistik, industri dapat merespons tuntutan konsumen yang semakin sadar akan kesehatan dan keberlanjutan, membuka pintu bagi inovasi yang mampu mendukung pertumbuhan ekonomi sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kontroversi squalen minyak hati ikan hiu: Potensi ekonomi vs. isu lingkungan

Walaupun squalen memiliki peran positif dalam kehidupan manusia, pemanfaatannya juga menyisakan dampak lingkungan yang kontroversial. Khususnya, ketika sumber utama squalen berasal dari minyak hati ikan hiu, isu-isu terkait penurunan

populasi ikan hiu dan dampak ekologis terhadap ekosistem laut menjadi sorotan. Perlu diperhatikan bahwa eksploitasi sumber daya alam untuk memperoleh squalen juga membawa implikasi terhadap keberlanjutan lingkungan, yang menjadi bagian dari kontroversi yang harus diperhitungkan. Oleh karena itu, pemahaman tentang squalen tidak hanya mencakup sisi keuntungan ekonomi, tetapi juga mengajak kita untuk merenungkan tanggung jawab kita terhadap keberlanjutan alam dan keseimbangan ekosistem.

Pemanfaatan squalen dari minyak hati ikan hiu membawa dampak ekologis yang serius, antara lain penurunan populasi ikan hiu yang berakibat pada ekosistem laut. Penurunan populasi ikan hiu dan dampaknya terhadap ekosistem laut merupakan masalah serius yang menciptakan ketidakseimbangan dalam ekosistem laut global. Peningkatan aktivitas penangkapan ikan hiu untuk memenuhi kebutuhan industri perikanan, kosmetik, dan farmasi telah menyebabkan penurunan drastis jumlah populasi ikan hiu di berbagai wilayah. Dampak langsung dari penurunan populasi ini melibatkan gangguan dalam rantai makanan laut, yang mengakibatkan ketidakstabilan ekosistem laut.

Ikan hiu, sebagai predator puncak, berperan penting dalam menjaga keseimbangan populasi organisme lain di dalam ekosistem laut. Penurunan jumlah ikan hiu akan menyebabkan peningkatan populasi mangsa mereka, yang pada gilirannya dapat mengurangi populasi organisme lain yang menjadi mangsa dari mangsa ikan hiu tersebut. Ketidakseimbangan ini dapat menciptakan gelombang efek berantai, dan mempengaruhi struktur dan fungsi ekosistem laut secara menyeluruh.

Dampak lainnya termasuk degradasi ekosistem karang dan kerugian keanekaragaman hayati. Ikan hiu memainkan peran vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem terumbu karang dengan mengendalikan populasi hewan yang memakan karang, seperti hewan yang berjenis karang, dan ikan herbivora. Penurunan populasi ikan hiu dapat meningkatkan tekanan pada terumbu

karang dan mengancam keberlanjutan ekosistem laut yang rentan terhadap perubahan.

Oleh karena itu, penurunan populasi ikan hiu bukan hanya mengancam kelangsungan hidup spesies tersebut tetapi juga menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem laut secara menyeluruh. Upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya ikan hiu yang berkelanjutan menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan dan keanekaragaman hayati ekosistem laut global.

Pemanfaatan squalen dari minyak hati ikan hiu juga menimbulkan efek berantai terhadap biodiversitas laut. Efek berantai terhadap biodiversitas laut merujuk pada serangkaian dampak negatif yang terjadi di dalam ekosistem laut sebagai akibat dari perubahan atau gangguan pada satu atau beberapa spesies tertentu. Ketika ada perubahan dalam populasi suatu spesies, terutama spesies kunci atau pemangsa puncak seperti ikan hiu, efek tersebut dapat menyebabkan perubahan dramatis pada struktur dan dinamika ekosistem laut secara keseluruhan.

Misalnya, penurunan populasi ikan hiu sebagai pemangsa puncak dapat mengakibatkan peningkatan jumlah populasi mangsa mereka, seperti ikan-ikan kecil atau hewan laut lainnya. Dampak ini kemudian dapat menyebabkan penurunan populasi organisme yang menjadi mangsa dari ikan-ikan kecil tersebut. Pada gilirannya, peningkatan populasi mangsa dapat memberikan tekanan berlebihan pada sumber daya makanan tertentu atau habitat tertentu, menyebabkan perubahan dalam komposisi spesies dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

Efek berantai ini dapat merambat ke berbagai tingkat trofik dalam rantai makanan, mempengaruhi kelimpahan dan distribusi berbagai spesies dan menyebabkan kerugian keanekaragaman hayati. Selain itu, perubahan dalam komposisi spesies dapat membawa dampak ekonomi dan ekologis yang signifikan, terutama jika spesies yang terpengaruh memiliki peran ekologis atau ekonomis yang krusial dalam ekosistem laut.

Oleh karena itu, pemahaman mengenai efek berantai terhadap biodiversitas laut menjadi penting dalam konteks konservasi dan pengelolaan sumber daya laut. Upaya untuk menjaga keberlanjutan ekosistem laut harus memperhitungkan potensi efek berantai ini dan merancang strategi pengelolaan yang komprehensif untuk melindungi keanekaragaman hayati dan menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Mencari squalen dari sumber nabati: Suatu solusi rasional

Permintaan global akan squalen sebagian besar dipenuhi oleh tiga sumber ekstraksi: metode hewani, nabati, dan sintetis. Squalen yang diekstraksi dari minyak hati ikan hiu paling dihargai karena prosesnya relatif mudah tapi memberikan hasil yang tinggi. Walaupun demikian, saat ini squalen dari minyak hati ikan hiu yang sudah tidak dianjurkan lagi untuk digunakan karena diberlakukannya aturan yang melarang penangkapan dan penjualan ikan hiu di banyak negara. Bahkan perusahaan pangan dan kosmetik transnasional L'Oreal dan Unilever telah menyatakan produknya bebas dari squalen hewan laut. Hal ini telah meningkatkan permintaan squalen dari sumber lain. Karena itu, sangat penting untuk mencari sumber daya alam lain yang berkelanjutan dan aman, terutama sumber daya tumbuhan, untuk menghasilkan squalen yang “ramah lingkungan” dibandingkan minyak hati ikan hiu.

Penelitian-penelitian beberapa waktu belakangan ini mendapati bahwa ada beberapa tumbuhan dapat diandalkan menjadi penghasil squalen, untuk menggantikan sumber tradisional minyak hati ikan hiu. Tumbuhan sumber squalen ini termasuk buah-buahan, biji-bijian atau minyak. Minyak zaitun (*Olea europaea*), *Camellia oleifera*, minyak biji tumbuhan kelompok bayam (*Amaranthus tricolor*, *A. cruentus*, *A. hypochondriacus*), minyak biji ketapang (*Terminalia catappa*), *Siraitia grosvenorii*, *Staphylea bumalda*,

telah mulai diperkenalkan sebagai sumber-sumber potensial untuk menghasilkan squalen di masa depan.

Beberapa hasil penelitian dalam kurun waktu 10 tahun belakangan ini menunjukkan mulai adanya peralihan penggunaan squalen minyak hati ikan hiu ke sumber-sumber nabati (non-hewani). Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar squalen yang digunakan di industri-industri di Amerika Serikat dan Eropa tidak lagi berasal dari minyak hati ikan hiu, melainkan dari hasil ekstraksi buah zaitun, dan sedikit dari tebu. Karena itu perlu dilakukan berbagai penelitian untuk pengembangan teknik budidaya tumbuhan sehingga menghasilkan squalen dengan kadar yang lebih tinggi. Juga diperlukan penelitian-penelitian untuk mengembangkan metode ekstraksi dan isolasi squalen dari tumbuhan yang lebih efektif dan efisien.

Ahir-akhir ini telah juga dimulai upaya produksi squalen dengan memanfaatkan bakteri dan jamur. Beberapa peneliti di laboratorium bioteknologi telah mengembangkan teknik untuk produksi squalen skala industri, namun hasil yang diperoleh dari *Saccharomyces cerevisiae*, *Botryococcus braunii*, *Aurantiochytrium* sp., dan *E. coli* sangat sedikit, lebih rendah dibandingkan dengan sumber tumbuhan, dan hanya dapat menjangkau kurang dari 10% kebutuhan dunia.

Saat ini, kemajuan bioteknologi telah mengembangkan alternatif untuk produksi squalen secara komersial. Pada tahun 1920, ketika biosintesis kolesterol ditemukan, diduga squalen dapat diproduksi melalui isopren, dan setelah tahun 90-an, dengan metode bioteknologi, telah diproduksi squalen melalui materi genetik yang dimodifikasi.

Beberapa laboratorium seperti Amyris Biotechnologies, Arista Industries Inc., dan Nucleus LLC. telah mengembangkan paten untuk memperoleh squalen melalui pembuatan terpen dari gula yang dapat difermentasi menggunakan ragi biasa. Teknologi ini meniru proses alami untuk menghasilkan β -farnesen (prekursor

squalen), menghilangkan ragi, dan menghasilkan senyawa kimia sederhana yang menghindari perlunya isolasi squalen lipofilik dan tidak stabil secara oksidatif dari biomassa fermentasi. Untuk mendapatkan squalen dengan kemurnian yang tinggi, pada tahap akhir proses dilakukan hidrogenasi dan pemurnian.

Metode semi-sintesis ini tampaknya cukup prospektif dan menjanjikan untuk produksi squalen secara luas di masa depan. Hal ini dikarenakan prosesnya dapat diulang-ulang secara lebih cepat. Walaupun demikian, proses pembuatan squalen dengan metode ini harus dikontrol secara ketat untuk menjamin kualitasnya, termasuk memastikan terbebasnya produk squalen dari kontaminasi bahan-bahan kimia yang digunakan selama proses produksinya, sehingga dapat meyakinkan masyarakat dan industri. Karena, beberapa survei di bidang pemasaran telah memastikan preferensi konsumen terhadap produk squalen yang alami, terutama di pasar Eropa. Konsumen meyakini bahwa squalen alami lebih aman dan bermanfaat.

Bab 8

Penutup

Ringkasan

Squalen memiliki banyak manfaat bagi manusia, dan diaplikasikan secara luas dalam berbagai keperluan. Berbagai produk perawatan kulit seperti krim, lotion dan serum, dan berbagai formulasi obat-obatan, vaksin dan suplemen kesehatan dan suplemen makanan banyak menggunakan squalen sebagai bahan utamanya. Beberapa aktivitas farmakologi squalen yang sudah diketahui antara lain sebagai antioksidan, antiradikal bebas, antiinflamasi, memelihara dan meningkatkan kesehatan jantung, dan memperkuat sistem kekebalan tubuh.

Salah satu sumber squalen yang terpenting dan terbesar adalah minyak hati ikan hiu. Minyak hati dari beberapa spesies ikan hiu memiliki kandungan squalen yang sangat tinggi, dapat mencapai 80-an persen berat organ hati ikan hiu. Squalen adalah salah satu bahan yang sangat berharga dari seekor ikan hiu, selain daripada siripnya. Harga jual squalen di pasar domestik dan internasional cukup mahal, karena itu squalen menjadi salah satu komoditas ekonomi yang sangat menguntungkan selain daging sirip ikan hiu.

Secara umum, untuk memperoleh squalen murni dari minyak hati ikan hiu melibatkan langkah-langkah: ekstraksi minyak dari daging hati ikan hiu, hidrolisis minyak hasil ekstraksi, dan pemurnian squalen. Ekstraksi minyak hati ikan hiu dapat dilakukan dengan cara perebusan cacahan daging hati ikan hiu. Cara ekstraksi yang lain adalah dengan menjemur irisan atau cacahan daging hati ikan hiu di bawah panas matahari sampai minyaknya keluar. Kedua

cara ekstraksi ini menghasilkan minyak kasar. Proses hidrolisis dilakukan dengan mereaksikan minyak kasar dengan larutan kalium hidroksida (KOH) untuk memisahkan squalen yang tidak tersabunkan dari komponen minyak lemak yang dapat tersabunkan (dapat mengalami reaksi saponifikasi). Proses hidrolisis ini menghasilkan squalen kasar. Tahap akhir dari pekerjaan isolasi squalen adalah pemurnian. Squalen kasar dimurnikan dengan cara “menyaring” squalen menggunakan adsorben seperti silika gel atau zeolit dalam sebuah kolom, untuk memisahkan squalen dari sisa-sisa zat pengotor yang masih terikut dari proses hidrolisis.

Potensi ekonomi squalen yang terkandung dalam minyak hati ikan hiu menjadi fokus utama perdebatan global seiring dengan isu lingkungan yang semakin mencuat. Kebutuhan yang tinggi akan squalen telah menyebabkan eksploitasi besar-besaran ikan hiu di seluruh dunia, yang mana menyebabkan populasi hiu menjadi menurun drastis, bahkan ada spesies yang terancam punah. Karena itu saat ini makin digencarkan kajian-kajian untuk mendapatkan dan mengembangkan squalen dari sumber lain, terutama dari tumbuhan dan mikroorganisme.

Minyak zaitun dan minyak biji bayam diketahui mengandung squalen dalam jumlah yang signifikan, dan dapat diandalkan untuk menjadi sumber potensial untuk menghasilkan squalen di masa depan. Upaya produksi squalen secara bioteknologi dengan memanfaatkan bakteri dan jamur juga telah dilakukan namun hasil yang diperoleh belum prospektif. Metode sintesis atau semi-sintesis di laboratorium atau industri juga tampaknya menjanjikan untuk produksi squalen secara luas di masa depan.

Kesimpulan

Pada dasarnya, metode isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu adalah suatu pekerjaan pemisahan yang sederhana dan relatif mudah dalam ilmu kimia. Sederhana dan mudahnya aplikasi

metode pemisahan ini dikarenakan squalen merupakan komponen utama yang sangat besar jumlahnya di dalam minyak hati ikan hiu, sementara komponen lain hanya terdapat dalam jumlah yang kecil. Kemudahan metode pemisahan itu juga sangat berkaitan erat dengan minimnya interaksi kimia antara squalen dengan komponen lainnya dalam hati minyak ikan hiu, sehingga untuk memisahkan dan memurnikan squalen dari komponen-komponen lainnya tidak membutuhkan perlakuan kimia yang rumit.

Saran

Sehubungan dengan metode isolasi squalen, karena saat ini dan di masa depan sumber squalen tidak lagi mengandalkan minyak hati ikan hiu, maka penulis menyarankan para peneliti untuk melakukan penyesuaian dan optimasi cara kerja isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu ini menjadi metode yang lebih tepat untuk mengisolasi squalen dari sumber tumbuh-tumbuhan tertentu. Pengembangan metode isolasi (pemisahan dan pemurnian) squalen dari bahan tumbuhan dirasa penting untuk dilakukan, mengingat bahwa squalen di dalam sel tumbuhan relatif kecil kadarnya, bukan merupakan metabolit yang dominan, dan tercampur dengan banyaknya jenis senyawa metabolit primer dan sekunder lain. Karena itu juga sangat diperlukan penelitian-penelitian untuk mengembangkan metode baru untuk ekstraksi dan isolasi squalen dari tumbuhan yang lebih efektif dan efisien.

Saran lainnya adalah perlunya ditingkatkan penelitian untuk mencari jenis tumbuhan yang memiliki kandungan squalen yang lebih besar daripada yang sudah diketahui saat ini. Banyak tumbuhan yang belum diteliti untuk itu, sangat mungkin ada yang mengandung squalen dalam jumlah yang lebih menjanjikan. Pengembangan teknologi produksi dan inovasi lainnya untuk mendapatkan sumber squalen yang baru dan prospektif perlu terus dilakukan.

Daftar Pustaka

- A. Andrieș, I. Popa, N. Elena Băbeanu, S. Niță, and O. Popa, "Squalene-natural resources and applications," *Farmacia*, vol. 62, no. 5, pp. 840–862, 2014.
- A. Fernandez-Cuesta, L. Leon, L. Velasco, and R. De la Rosa, "Changes in squalene and sterols associated with olive maturation," *Food Research International*, vol. 54, no. 2, pp. 1885–1889, 2013.
- A. L. Ronco, E. De Stéfani, and A. Ronco, "Squalene: a multi-task link in the crossroads of cancer and aging," *Functional Foods in Health and Disease*, vol. 3, no. 12, pp. 462–476, 2013.
- A. Nakazawa, Y. Kokubun, H. Matsuura et al., "TLC screening of thraustochytrid strains for squalene production," *Journal of Applied Phycology*, vol. 26, no. 1, pp. 29–41, 2014.
- Aioi A., Shimizu T., Kuriyama K. Effect of squalene on superoxide anion generation induced by a skin irritant, lauroylsarcosine. *Int. J. Pharm.* 1995;113:159–164.
- Bockisch, M. 1998. *Fats and Oils Handbook*, AOCS Press, Hamburg Germany.
- C. V. Rao, H. L. Newmark, and B. S. Reddy, "Chemopreventive effect of squalene on colon cancer," *Carcinogenesis*, vol. 19, no. 2, pp. 287–290, 1998.
- Clarke, S., E.J. Gulland, Milner, and T. Bjorndal. 2007. Perspectives: social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade, *Marine Resource Economics*, 22:305–327.
- D. Mcphee, A. Pin, L. Kizer, and L. Perelman, "Squalane from sugarcane," *Cosmetics & Toiletries magazine*, vol. 129, no. 6, pp. 1–6, 2014.
- D. W. Hall, S. N. Marshall, K. C. Gordon, and D. P. Killeen, "Rapid quantitative determination of squalene in shark liver

- oils by Raman and IR spectroscopy,” *Lipids*, vol. 51, no. 1, pp. 139–147, 2016.
- E. Naziri, F. Mantzouridou, and M. Z. Tsimidou, “Squalene resources and uses point to the potential of biotechnology,” *Lipid Technology*, vol. 23, no. 12, pp. 270–273, 2011.
- F. Dent and S. Clarke, “State of the global market for shark products,” *FAO Fishereis and Aquaculture Technical Paper*, vol. 590, p. 187, 2015.
- F. Esra Güneş, M. Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, B. Diyetetik Bölümü, and İ. Türkiye, “Medical use of squalene as a natural antioxidant derleme/review,” *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences*, vol. 33, no. 44, pp. 220–228, 2013.
- Fahmi, Dharmadi. Tinjauan Status Perikanan Hiu dan Upaya Konservasinya di Indonesia. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan KKP, Juni 2013.
- G. P. Ghimire, H. T. Nguyen, N. Koirala, and J. K. Sohng, “Advances in biochemistry and microbial production of squalene and its derivatives,” *Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 26, no. 3, pp. 441–451, 2016.
- G. S. Kelly, “Squalene and its potential clinical uses,” *Alternative Medicine Review*, vol. 44, no. 11, pp. 29–36, 1999.
- G. Wejnerowska, P. Heinrich, and J. Gaca, “Separation of squalene and oil from *Amaranthus* seeds by supercritical carbon dioxide,” *Separation and Purification Technology*, vol. 110, pp. 39–43, 2013.
- H. L. Newmark, “Squalene, olive oil, and and cancer risk: a review and hypoyhesis,” *Carcinogenesis*, vol. 6, no. 12, pp. 1101–1103, 1997.
- H. P. He and H. Corke, “Oil and squalene in *Amaranthus* grain and leaf,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, no. 27, pp. 7913–7920, 2003.

- Indra T. Maulana¹, Sukraso, dan Sophi Damayanti. Kandungan asam lemak dalam minyak ikan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 6, no. 1, hlm. 121-130, 2014.
- K. H. S. Farvin, R. Anandan, S. Hari Senthil Kumar et al., “Cardioprotective effect of squalene on lipid profile in isoprenaline-induced myocardial infarction in rats,” *Journal of Medicinal Food*, vol. 9, no. 4, pp. 531–536, 2006.
- Kohno Y., Egawa Y., Itoh S., Nagaoka S., Takahashi M., Mukai K. Kinetic study of quenching reaction of singlet oxygen and scavenging reaction of free radical by squalene in n-butanol. *Biochim. Biophys. Acta*. 1995; 1256:52–56.
- L. H. Reddy and P. Couvreur, “Squalene: a natural triterpene for use in disease management and therapy,” *Advanced Drug Delivery Reviews*, vol. 61, no. 15, pp. 1412–1426, 2009.
- M. Azalia Lozano-Grande, Shela Gorinstein, Eduardo Espitia-Rangel, Gloria Dávila-Ortiz, and Alma Leticia Martínez-Ayala. “Plant sources, extraction methods, and uses of squalene.” *International Journal of Agronomy*, 13 pages, vol. 2018.
- M. Tsujimoto, “Squalene: a highly unsaturated hydrocarbon in shark liver oil,” *Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 12, no. 1, pp. 63–72, 1920.
- O. Popa, N. E. Băbeanu, I. Popa, S. Niță, and C. E. Dinu-Pârvu, “Methods for obtaining and determination of squalene from natural sources,” *BioMed Research International*, vol. 2015, 16 pages, 2015.
- P. Gupta, K. Singhal, A. K. Jangra, V. Nautiyal, A. Pandey. Shark Liver Oil: A Review. *AJPER* 2012, Vol 1, Issue 2 (1-15)
- Paolo M. Nainggolan. Pemburuan Hiu Ancaman Bagi Ekosistem Laut.<https://www.national-oceanographic.com/article/pemburuan-hiu-ancaman-bagi-ekosistem-laut>. 21 Jul 2021
- R. Steiner, M. Drescher, M. Bonakdar, and W. Johannsbauer, “Method for producing squalene,” 2004.

- R. Uazhanova, Alimardanova M., Kizatova M., "Investigation of Biochemical Properties and Fractional Composition of Amaranth Oil." *Journal of Life Sciences*, 2013; 7(4): 437-442.
- R. W. Owen, R. Haubner, G. Würtele, W. E. Hull, B. Spiegelhalder, and H. Bartsch, "Olives and olive oil in cancer prevention," *European Journal of Cancer Prevention*, vol. 13, no. 4, pp. 319–326, 2004.
- Ryzard Amarowicz, "Squalene: a natural antioxidant?" *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 111, no. 5, pp. 411-412, 2009.
- S. K. Kim and F. Karadeniz, "Biological importance and applications of squalene and squalane," *Advances in Food and Nutrition Research*, vol. 65, pp. 223–233, 2012.
- S. Yohanes, "Isolasi dan karakterisasi senyawa bioaktif squalen dari minyak hati ikan hiu Nusa Tenggara Timur," Laporan Penelitian, pp. 1-50, 1998.
- T. J. Smith, "Squalene: potential chemopreventive agent," *Expert Opinion on Investigational Drugs*, vol. 9, no. 8, pp. 1841–1848, 2000.
- W.T. White, P.R. Last, J.D. Stevens, G.K. Yearsley, Fahmi, and Dharmadi, "Economically important sharks and rays of Indonesia (Hiu dan pari yang bernilai ekonomis penting di Indonesia)" Australian Centre for International Agricultural Research, 2006.
- W. Xu, X. Ma, and Y. Wang, "Production of squalene by microbes: an update," *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 32, no. 12, 2016.
- Z. R. Huang, Y. K. Lin, and J. Y. Fang, "Biological and pharmacological activities of squalene and related compounds: Potential uses in cosmetic dermatology," *Molecules*, vol. 14, no. 1, pp. 540–554, 2009.

Daftar Istilah

- Antioksidan** : Antioksidan merupakan molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel. Antioksidan seperti tiol atau asam askorbat mengakhiri reaksi berantai ini.
- Asam lemak omega-3** : Asam lemak omega-3 adalah asam lemak tak jenuh ganda yang ditandai dengan adanya ikatan rangkap pada tiga atom C dari gugus metil terminal dalam struktur kimianya. Asam lemak omega-3 yang penting antara lain asam α -linolenat (ALA), asam eikosapentanoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA).
- Biosintesis** : Proses sintesis dalam tubuh organisme hidup, yang dikatalisis-enzim di mana substrat diubah menjadi produk yang lebih kompleks. Dalam biosintesis, senyawa dimodifikasi, diubah menjadi senyawa lain, atau digabungkan bersama untuk membentuk makromolekul. Proses ini terkadang terdiri dari beberapa jalur metabolik. Beberapa dari jalur biosintesis ini berlokasi di dalam organel sel tunggal, sementara lainnya melibatkan enzim yang berlokasi di dalam organel sel ganda. Contoh dari jalur biosintesis ini diantaranya pada produksi komponen membran lipida dan nukleotida. Biosintesis biasanya bersinonim dengan anabolisme.

- Dekarboksilasi** : Reaksi kimia yang menyebabkan sebuah gugus karboksil (-COOH) terlepas dari senyawa semula menjadi karbon dioksida (CO₂).
- Dimetilalil pirofosfat (DMAPP)** : Senyawa intermediat dalam biosintesis senyawa-senyawa terpen. DMAPP adalah isomer dari IPP. DMAPP bersama IPP adalah C-5, isoprena aktif yang ada di alam.
- Ekstraksi CO₂ superkritis** : Ekstraksi menggunakan pelarut berupa karbon dioksida pada keadaan di atas suhu dan tekanan kritisnya. Ekstraksi CO₂ superkritis relatif ramah lingkungan karena toksisitasnya rendah. Suhu proses yang relatif rendah dan stabilitas CO₂ juga memungkinkan senyawa dapat diekstraksi dengan hanya sedikit kerusakan atau denaturasi. Ekstraksi CO₂ superkritis merupakan metode ekstraksi yang selektif.
- Farnesil-pirofosfat** : Zat antara (intermediat) dalam biosintesis terpen dan terpenoid seperti sterol dan karotenoid. FPP juga digunakan dalam sintesis koenzim-Q yang merupakan bagian dari rantai transpor elektron.
- Fermentasi** : Disebut juga peragian, adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen) yang menghasilkan perubahan biokimia organik melalui aksi enzim. Contoh fermentasi dapat ditemui dalam pembuatan roti, minuman anggur, keju, tempe dan tahu.
- Fitosterol** : Juga dikenal sebagai sterol tumbuhan, yakni kelompok steroid alkohol, yang ada secara alami di dalam tumbuhan, tidak ditemukan pada mamalia. Lebih dari 250 jenis fitosterol ditemukan dari berbagai spesies tumbuhan.

- Fosforilasi : Fosforilasi adalah penambahan gugus fosfat pada suatu protein atau molekul organik lain. Fosforilasi dapat meningkatkan efisiensi katalitik enzim, mengubahnya menjadi bentuk aktifnya.
- HDL
(*High-density lipoprotein*) : Lipoprotein densitas tinggi, merupakan salah satu golongan lipoprotein di mana kandungan protein lebih banyak dibanding lemak. HDL berfungsi mengambil kelebihan kolesterol (beserta lemak lainnya) dari sel-sel dan jaringan tubuh untuk dibawa kembali ke liver. Dengan kadar HDL yang tinggi, risiko aterosklerosis akan menurun, sehingga menurunkan risiko penyakit jantung koroner dan stroke. Karenanya, HDL dijuluki sebagai kolesterol baik.
- Hidrogenasi : Reaksi kimia yang melibatkan penambahan jumlah hidrogen (H_2). Proses ini umumnya terdiri dari adisi sepasang atom hidrogen kepada sebuah molekul.
- Hidrolisis : Penguraian zat dalam reaksi kimia yang disebabkan oleh air. Reaksi kimia dalam hidrolisis biasanya berlangsung dalam suasana asam atau basa.
- Isopentenil pirofosfat (IPP) : Senyawa antara dalam jalur mevalonat, dan digunakan oleh organisme dalam biosintesis terpen dan terpenoid. IPP dibentuk dari asetil-CoA melalui jalur mevalonat, dan kemudian diisomerisasi menjadi DMAPP oleh enzim isopentenil pirofosfat isomerase.
- Kelenjar *sebaceous* : Kelenjar mikroskopik yang berada tepat di bawah kulit yang mengeluarkan minyak yang disebut sebum.
- LDL
(*Low-density*) : Lipoprotein densitas rendah adalah golongan lipoprotein yang bervariasi dalam ukuran

- lipoprotein*) (diameter 18-25 nm) dan volumenya. LDL terdiri atas 26% kolesterol, 10% trigliserida, 25% protein, dan 15% lemak lainnya. LDL berfungsi mengangkut kolesterol dari hati ke jaringan dengan menggabungkannya ke dalam membran sel. LDL sering kali disebut sebagai kolesterol jahat karena kadar LDL yang tinggi berhubungan dengan penyakit kardiovaskuler, antara lain menyebabkan penyumbatan arteri (aterosklerosis).
- Penyakit degeneratif : Penyakit tidak menular yang terjadi akibat penurunan fungsi organ tubuh dan penuaan. Penyebab penyakit degeneratif yang utama adalah pola makan yang tidak sehat. Beberapa jenis penyakit degeneratif yaitu tekanan darah tinggi, kegemukan, diabetes melitus, kanker dan penyakit kardiovaskular.
- Radikal bebas : Radikal bebas adalah molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya, atau merupakan hasil pemisahan homolitik suatu ikatan kovalen. Akibat pemecahan homolitik, suatu molekul akan terpecah menjadi radikal bebas yang mempunyai elektron tak berpasangan.
- Rantai makanan : Suatu rantai perpindahan energi makanan dari sumber daya tumbuhan melalui seri organisme atau melalui jenjang makan di mana suatu organisme memakan satu sama lain untuk mendapatkan energi dan nutrisi dari organisme yang dimakan. Rantai makanan merupakan bagian dari jaringan makanan, di mana rantai makanan bergerak secara linear dari produsen ke konsumen teratas.
- Steroid : Kelompok senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang didapat dari hasil

reaksi penurunan dari terpen atau skualen. Senyawa yang termasuk turunan steroid, misalnya kolesterol, ergosterol, progesteron, dan estrogen. Pada umumnya steroid berfungsi sebagai hormon.

- Triterpen : Kelompok senyawa kimia yang terbentuk dari tiga unit terpen dengan rumus molekul $C_{30}H_{48}$; sering dikaitkan sebagai senyawa yang tersusun dari enam unit isopren. Binatang, tumbuhan dan jamur, semua dapat menghasilkan triterpena. Contoh yang paling penting adalah squalen sebagai bentuk paling dasar untuk semua steroid.
- VLDL : Lipoprotein densitas sangat rendah. VLDL terdiri atas 10% kolesterol, 70% trigliserida, 10% protein dan 10% lemak lainnya. VLDL sebagian besar membawa trigliserida ke dalam jaringan tubuh. VLDL dan LDL disebut kolesterol jahat karena keduanya dapat menyebabkan penumpukan plak di dalam arteri (aterosklerosis).
- (*Very low-density lipoprotein*)

Indeks

A

Alzheimer, 32, 48
Antiinflamasi, 44, 46
Antioksidan, 44, 45, 91
Asam lemak omega-3, 91
Asam mevalonat, 38, 39

B

Biosintesis, 38, 39, 91
Biosintesis squalen, 38, 39

D

Dekarboksilasi, 92
Docasahexaenoic acid/DHA,
28

E

Eciosapentaenoic acid/EPA,
28
Ekstraksi, 57, 61, 83, 92
Ekstraksi CO₂ superkritis, 92

F

Fitokimia, 101
Fitosterol, 50, 92

H

HDL, 36, 44, 93
Hidrolisis minyak, 58

I

Kromatografi Lapisan Tipis,
68
Spektrofotometer UV-
Visible, 69
Reaksi warna, 67
Isopentenil pirofosfat (IPP),
93
Isoprenoid, 50

K

Kelenjar *sebaceous*, 93
Kolesterol, 50
Kromatografi cair vakum
(*vacuum liquid*
chromatography, VLC), 55
Kromatografi lapisan tipis
(KLT), 55, 68

L

LDL, 36, 43, 44, 94

M

Makulopati, 32

Shark liver oil, 28

Minyak ikan, 2, 49

P

Penyakit degeneratif, 94

Potensi ekonomi squalen, 75,
84

R

Radikal bebas, 94

Rantai makanan, 94

S

Squalan, 35, 52, 53, 54

Squalen, 2, 4, 29, 33, 34, 35,
36, 37, 38, 39, 40, 43, 44,
45, 46, 47, 48, 49, 50, 55,
58, 60, 61, 64, 67, 77, 80,
83, 84

Steroid, 50, 95

T

Triterpen, 95

V

VLDL, 36

Tentang Penulis



Penulis - Maximus M. Taek - lahir di Halilulik, Kabupaten Belu, pada 13 Mei 1972. Pendidikan dasar dan menengah ditempuh di SD Katolik Santo Yakobus Halilulik tahun 1979-1985, SMP Katolik Hati Tersuci Maria (HTM) Halilulik tahun 1985-1988, dan SMA Negeri 1 Atambua tahun 1988-1991.

Penulis menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Nusa Cendana, Kupang, tahun 1993-1998. Pendidikan magister dan doktor di bidang ilmu Kimia Bahan Alam ditempuh tahun 2004-2006 dan 2014-2020 di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya.

Buku ini merupakan buku ketiga yang dihasilkan oleh penulis, setelah dua buku yang sudah terbit sebelumnya, “ETNOMEDISIN: Pengobatan Tradisional Penyakit Malaria Masyarakat Tetun di Timor Barat” (2020) dan “KAYU ULAR: Etnomedisin, Fitokimia, Aktivitas dan Toksisitas Obat Tradisional Antimalaria Andalan Orang Timor” (2023). Selain tiga buku itu, penulis juga telah menulis beberapa artikel ilmiah yang diterbitkan di jurnal internasional dan prosiding seminar nasional dan internasional. Artikel-artikel ilmiah yang dibawa dalam seminar internasional antara lain: “Plants in *ai tahan*, traditional medicine of the Tetun ethnic communities in West Timor Indonesia” (dipresentasikan pada The 7th Annual Basic Science International Conference di Universitas Brawijaya, Malang, 2017) dan “Ethnomedicinal plants

Buku ini tidak diperjualbelikan.

used for the treatment of malaria in Malaka, West Timor” (dipresentasikan pada International Symposium on Natural Medicines di IPB, Bogor, 2017). Beberapa artikel yang telah diterbitkan di jurnal-jurnal internasional terindeks *Scopus* dan *Web of Science*, antara lain: “Plants used in traditional medicine for treatment of malaria by Tetun ethnic people in West Timor Indonesia” (*Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2018); “Ethnomedicine of the Tetun ethnic people in West Timor Indonesia: philosophy and practice in the treatment of malaria” (*Integrative Medicine Research*, 2019); “Antiplasmodial activity and phytochemical constituents of the selected antimalarial plants used by native people in West Timor Indonesia” (*Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2021).

Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap pada Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Katolik Widya Mandira – Kupang. Penulis mengampu matakuliah kelompok kimia organik, antara lain Kimia Organik Dasar, Kimia Organik Bahan Alam, dan Metode Fitokimia. Penulis dapat dihubungi dengan alamat korespondensi: Program Studi Kimia FST Unika Widya Mandira, Jln. Jend. Achmad Yani No. 50-52 Kupang, Kode Pos 85115, e-mail: maximusmt2012@gmail.com., dan *mobile phone* 082 245 811 193.

Squalen adalah senyawa kandungan utama minyak hati ikan hiu. Squalen memiliki banyak manfaat bagi manusia, dan digunakan secara luas untuk berbagai keperluan. Squalen bermanfaat untuk kesehatan kulit, menangkal radikal bebas, sebagai antioksidan, dan mencegah penyakit degeneratif. Squalen juga bersifat antiinflamasi, dapat meningkatkan kesehatan jantung, dan memperkuat sistem imun tubuh. Berbagai produk perawatan kulit seperti krim, lotion dan serum, dan berbagai formulasi obat-obatan, vaksin dan suplemen makanan kesehatan banyak menggunakan squalen sebagai bahan aktifnya.

Buku ini menguraikan tentang salah satu cara sederhana untuk mendapatkan squalen dari minyak hati ikan hiu. Dalam buku ini diuraikan cara dan tahapan proses isolasi untuk mendapatkan squalen murni dari minyak hati ikan hiu, mulai dari ekstraksi minyak hati ikan hiu, hidrolisis minyak, pemisahan dan pemurnian squalen, serta identifikasi dan karakterisasi squalen dari minyak hati ikan hiu.

Buku ini tidak hanya berisi pembahasan tentang metode isolasi squalen dari minyak hati ikan hiu. Banyak juga informasi ilmiah dari hasil kajian terbaru tentang ikan hiu, minyak hati ikan hiu, squalen dan senyawa-senyawa yang berhubungan, nilai ekonomi squalen, prospek pengembangan squalen, sumber-sumber squalen non-hewani yang prospektif, dan teknologi produksi squalen di masa depan. Semua itu telah penulis rangkum selengkap mungkin untuk disajikan kepada para pembaca sekalian. Karena itu, buku ini tidak hanya berguna sebagai bahan bacaan untuk pengetahuan umum saja, tapi lebih daripada itu, dapat juga menjadi tambahan referensi bagi para peneliti, dan mahasiswa yang mempelajari ilmu kimia bahan alam, teori maupun praktik.



Scan **QR CODE**
Untuk akses **Buku Digital**



PENERBIT
RENA CIPTA MANDIRI



Kedungkandang, Kota Malang



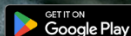
renacipta49@gmail.com



penerbit.renaciptamandiri.org



0822-3332-5390



Kategori : Ilmu Kimia

ISBN 978-623-8324-17-0



9 786238 324170