

KULIAH

CHEMISTRY FOR

COSMETIC SCIENCE

MARINE NATURAL PRODUCT

Part I

Dosen Pengampu :

Dr. apt. Liliek Nurhidayati, M.Si.



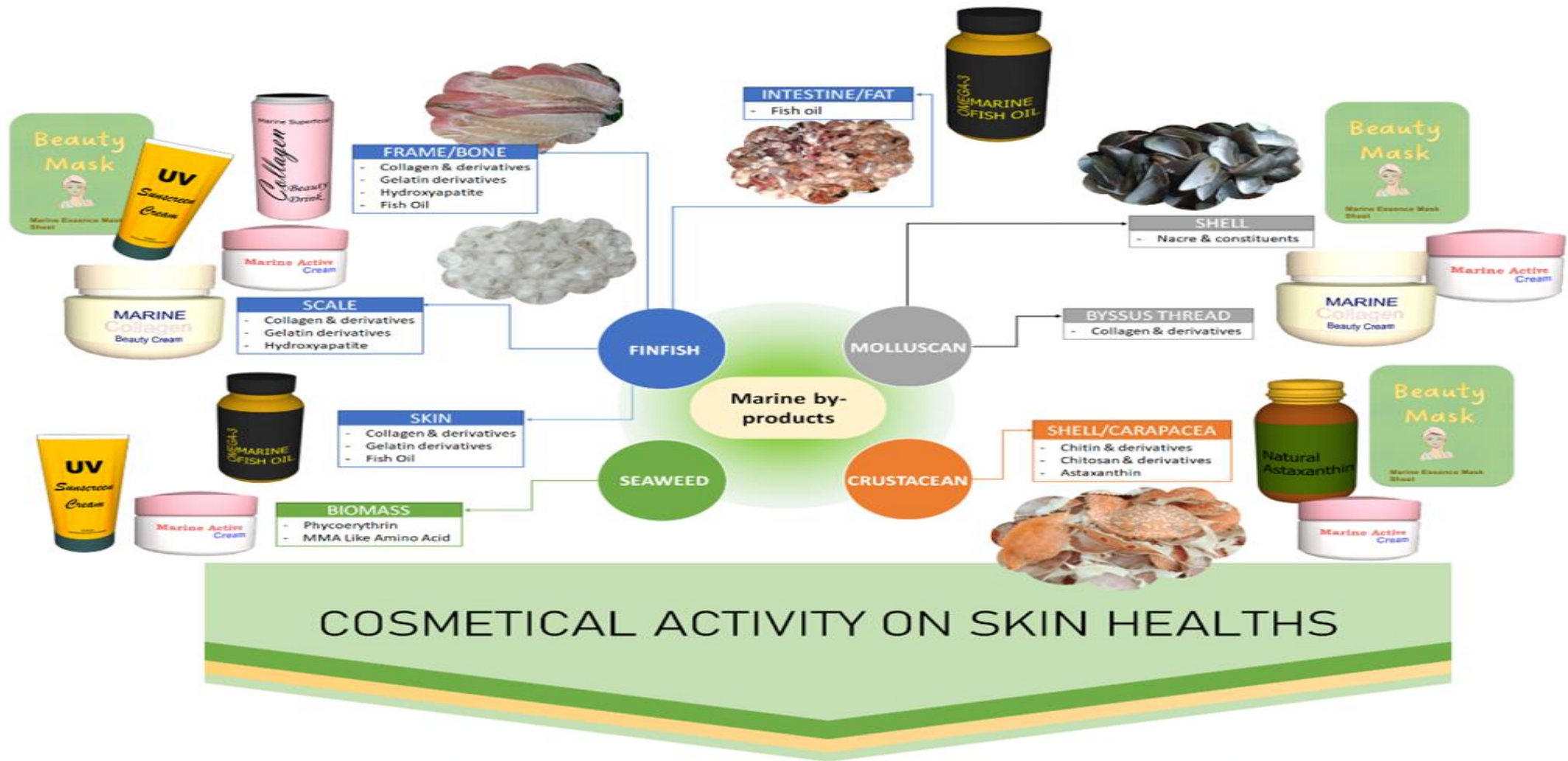
Program Magister Farmasi (S2-Farmasi)
Fakultas Farmasi Universitas Pancasila
Gasal 2025/2026



Marine product



Indonesia :
8.300.000 km² (1.900.000 km² daratan
dan 6.400.000 km² lautan)dengan garis
pantai 110.000 km.
hampir 2/3 diisi lautan → potensi
keanekaragaman hayati laut Indonesia
sangat besar



- | | |
|--|--|
| ☐ Antioxidant | ☐ Whitening agent |
| ☐ Anti-inflammatory | ☐ Skin hydration |
| ☐ Anti-acne | ☐ Skin rejuvenation |
| ☐ Anti UV-aging | ☐ Wound healing |

Latar Belakang

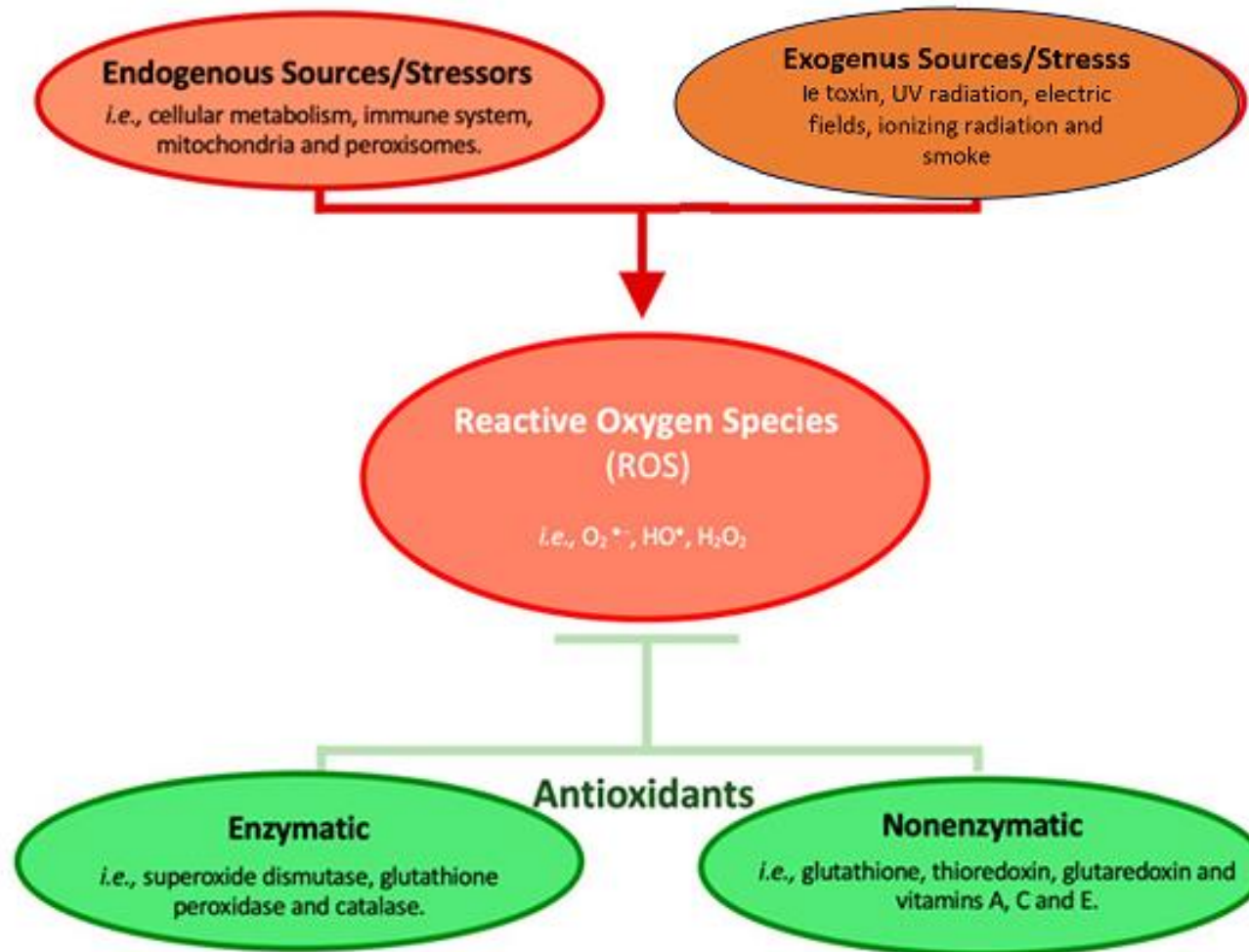
1. Pasar global produk kosmetika diperkirakan mencapai 463,5 milyar USD pada tahun 2027; 54,5 milyar USD adalah kosmetika bahan alam
2. Pasar kosmetika sangat dinamis → peluncuran produk baru sangat cepat
3. Permintaan kosmetika dengan ingredient dari alam meningkat pesat, mengapa?
→ ramah lingkungan, lebih aman, berkelanjutan
4. Lautan
 - 70% dari permukaan bumi, > 90% organisme hidup
 - a. berbagai macam habitat dan menjadi rumah bagi keanekaragaman hayati fauna dan flora.
 - b. karakteristik unik → adaptasi biologis → spektrum besar bioaktif dg keanekaragaman hayati yang masih belum dieksplorasi dan kurang dieksploitasi.
 - c. organisme laut bisa dibudidayakan menggunakan teknik akuakultur modern

Produk alami

- Produk alami → bersumber pada atau diproduksi oleh tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme
- Keragaman kimia tinggi, spesifisitas dan efisiensi pengikatan yang lebih baik → kandidat yang baik untuk diaplikasikan untuk kosmetika
- Untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan laut, organisme laut mengembangkan berbagai mekanisme yang mengarah pada produksi berbagai senyawa bioaktif
- Produk alam dari laut:
 - Adaptasi dengan lingkungan
 - Potensi besar untuk meningkatkan Kesehatan dan kesejahteraan manusia

Sifat biologis target dari bahan kosmetika

- Paparan agen eksternal pada kulit



- Oksidasi lipid membran merusak penampilan kulit, dan seiring bertambahnya usia, kemampuan tubuh untuk mengatur ROS meningkat, juga meningkatkan produksi mitokondrianya, yang berpuncak pada penuaan kulit. Oleh karena itu, untuk menghentikan proses ini, antioksidan dapat dimasukkan ke dalam kosmetik untuk mengurangi stres oksidatif
- Sebagian besar ROS (80%) diproduksi sebagai respons terhadap radiasi matahari, dengan sinar UV juga mengurangi aktivitas enzim antioksidan
- paparan sinar matahari merupakan kontributor terbesar terhadap penuaan kulit melalui hiperpigmentasi dan photoaging (degradasi kolagen dan asam hialuronat), yang menyebabkan kerutan

- Selama bertahun-tahun, kesadaran akan kerusakan kulit yang disebabkan oleh sinar UV dan paparan sinar matahari telah meningkat dan menyebabkan produksi dan komersialisasi kosmetik dengan sifat fotoprotektif
- Metaloproteinase matriks (MMP) (yaitu, kolagenase, gelatinase, dan stromelysin) bertanggung jawab atas degradasi protein matriks ekstraseluler (yaitu, kolagen, elastin, dan asam hialuronat)
- Senyawa yang mampu menghambat MMP menarik untuk pengembangan kosmetik guna mencegah photoaging pada kulit dan pembentukan kerutan

- Produk pemutih kulit :
 - penyediaan pigmentasi kulit yang merata → mengurangi konsentrasi melanin
 - nilai pasar untuk produk ini terus tumbuh dan diperkirakan akan mencapai 8,9 miliar USD pada tahun 2027
- Tirosinase → target yang baik untuk produk pemutih kulit.

No.	Compounds	Inhibition category	Experimental model
1.	Luteolin 7-sulfate	Very strong	Melanoma B16 and HEM cells
2.	Luteolin	Strong	Melanoma B16 and HEM cells
3.	Fucoidan	Strong	Mushroom tyrosinase
4.	Fucoxanthin	Strong	Melanoma B16 cells
5.	Eckol	Strong	Mushroom tyrosinase
6.	Dieckol	Strong	Melanoma B16 cells
7.	Phloroglucinol	Strong	Mushroom tyrosinase
8.	7-phloroeckol	Very strong	Melanoma B16 cells
9.	Gagunin D	Very strong	Mouse Melan-a cells
10.	Arenarol	Very strong	Melanoma B16 cells and NHMs
11.	Geoditin A	Very strong	Melanoma B16 cells
12.	HTS	Strong	Melanoma MM418 cells

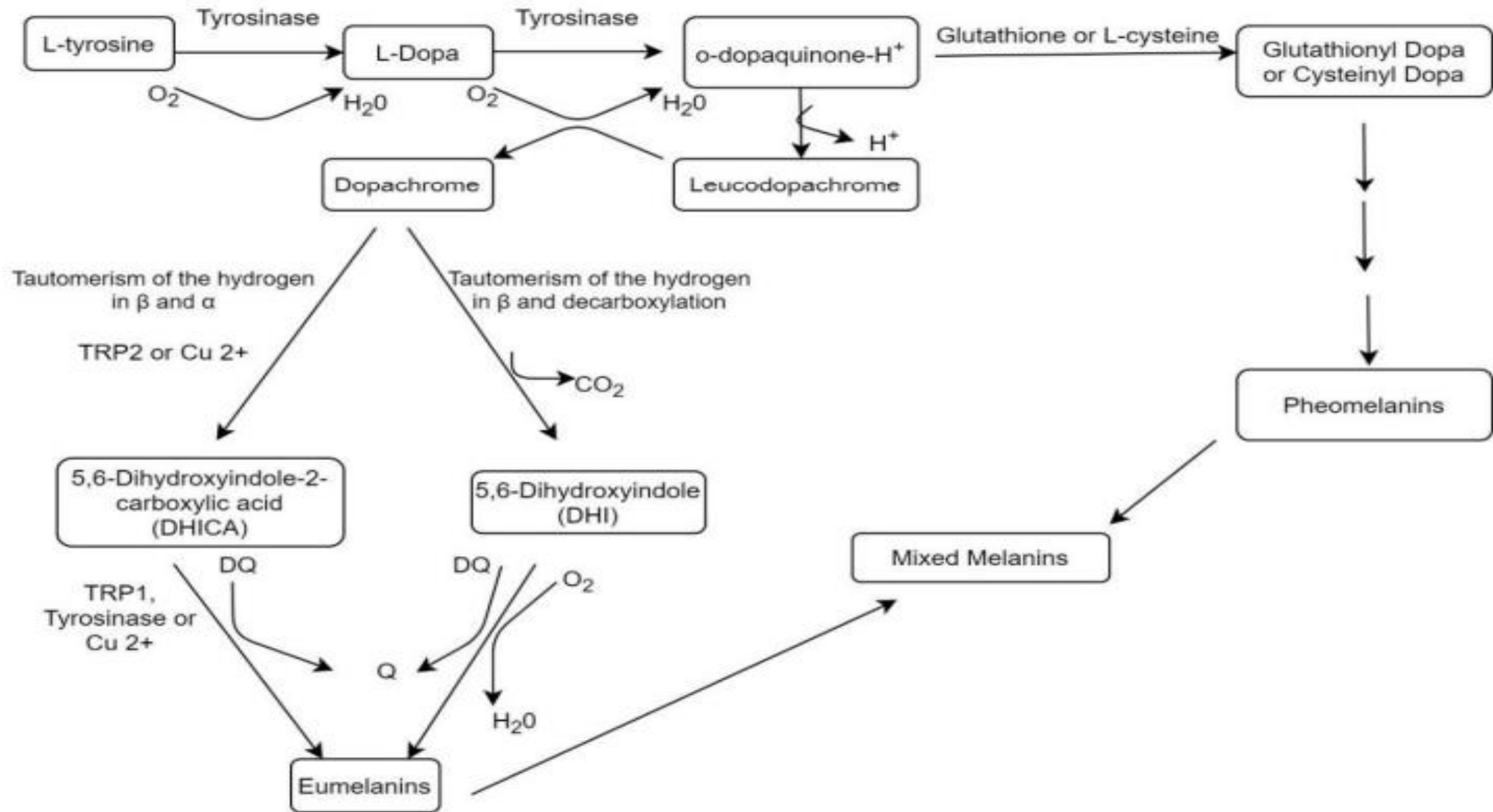


Figure 1. Scheme of the biosynthetic pathway of eumelanins and pheomelanins (Zolghadri et al., 2019)

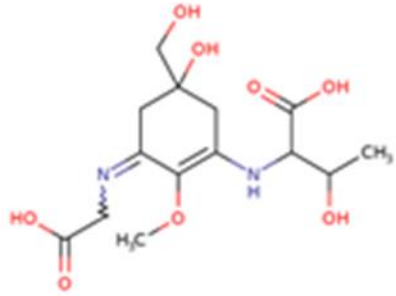
1. Mycosporine-like Amino Acids (MAAs)



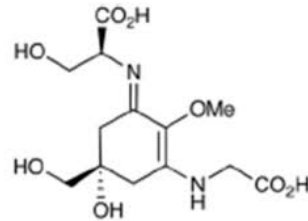
Fotoprotective, anti-aging, antioksidan, antiinflamasi

- MAA diproduksi oleh sianobakteri, fitoplankton, lumut kerak, cnidaria, spons, udang, bulu babi, Bintang laut, kerang, ascidia, alga) yang dipicu oleh stress UV yang tinggi
- MAA
 - tameng UV dengan menyerap dan menghilangkan radiasi UV dalam bentuk panas yang tidak berbahaya tanpa risiko menimbulkan reaksi fotokimia
 - aktivitas antioksidan tinggi

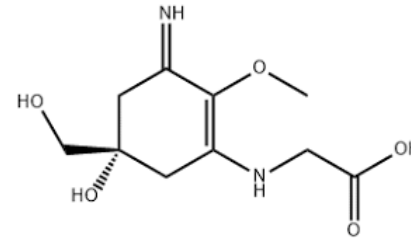
Mycosporine-like Amino Acids (MAAs) lanjutan



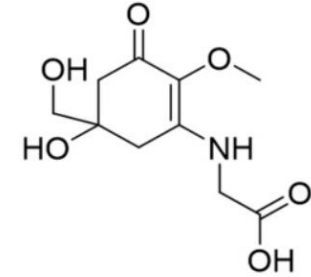
Porphyra-334



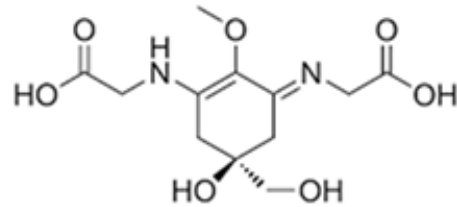
Shinorine



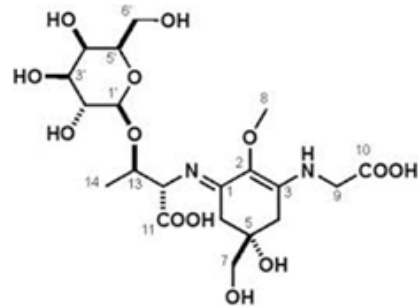
Palythine



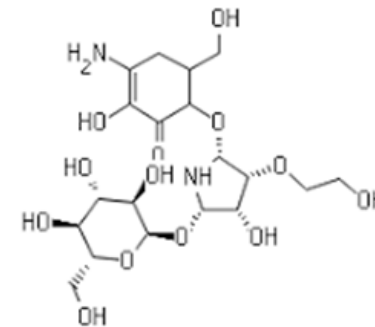
Mycosporine-glycine



Mycosporine-2-glycine



Mycosporine-2-glycine



Collemine A

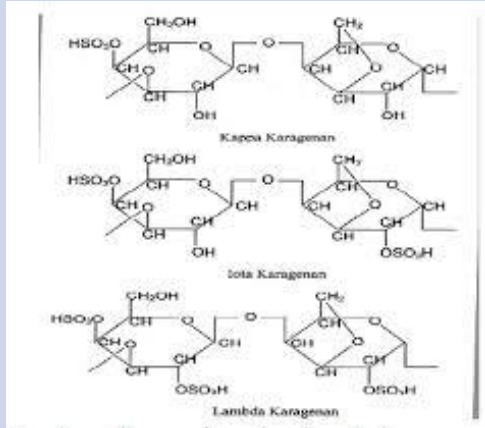
2. Polisakarida

- Merupakan bahan kosmetika yang diinginkan karena retensi air yang tinggi dan kemampuan sebagai antiinflamasi dan antimikroba
- Diproduksi oleh organisme dari filum Crustacea, Phaeophyta dan Rhodophyta
- Sumber terpenting: alga
- Polisakarida yang diisolasi dari *Porphyra haitanensis*, *Gracilaria chouae*, and *Gracilaria blodgettii* memiliki aktivitas sebagai pemutih kulit, dan penghambat tyrosinase
- Polisakarida dari *Sargassum* sp : aktivitas menghambat tyrosinase, menghambat elastase, antioksidan dan melembabkan kulit

Nama senyawa & struktur

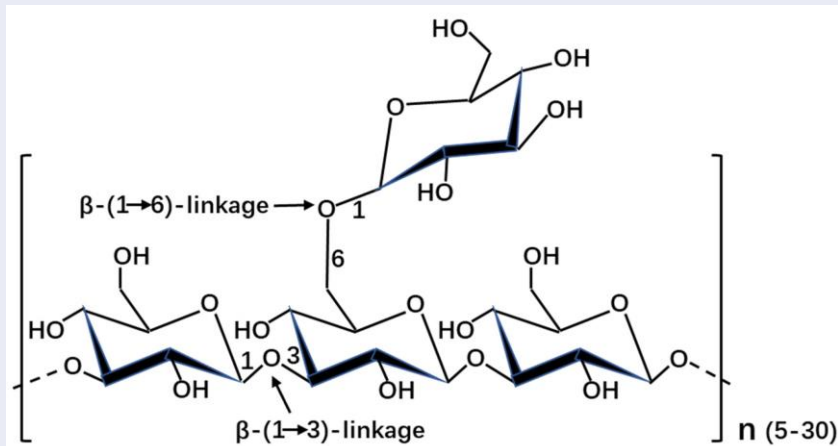
Bioaktivitas/manfaat

Carrageenan

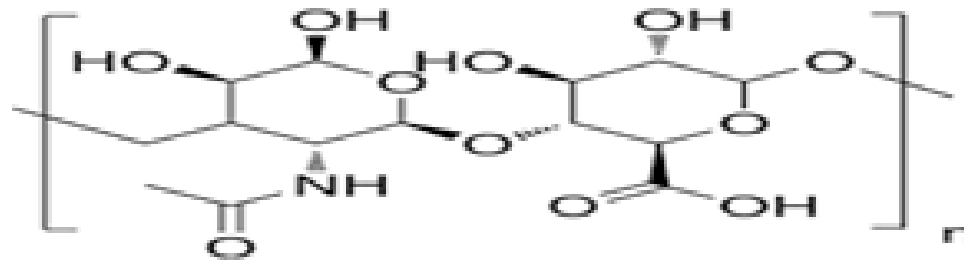


Antioxidant,
anti-photoaging, and whitening

Laminarin



Antioxidant, anti-aging, and anti-photoaging



- Asam hialuronat diproduksi secara alami oleh tubuh dan dikenal karena sifat retensi kelembapannya yang luar biasa. Asam ini membantu menjaga kulit tetap terhidrasi, kenyal, dan halus.
- Asam hialuronat dapat menahan hingga seribu kali beratnya dalam air, menjadikannya komponen penting dalam banyak formula perawatan kulit. Karena kemampuannya untuk meningkatkan kelembapan kulit dan mengurangi munculnya garis-garis halus, asam hialuronat merupakan bahan penting untuk menjaga kulit tetap muda dan sehat.

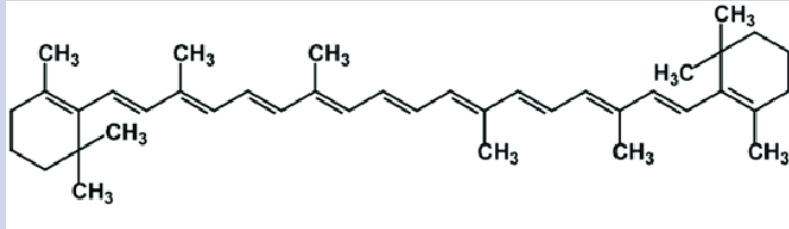
3. Karotenoid

- Pigmen alami dengan sifat mengumpulkan cahaya fotosintesis, mentransfer energi matahari yang diserap klorofil dan bertindak sebagai fotoprotektor dan fotosintetik.
- Dapat ditemukan dalam sel Cyanobacteria (melindungi sel ini dari stress fotooksidatif)
- Karotenoid dari Cyanobium sp memiliki aktivitas anti-hyaluronidase
- Meskipun banyak karotenoid yang berasal dari laut memiliki sifat antioksidan yang tinggi, hanya sedikit yang terdapat dalam kosmetik dan tabir surya yang dikomersialkan karena hasil uji klinisnya tidak sesuai harapan

Nama senyawa & struktur

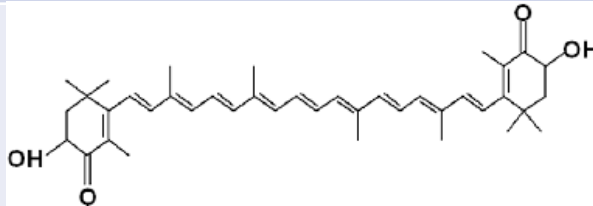
Bioaktivitas/manfaat

β -carotene



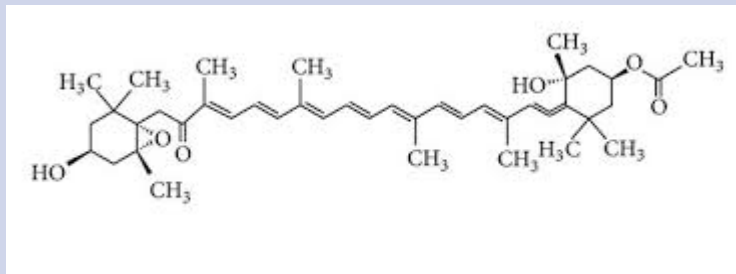
Anti-aging, antioxidant, and photoprotective

Astaxanthin



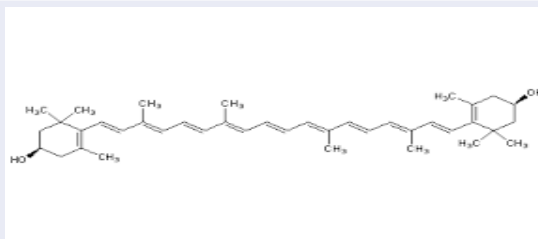
Antioxidant, anti-photoaging, and whitening

Fucoxanthin



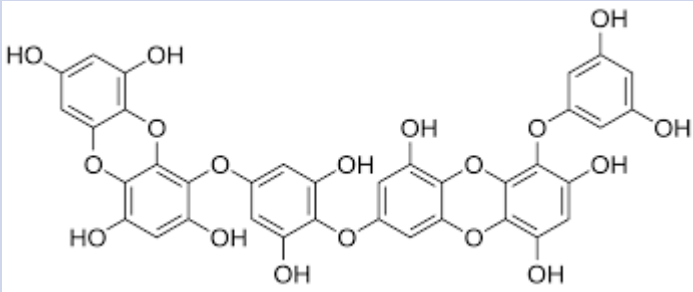
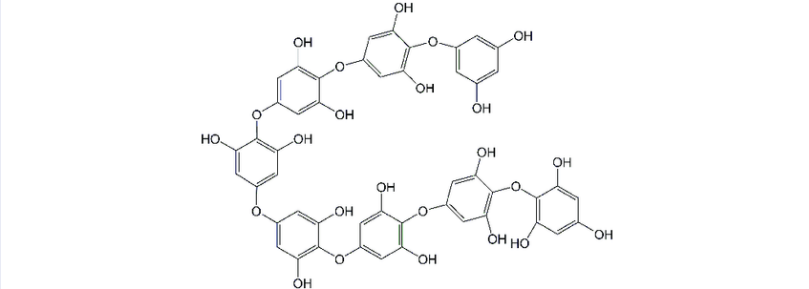
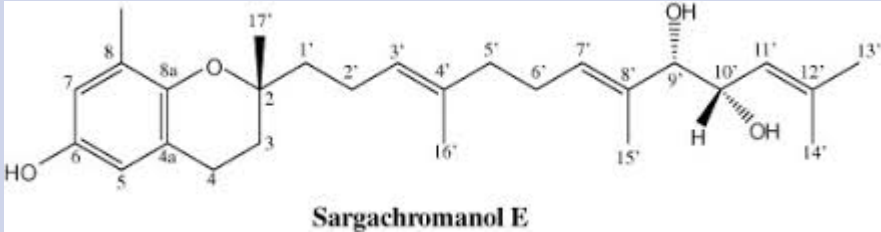
Antioxidant and photoprotective

Zeaxanthin



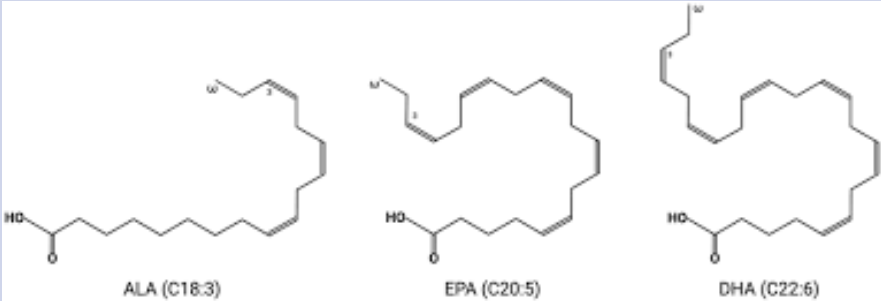
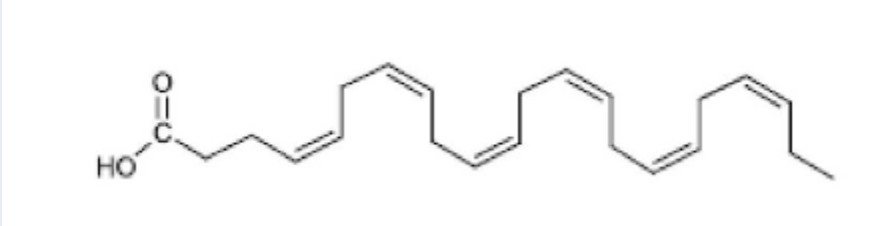
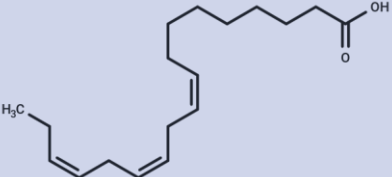
Antioxidant, photoprotective, and whitening

4. POLIFENOL

Nama senyawa & struktur	Bioaktivitas/manfaat
Dieckol 	Hair growth (merangsang pertumbuhan rambut di mencit) and anti-aging (menghambat hyaluronidase in vitro)
Phlorotannins 	Whitening, anti-aging (menghambat tyrosinase), and photoprotective
Sargachromanol E  Sargachromanol E	Anti-photoaging and whitening (anti-melanogenic in vitro)

- Polifenol adalah metabolit sekunder yang terlibat dalam reproduksi, fotosintesis, pembelahan sel, memiliki sifat antioksidan dan antimelanogenesis.
- Polifenol dari alga laut juga memiliki kemampuan fotoprotektif terutama terhadap sinar UV_B
- Florotanin dalam rumput laut juga memiliki aktivitas sebagai pemutih kulit, antioksidan, perlindungan UV, anti-aging
- Arguelles dkk. mengevaluasi total kandungan polifenol dari *Turbinaria ornata* dan mengonfirmasi aktivitas antioksidan dan aktivitas penghambat tirosinase yang sangat tinggi dari senyawa fenolik ini, yang menunjukkan potensinya untuk formulasi anti-penuaan dan pemutih kulit

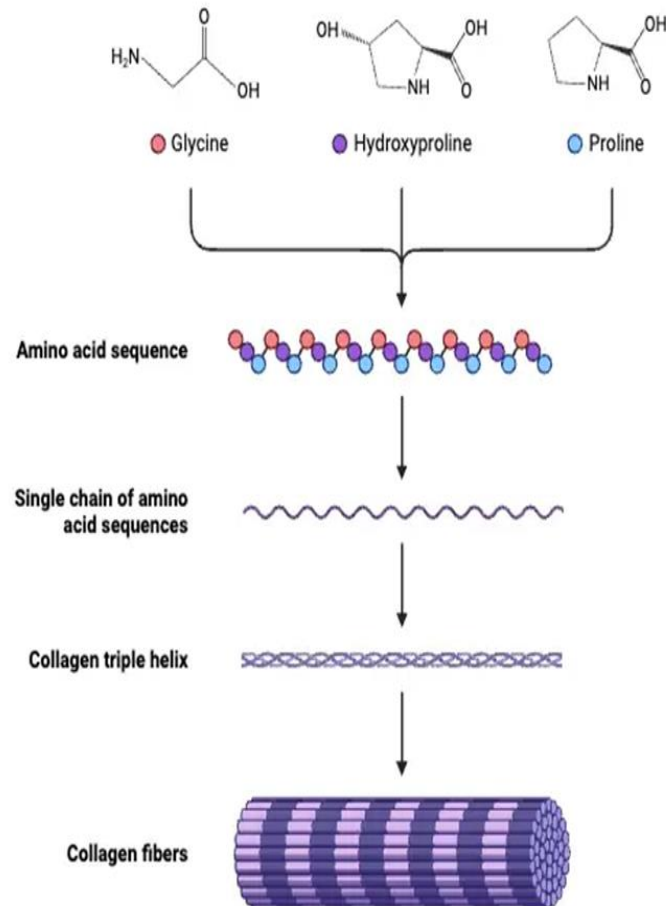
5. ASAM LEMAK

Nama senyawa & struktur	Bioaktivitas/manfaat
Omega-3 polyunsaturated fatty acids  ALA (C18:3) EPA (C20:5) DHA (C22:6)	Anti-photoaging, anti-aging (Suppress UV-induced keratinocyte damage in vitro) , and wound healing (Accelerated wound healing in vivo when administered by IV in rats) reduce erythema and polymorphic light eruption in humans when taken orally.
Docosahexaenoic acid 	Anti-photoaging, anti-aging, and wound healing
α-Linoleic Acid 	Anti-photoaging, photoprotective, anti-aging, and wound healing

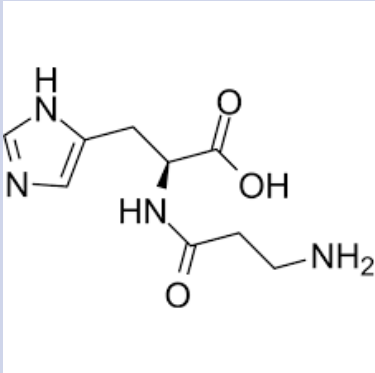
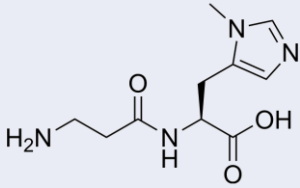
- Asam lemak dikenal sebagai suplemen makanan yang juga memiliki spektrum khasiat yang luas untuk aplikasi topikal dalam kosmetik, seperti perbaikan jaringan lunak dan nutrisi kulit dengan merangsang produksi kolagen, serta khasiat antiradang dan penyembuhan luka
- Sumber utama asam lemak omega-3 bagi manusia adalah melalui konsumsi ikan dalam makanan; namun, kelangkaan ikan dan meningkatnya biaya telah mendorong pencarian sumber alternatif DHA dan EPA (yaitu, tanaman, alga, bakteri, dan jamur)

6. PROTEIN DAN PEPTIDA

Kolagen



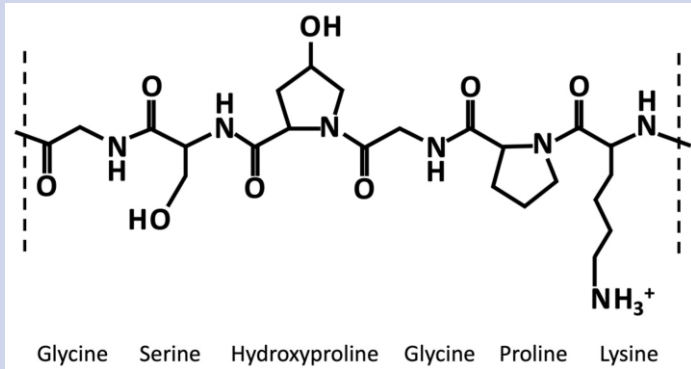
- protein struktural utama jaringan ikat,
- humektan, pelembap, anti-penuaan, anti-kerutan, dan perbaikan kulit
- protein dengan berat molekul tinggi → tidak dapat melewati penghalang kulit, tetap berada di permukaannya (*stratum korneum*)
- sebagai alternatif kolagen sapi, karena dapat berasal dari ikan dan organisme filum Porifera, Echinodermata, Cnidaria, dan Mollusca, dengan beberapa yang menunjukkan peningkatan biokompatibilitas dan kekuatan mekanis.
- Kekurangan: memiliki suhu degradasi yang lebih rendah, yang membatasi aplikasinya

Nama senyawa & struktur	Bioaktivitas/manfaat
Carnosine  The chemical structure of Carnosine (beta-alanyl-L-histidine) is shown. It consists of a histidine ring connected via its 2-position to a beta-alanine side chain. The side chain includes a chiral center with a carboxylic acid group and an amide linkage to a 3-aminopropyl group.	Antioxidant
Anserine  The chemical structure of Anserine (N-(carboxymethyl)-N-(3-aminopropyl)histidine) is shown. It features a histidine ring with a methyl group at the 1-position and a side chain at the 2-position. The side chain includes a chiral center with a carboxylic acid group and an amide linkage to a 3-aminopropyl group.	Antioxidant

Nama senyawa & struktur

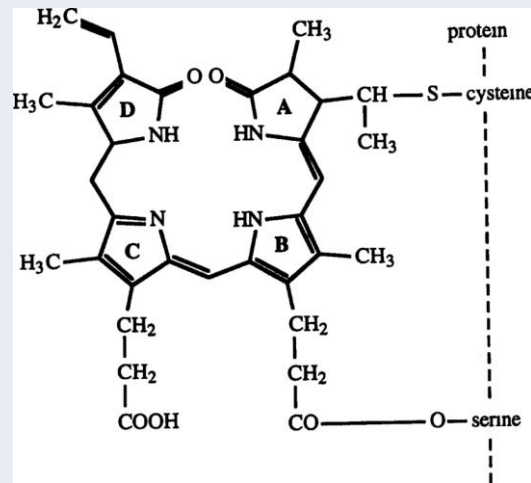
Bioaktivitas/manfaat

Gelatin



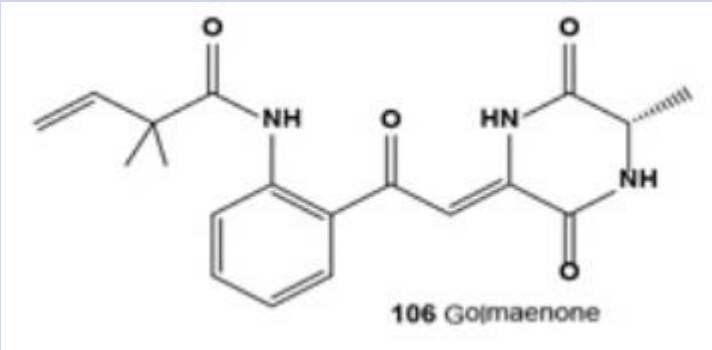
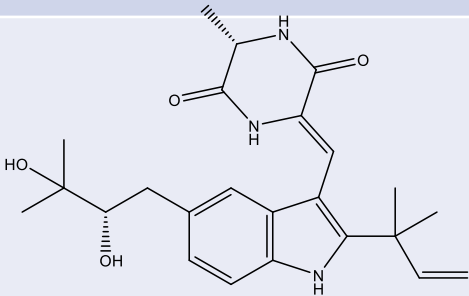
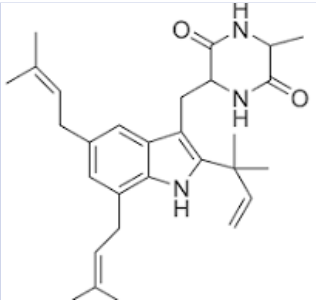
Anti-photoaging and photoprotective

B-phycoerythrin



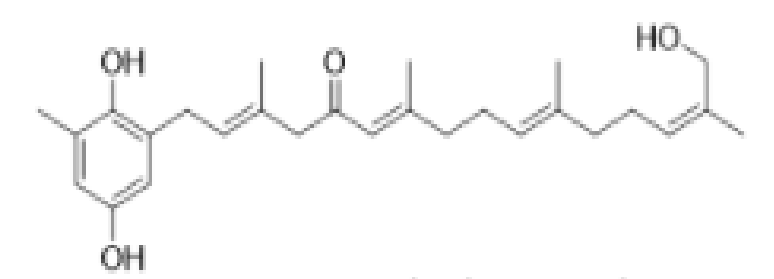
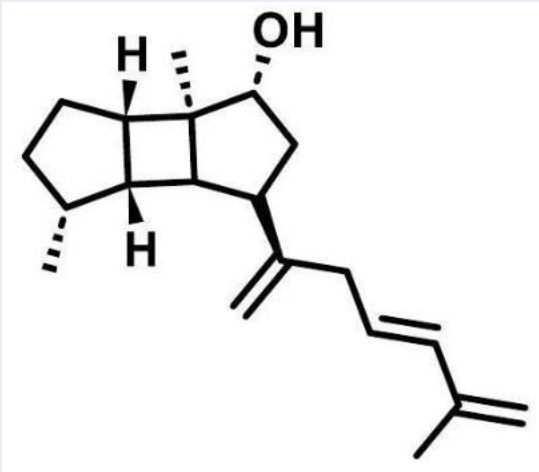
Pigment

7. ALKALOID

Nama senyawa & struktur	Bioaktivitas/manfaat
Golmaenone  106 Golmaenone	Antioxidant and photoprotective
Dihydroxyisoechinulin A 	
Echinulin 	

- Terpena dan terpenoid adalah molekul hidrokarbon aromatik yang ditemukan di sebagian besar tanaman dan dapat digunakan sebagai pengganti aroma dan rasa buatan. Kelas senyawa ini menyajikan banyak aktivitas biologis, seperti sifat antioksidan dan anti-jerawat
- Balboa et al. mengisolasi meroterpenoid tetraprenyltoluquinol dari *Sargassum muticum* dan menunjukkan bahwa terpenoid ini mampu melemahkan kerusakan yang disebabkan UVA secara in vitro dan melindungi terhadap produksi ROS, dengan aktivitas antioksidan yang sebanding dengan asam retinoat. Ini menunjukkan potensi terpenoid untuk dimasukkan dalam formulasi kosmetik untuk sifat antioksidan dan anti-photoaging mereka

8. TERPENOID

Nama senyawa & struktur	Bioaktivitas/manfaat
Tetraprenyltoluquinol  The chemical structure of Tetraprenyltoluquinol consists of a 3,5-dihydroxyphenyl group attached to a long, branched side chain. The side chain contains four double bonds, a ketone group, and a terminal hydroxyl group.	Anti-photoaging, antioxidant (reduced ROS production in fibroblast in vitro), and photoprotective.
Spatane diterpenoids  The chemical structure of Spatane diterpenoids features a complex polycyclic core with a hydroxyl group and a long, branched side chain containing two double bonds.	Photoprotective (Induces apoptosis on cells that suffered photodamage in vitro).