

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpur (*Dillenia indica* Linn.)

Tumbuhan simpur (*Dillenia indica* Linn.) banyak dijumpai di daerah tropis di semenanjung barat, hutan daerah sub-himalaya dan tropis. Negara-negara di daerah tersebut seperti India, Indonesia, Australia, Bangladesh, Nepal, China, Sri Lanka dan Vietnam. Tumbuhan ini memiliki ketinggian hingga 15 m, bunganya terdiri dari 5 kelopak, daunnya berwarna hijau berbentuk oval dengan ukuran panjang 15-36 cm lebar 5-12 cm termasuk kategori daun besar dan keras serta di masyarakat dapat dimakan (Amrit *et al.*, 2016). Permukaan daunnya bergelombang, tangkai daun tipis dengan panjang 2,5-5 cm (Yazan *et al.*, 2014; Gandhi dan Metha, 2013). Buahnya mempunyai bentuk seperti agregat dan globose berwarna kuning kehijauan, berdaging dan dapat dimakan, memiliki sedikit sukulen dan bau harum serta memiliki 1-8 biji. Berbuah pada bulan Juli-Agustus dan matang pada bulan November-Desember. Batangnya lurus bercabang dan rindang. Kulit batangnya berwarna coklat kemerahan (Yazan *et al.*, 2014; Gandhi dan Metha, 2013).

Tumbuhan simpur (*Dillenia indica* Linn.) memiliki sinonim seperti *Dillenia elliptica* Thunb, *Dillenia elongate* Miq, *Dillenia indica* f. *Elongatus* (Miq) (The Plant List, 2012). Masing-masing daerah di Indonesia memiliki nama yang khas untuk tumbuhan ini seperti sempur (Sunda), junti (Jawa) (Plantamor, 2022), simpur (Kalimantan Barat) (Hidayat dan Hardiansyah, 2012), sedangkan di luar negeri yaitu ma tat (Thailand), wu ya guo (China), biwa modoki (Jepang), chulla (Inggris) (Plantamor, 2022).

Klasifikasi dari hasil determinasi tumbuhan simpur pada penelitian ini berdasarkan surat nomor 128/A/LB/FMIPA/UNTAN/2021 sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Tracheophyta*
Kelas : *Magnoliopsida* (dicots)
Ordo : *Dilleniales*
Famili : *Dilleniaceae*
Genus : *Dillenia*
Spesies : *Dillenia indica* Linn.

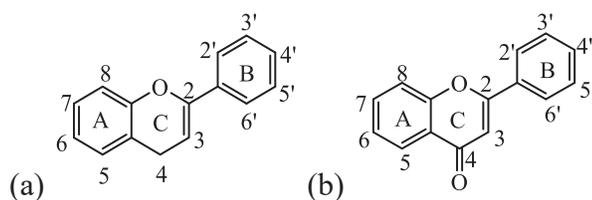


Gambar 2.1 *Dillenia indica* Linn. (Foto pribadi)

Komponen senyawa yang terkandung dalam famili *Dilleniaceae* adalah senyawa dalam golongan flavonoid seperti flavon, flavonol, dihidroflavonol dan isoflavon. Rashid *et al.* (2009) melaporkan senyawa yang terdapat dari batang *Dillenia indica* Linn. yang telah diisolasi yaitu lupeol, betulin aldehyde, betulinic acid, dan stigmasterol. Muhti *et al.* (2010) melaporkan senyawa yang terdapat dari daun *Dillenia indica* Linn. yang telah diisolasi yaitu 3,5,7-trihidroksi-3'-4'- dimethoxy flavone, dillenetin, asam betulinic, dan β -sitosterol.

2.2 Flavonoid

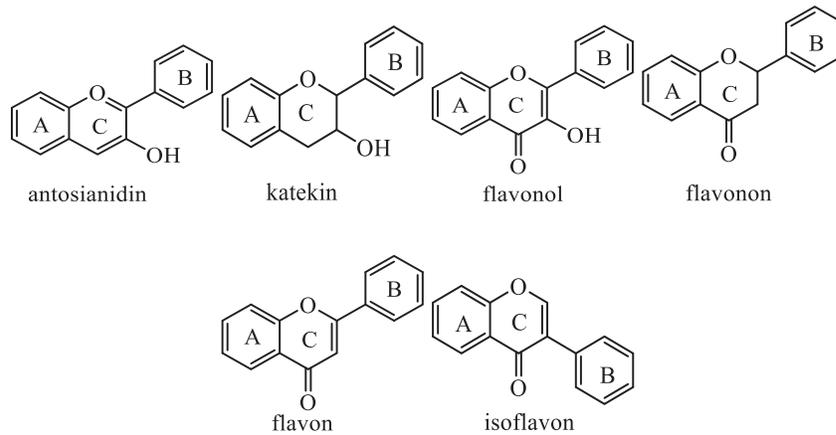
Flavonoid merupakan turunan dari senyawa fenol. Secara umum, flavonoid terdiri atas 15 atom karbon yang memiliki rumus struktur $C_6-C_3-C_6$, yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh tiga karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga. Struktur flavonoid didasarkan pada inti flavonoid, yang terdiri dari tiga cincin fenolik disebut sebagai cincin A, B, dan C. Cincin benzena A terkondensasi dengan cincin C, pada C-2 berikatan dengan benzena cincin B sebagai substituen (Gambar 2.2) (Aherne dan O'briem, 2002).



Gambar 2.2 Struktur Inti Flavonoid, (a) inti flavan dan (b) inti 4-okso-flavonoid (Aherne dan O'briem, 2002).

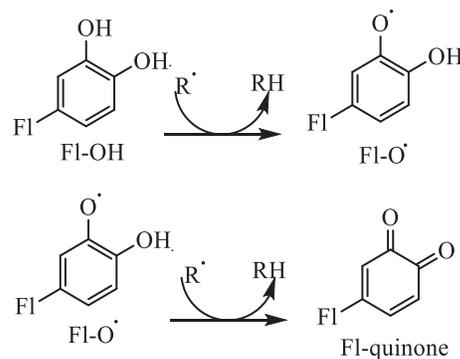
Menurut fungsi fisiologisnya flavonoid dikelompokkan menjadi tiga, yaitu antosianin (flavonoid yang berperan sebagai pigmen warna), flavonol dan flavon (pelindung terhadap radiasi UV berlebihan dan sebagai sinyal biologis), dan isoflavon (flavonoid biner yang banyak berperan sebagai senyawa pertahanan) (Gambar 2.3). Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan karena flavonoid bertindak sebagai *free radical scavengers* dengan melepaskan atom hidrogen dari gugus hidroksilnya (OH). Atom hidrogen yang dilepaskan mampu berikatan dengan radikal bebas, hingga bermuatan netral (Pambudi *et al.*, 2014). Flavonoid yang kehilangan atom hidrogen kemudian mengalami resonansi karena adanya gugus kromofor sistem aromatik yang terkonjugasi dari gugus hidroksil yang menyebabkan energi aktivitasnya berkurang dan tetap stabil. Gugus kromofor memiliki kemampuan untuk menyerap sinar UV karena adanya sistem aromatik yang terkonjugasi (Suryadi *et al.*, 2021). Radikal bebas yang sudah

distabilkan akan berhenti melakukan reaksi berantai sehingga mencegah terjadinya kerusakan lipid, protein, atau DNA (Pambudi *et al.*, 2014).



Gambar 2.3 Golongan-golongan utama Flavonoid (Aherne dan O'briem, 2002).

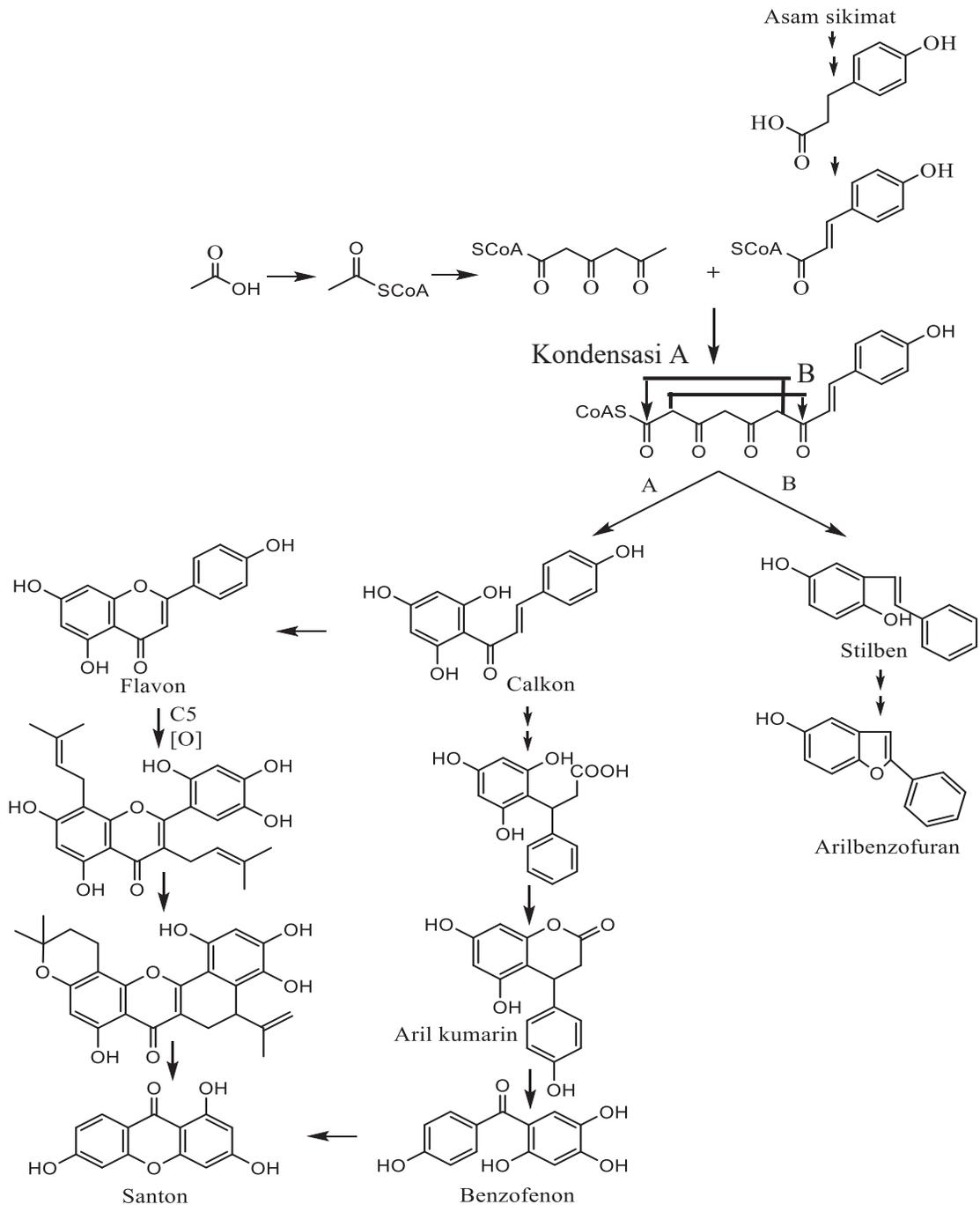
Gambar 2.4 adalah mekanisme reaksi peredaman radikal bebas oleh senyawa flavonoid.



Gambar 2.4 Mekanisme Peredaman Radikal Bebas Oleh Flavonoid, dimana: R· (radikal bebas), Fl-OH (senyawa golongan flavonoid) dan Fl-O· (radikal senyawa golongan flavonoid) (Arifin dan Sanusi, 2018).

Secara umum sintesis flavonoid terdiri dari dua jalur yaitu jalur poliketida dan jalur fenil propanoid. Jalur poliketida ini merupakan serangkaian reaksi kondensasi dari tiga unit asetat atau malonat. Sedangkan jalur fenil propanoid atau biasa disebut jalur

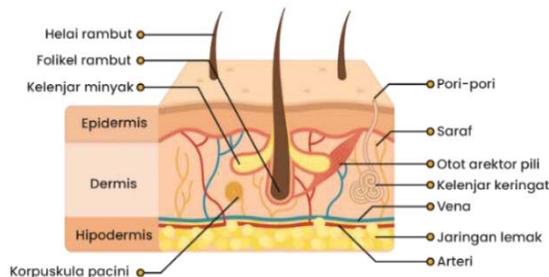
shikimat (Markham, 1988). Secara lengkapnya biosintesis dapat dilihat pada skema Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Biosintesis Flavonoid (Prawata, 2016)

2.3 Kulit

Kulit adalah lapisan atau jaringan yang menutup seluruh tubuh dan melindungi tubuh dari bahaya yang datang dari luar. Kulit terdiri atas 2 lapisan utama yaitu epidermis dan dermis. Epidermis merupakan jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis berupa jaringan ikat agak padat yang berasal dari mesoderm. Di bawah dermis terdapat selapis jaringan ikat longgar yaitu hipodermis, yang pada beberapa tempat terutama terdiri dari jaringan lemak (Kalangi, 2014). Berikut adalah gambar anatomi kulit manusia yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Anatomi Kulit Manusia (Syarifuddin, 2012)

1. Epidermis

Epidermis terdiri dari epitel skuamosa berlapis dan berkeratin. Itu terbuat dari empat atau lima lapisan epitel sel, tergantung lokasinya di dalam tubuh. Itu tidak memiliki pembuluh darah di dalamnya (yaitu, itu adalah avaskular) (Openstax, 2013). Menurut Kalangi (2014) epidermis terdiri dari 5 lapisan yaitu stratum korneum, stratum lusidum, stratum granulosum, stratum spinosum dan stratum basal.

a. Lapis tanduk (*Stratum korneum*)

Lapisan ini terdiri atas banyak lapisan sel-sel mati, pipih dan tidak berinti serta sitoplasmanya digantikan oleh keratin. Sel-sel yang paling atas permukaan merupakan sisik zat tanduk yang terdehidrasi yang selalu terkelupas (Kalangi, 2014). Kulit Lapisan keratin ini berfungsi sebagai mantel pelindung dan merupakan bagian terluar lapisan epidermis. Karena keratinisasi dan

kandungan lipid, lapisan ini dapat mengatur kehilangan air dengan mencegah penguapan cairan internal (Murphrey *et al.*, 2020).

b. Lapisan bening (*Stratum lusidum*)

Lapisan ini dibentuk oleh 2-3 lapisan sel gepeng yang tembus cahaya, dan agak eosinofilik. Tak ada inti maupun organel pada sel-sel lapisan ini. Walaupun ada sedikit desmosom, tetapi pada lapisan ini adhesi kurang sehingga pada sajian seringkali tampak garis celah yang memisahkan stratum korneum dari lapisan lain di bawahnya (Kalangi, 2014). Lapisan lusidum memiliki 2-3 lapisan sel. Sel-sel ini hadir di kulit lebih tebal yang ditemukan di telapak tangan dan telapak kaki yang terdiri dari lapisan tipis bening eleidin yang merupakan produk transformasi dari keratohyalin (Yousef *et al.*, 2018).

c. Lapisan berbutir (*Stratum granulosum*)

Lapisan ini terdiri atas 2-4 lapis sel gepeng yang mengandung banyak granula basofilik yang disebut granula keratohialin, yang dengan mikroskop elektron ternyata merupakan partikel amorf tanpa membran tetapi dikelilingi ribosom. Mikrofilamen melekat pada permukaan granula (Kalangi, 2014). Lapisan ini mengandung beberapa lapisan sel yang kaya akan lipid butiran. Pada lapisan ini, sel mulai mengabdikan dan kehilangan nukleusnya, saat mereka menjauh dari nutrisi terletak di jaringan yang lebih dalam (Agarwal dan Krishnamurthy, 2020).

d. Lapisan baju (*Stratum spinosum*)

Stratum spinosum didalamnya juga terdapat sel *Langerhans*. Sel *Langerhans* merupakan sel penyaji antigen dan antigen proses yang ditemui oleh kulit ke kelenjar getah bening lokal dan dengan demikian peran kunci dalam respons imun adaptif di kulit (McGrath dan Uitto, 2010).

e. Lapisan basal (*Stratum basal*)

Lapisan basal merupakan lapisan yang paling dalam dan paling dekat dengan dermis. Lapisan ini aktif secara mitosis dan mengandung melanosit, satu baris keratinosit, dan sel induk (Agarwal dan Krishnamurthy, 2020).

2. Dermis

Dermis merupakan matriks pendukung atau substansi dasar dimana polisakarida dan protein terkait untuk menghasilkan makromolekul yang memiliki kapasitas luar biasa untuk menahan air. Ketebalan dermis bervariasi dari kurang dari 0,5 mm sampai lebih dari 5 mm (McGrath dan Uitto, 2010). Dermis terdiri atas stratum papillare dan stratum retikularis, batas antara kedua lapisan tidak tegas, serat antaranya saling menjalin.

a. *Stratum papillaris*

Lapisan ini tersusun lebih longgar, ditandai oleh adanya papila dermis yang jumlahnya bervariasi antara 50-250/mm². Jumlahnya terbanyak dan lebih dalam pada daerah dimana tekanan paling besar, seperti pada telapak kaki. Sebagian besar papila mengandung pembuluh-pembuluh kapiler yang memberi nutrisi pada epitel di atasnya. Papila lainnya mengandung badan akhir saraf sensoris yaitu badan Meissner. Tepat di bawah epidermis serat-serat kolagen tersusun rapat (Kalangi, 2014).

b. *Stratum retikularis*

Lapisan retikuler merupakan lapisan yang lebih dalam, lebih tebal, kurang seluler, dan terdiri dari jaringan ikat / bundel serat kolagen yang padat (Yousef *et al.*, 2018). Lapisan retikuler tampak retikulasi (seperti jaring) karena jalinan serat yang rapat. Serat elastin memberikan beberapa elastisitas pada kulit, memungkinkan pergerakan (Openstax, 2013).

c. Hipodermis

Hipodermis merupakan subkutan lapisan yang terletak di bawah dermis, terdiri dari sebagian besar lemak. Ini memberikan dukungan struktural utama untuk kulit, serta mengisolasi tubuh dari dingin. Lapisan ini terhubung dengan pembuluh darah dan saraf (Lawton, 2019). Hipodermis menghubungkan epidermis dan dermis ke fasia di bawahnya. Mekanosensorik reseptor di hipodermis, yang dikenal sebagai sel darah Pacinian, terlokalisasi di dekat dermis. Sel darah pacinian terdiri dari sel *Schwann* yang secara konsentris

tersusun, dengan saraf aferen sentral. Secara keseluruhan, hipodermis adalah jaringan ikat longgar yang memberikan bantalan dan suplai darah untuk dermis dan epidermis (W. M. Woo, 2019).

2.4 Sinar Ultraviolet dan Paparan Sinar Ultraviolet Terhadap Kulit

Sinar ultraviolet (UV) adalah sinar yang dipancarkan oleh matahari yang dapat mencapai permukaan bumi selain cahaya tampak dan sinar inframerah. Sinar UV berada pada kisaran panjang gelombang 200-400 nm. Spektrum UV terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan panjang gelombangnya yaitu UV C (200-290), UV B (290-320) dan UV A (320-400). UV A terbagi lagi menjadi dua sub bagian yaitu UV A2 (320-340) dan UV A1 (340-400). Tidak semua radiasi sinar UV dari matahari dapat mencapai permukaan bumi (Colipa, 2006). Spektrum UV yang sampai ke bumi yaitu UV A dengan panjang gelombang 320-400 nm menyebabkan pigmentasi dan UV B dengan panjang gelombang 290-320 nm menyebabkan eritema. Sedangkan UV C dengan panjang gelombang yang lebih kecil dari 290 nm tidak sampai ke bumi karena tersaring oleh ozon (Wilkinson *et al.*, 1982).

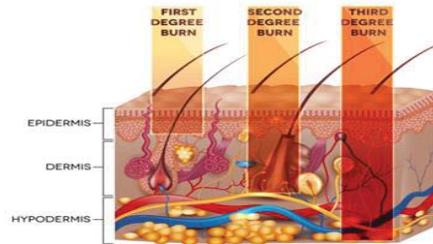
Paparan sinar UV oleh matahari secara berlebihan atau dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan berbagai macam dampak negatif. Beberapa dampak negatif yang disebabkan oleh radiasi sinar UV yaitu:

1. Kelainan yang Bersifat Akut (Cepat)

a. *Sunburn*

Sunburn atau eritema merupakan kondisi kulit terbakar disebabkan oleh terlalu banyaknya paparan radiasi UV dari matahari. *Sunburn* akibat interaksi berlebihan terhadap sinar UV dan merupakan efek yang paling jelas terlihat dengan gejala berupa kemerahan (eritema) pada kulit yang dapat disertai nyeri, rasa hangat maupun gatal. Sinar UV B lebih berperan dalam menimbulkan *sunburn* pada kulit. *Sunburn* terjadi dalam 6-24 jam setelah paparan sinar matahari dan dapat menghilang dalam 3-5 hari. Namun gejala *sunburn* dapat lebih berat disertai

dengan bengkak dan demam apabila paparan sinar matahari kuat, lama dan tipe kulit individu yang terpapar (Bambang, 2014; Etnawati, 2013) dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sunburn Process (perdoksi.id, diakses Juli 2022)

b. *Tanning*

Tanning atau pigmentasi pada kulit ini terdiri atas *tanning* awal dan *tanning* lanjutan. Pada *tanning* awal perubahan warna kulit menjadi gelap terjadi dalam beberapa menit setelah terpapar sinar matahari dan akan menghilang dalam beberapa hari tergantung dosis UV dan jenis kulit individu, sedangkan *tanning* lanjut timbul dalam 3-4 hari setelah terpapar dan perubahan warna kulit lebih jelas serta menghilang dalam beberapa minggu (Sudigdo, 2014; Kusmarinah, 2014) dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tanning Process (depositphotos.com, diakses Agustus 2022)

c. *Photokeratitis*

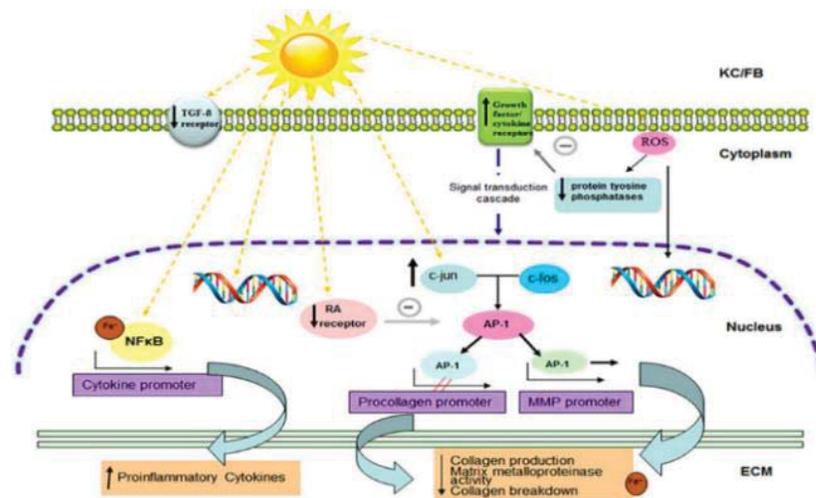
Sinar UV (radiasi UV B dan radiasi UV C) dalam bentuk sinar matahari atau sinar buatan menjadi faktor substansial dalam terjadinya penyakit kulit dan mata, salah satunya yaitu fotokeratitis. Fotokeratitis merupakan reaksi akut dari paparan sinar radiasi UV yang menyebabkan peradangan pada kornea mata. Peradangan ini biasanya muncul 6 hingga 12 jam setelah terkena paparan sinar

UV dan peradangan akan mereda dalam kurun waktu 48 jam. Gejala akibat paparan sinar UV ini berupa kemerahan dan nyeri pada mata, bengkaknya kelopak mata, sakit kepala, perasaan berpasir pada mata, penglihatan kabur dan kehilangan penglihatan sementara (Acosta *et al.*, 2014).

2. Kelainan yang Bersifat Kronik (Lama)

a. Photoaging

Sinar UV dari matahari merusak kulit manusia (*photodamaged skin*) dan mengakibatkan penuaan dini kulit (*photoaging*). Radiasi sinar UV mempengaruhi proses seluler dan perubahan molekul, seperti reseptor permukaan sel, jalur transduksi sinyal protein kinase, faktor transkripsi dan enzim-enzim yang berfungsi dalam sintesis dan degradasi protein dermis. Radiasi sinar UV menghasilkan ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang bereaksi dengan komponen sel yaitu DNA protein dan lipid. Modifikasi komponen sel mengganggu fungsi sel sehingga mengarah pada kematian sel (Houten, 2016).

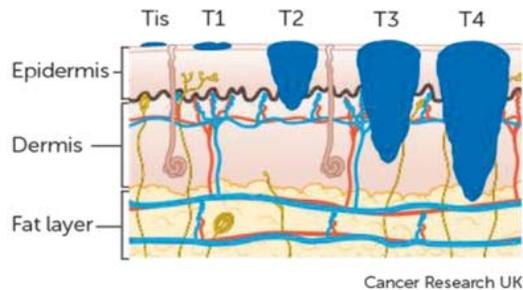


Gambar 2.9 Skema Proses Penuaan Dini Setelah Kulit Terpapar Sinar Matahari (Yin *et al.*, 2015)

b. Kanker Kulit

Radiasi sinar UV selain mempercepat penuaan dini juga dapat menimbulkan penyakit kanker kulit. Sebagian besar kanker kulit secara langsung disebabkan oleh paparan

sinar UV yang berlebihan dalam jangka waktu lama yang mampu merusak konfigurasi DNA, hal ini juga tergantung pada kondisi pertahanan tubuh (imunitas) yang ada pada kulit. Gejala yang timbul akan tampak setelah berapa tahun atau puluhan tahun setelah terpapar sinar UV (Sudigdo, 2014).



Gambar 2.10 Kanker Kulit (cancerresearchuk.org, diakses Agustus 2022)

2.5 Tabir Surya

Tabir surya adalah suatu zat atau material yang dapat melindungi kulit terhadap radiasi sinar UV. Sediaan kosmetik tabir surya terdapat dalam bermacam-macam bentuk misalnya lotion, krim, salep, gel atau spray (Depkes RI, 1985). Berdasarkan mekanisme kerjanya, bahan aktif tabir surya dibagi menjadi dua, yaitu mekanisme pemblok fisik (memantulkan radiasi matahari) serta mekanisme penyerap kimia (menyerap radiasi matahari). Tabir surya fisik (*physical sunscreen*) mekanisme kerjanya memantulkan radiasi sinar UV, kemampuannya berdasarkan ukuran partikel dan ketebalan lapisan, bisa menembus lapisan dermis hingga hipodermis dan efektif pada spektrum radiasi UV A, UV B dan sinar tampak. Sedangkan tabir surya kimia (*chemical sunscreen*), mekanisme kerjanya mengabsorpsi radiasi sinar UV dan mengubahnya menjadi bentuk energi panas, dapat mengabsorpsi hampir 95% radiasi sinar UV B yang dapat menyebabkan eritema dan pigmentasi (Lavi, 2013). Mekanisme proteksi tabir surya terhadap kulit dijelaskan sebagai berikut:

1. Molekul bahan kimia tabir surya yang menyerap energi dari sinar UV

2. Kemudian mengalami eksitasi dari *ground state* ke tingkat energi yang lebih tinggi
3. Sewaktu molekul yang tereksitasi kembali ke kedudukan yang lebih rendah akan melepaskan energi yang lebih rendah dari energi semula yang diserap untuk menyebabkan eksitasi
4. Sinar UV dari energi yang lebih tinggi setelah diserap energinya oleh bahan kimia akan mempunyai energi yang lebih rendah
5. Sinar UV dengan energi yang lebih rendah akan kurang atau tidak menyebabkan efek eritema dan pigmentasi pada kulit (Lavi, 2013).

Sediaan kosmetik yang mengandung tabir surya biasanya dinyatakan dalam label dengan kekuatan *sun protection factor* (SPF) tertentu. SPF adalah perbandingan nilai pengukuran berapa banyak UV yang diperlukan untuk membakar kulit ketika dilindungi dengan tidak dilindungi oleh tabir surya. Jadi, nilai SPF menunjukkan kemampuan produk tabir surya untuk mengurangi eritema yang diakibatkan karena radiasi sinar UV (Suryanto *et al.*, 2013). Kulit normal manusia akan bertahan 10 menit saja di bawah paparan sinar matahari, maka jumlah SPF menentukan 10 kali lipat kulit mampu menahan panas matahari tersebut. Jika produk mengandung SPF 15, maka akan memberikan ketahanan selama $10 \text{ menit} \times 15 = 150 \text{ menit}$ atau 2,5 jam (Rara, 2019). SPF merupakan indikator universal yang menjelaskan tentang keefektifan dari suatu produk atau zat yang bersifat UV protector, semakin tinggi nilai SPF dari suatu produk atau zat aktif tabir surya maka semakin efektif melindungi kulit dari pengaruh buruk sinar UV (Dutra *et al.*, 2004).

Pengukuran nilai SPF dapat dilakukan secara *in-vitro*. Metode pengukuran secara *in-vitro* terbagi dalam dua tipe. Tipe pertama adalah dengan cara mengukur serapan atau transmisi radiasi UV melalui lapisan produk tabir surya pada pelat kuarsa atau biomembran. Tipe kedua dengan cara menentukan karakterisasi serapan tabir surya menggunakan analisis spektrofotometri larutan hasil pengenceran dari sampel yang

diuji (Wiweka dan Zulkarnain, 2015). Menurut FDA (*Food Drug Administration*) penilaian tingkat kemampuan SPF tabir surya. dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penilaian SPF menurut *Food and Drug Administration* (FDA) (Damogalad, 2013)

SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
1-4	Proktesi minimal
4-6	Proktesi sedang
6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
≥ 15	Proteksi ultra

Penentuan nilai SPF dihitung berdasarkan persamaan Mansur dengan menggunakan spektrofotometri UV sehingga diperoleh persamaan berikut (Yulianti, 2015).

$$SPF \text{ spectrophotometric} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan CF: faktor koreksi = 10, EE: *erythemat effect spectrum*, I: Intensitas spektrum matahari pada panjang gelombang, Abs: absorbansi produk tabir surya, Nilai $EE \times I$ adalah konstanta dan ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Normalized product function* digunakan pada perhitungan SPF

Abs	EE (λ) \times I (λ)
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0837
320	0,0180
Jumlah	1

Cara perhitungan:

1. Nilai serapan yang diperoleh dikalikan dengan nilai $EE \times I$ untuk masing-masing panjang gelombang yang terdapat pada tabel diatas.
2. Hasil perkalian serapan dan $EE \times I$ dijumlahkan.
3. Hasil penjumlahan kemudian dikalikan dengan faktor koreksi yang nilainya 10 untuk mendapatkan nilai SPF.

Selain nilai SPF aktivitas tabir surya juga dapat dihitung dari penentuan nilai persentase transmisi eritema (%Te) dan nilai persentase transmisi pigmentasi (%Tp) dilakukan dengan mengamati nilai serapan sampel uji pada spektrofotometer UV-Vis. %Te menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya, sehingga dapat menyebabkan eritema (kulit menjadi kemerahan). Demikian juga %Tp menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya sehingga dapat menyebabkan pigmentasi (kulit menjadi lebih gelap) (Isfardiyana dan Safitri, 2014). Nilai %Te dan %Tp dihitung dalam persamaan yang diukur transmisinya pada panjang gelombang 292-317 nm setiap interval 5 nm untuk eritema dan panjang gelombang 322-372 nm setiap interval 5 nm untuk pigmentasi (Balsam dan Sagarin, 1972) dengan persen nilai transmisi (T) dengan rumus:

$$A = -\log T$$

$$\% \text{ Transmisi Eritema} = \sum \frac{(T \times Fe)}{Fe}$$

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \sum \frac{(T \times Fp)}{Fp}$$

Dimana: A = Absorbansi, T = nilai transmisi, Fe = fluks eritema

$Ee = \sum T \times Fe$ = banyaknya fluks eritema yang diteruskan pada panjang gelombang 292-317 nm

F_p = fluks pigmentasi, $E_p = \sum T \times F_p$ = banyaknya fluks pigmentasi yang diteruskan pada panjang gelombang 322-372 nm.

Tabel 2.3 Kategori Penilaian Aktivitas Tabir Surya berdasarkan Nilai %Te dan nilai %Tp (Balsam dan Sagarin, 1972)

Kategori	% Transmisi	
	Eritema	Pigmentasi
<i>Sunblock</i>	<1	3-40
Proteksi ekstra	1-6	42-86
<i>Suntan</i> standar	6-12	45-86
<i>Fast tanning</i>	10-18	45-86

- Kategori *Sunblock*, merupakan kemampuan untuk memproteksi secara total kulit yang sangat sensitif terhadap sinar UV A dan UV B sehingga melindungi kulit dari terjadinya eritema dan pigmentasi.
- Kategori Proteksi ekstra adalah kemampuan ekstrak sebagai bahan tabir surya yang memberikan perlindungan terhadap eritema dengan mengabsorbsi kurang dari 85% radiasi sinar UV B serta mencegah terjadinya pigmentasi. Kategori proteksi ekstra tabir surya digunakan untuk melindungi jenis kulit yang sensitif.
- Kategori *suntan* standar/ekstra menyerap sebagian besar sinar UV B dan menyerap sedikit sinar UV A sehingga dapat menyebabkan pigmentasi tanpa terjadinya eritema. *Suntan* standar mampu mencegah terjadinya eritema pada kulit normal atau jenis kulit yang tidak sensitif.
- Kategori *Fast tanning* adalah tabir surya yang dapat menggelapkan kulit secara cepat tanpa menimbulkan eritema dengan mampu memberikan transmisi penuh pada radiasi UV A untuk memberikan efek penggelapan yang maksimal (Lolo *et al.*, 2017).

Sejumlah besar senyawa alami sedang dipelajari untuk bahan aktif pembuatan tabir surya dengan potensi dari tumbuhan atau mikroba. Bahan aktif tumbuhan lebih disukai karena ditinjau dari spektrum penyerapan UV yang luas, foto stabilitas, efek

perlindungan terhadap stres oksidatif, peradangan, dan kanker. Beberapa bahan fotoprotektif sering tergabung dalam basis krim dengan konsentrasi berbeda dan digunakan sebagai kosmetik tabir surya alami (Ismail *et al.*, 2014). Berikut beberapa penelitian terhadap tumbuhan untuk mengetahui potensinya sebagai bahan aktif tabir surya alami yang ditunjuk pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Aktivitas Tabir Surya dari Dari Tumbuhan

Peneliti	Metode	Intervensi	Hasil
Pramiastuti <i>et al.</i> , 2019	<i>In-vitro</i>	Nilai SPF dihitung dengan menggunakan persamaan Mansur	Ekstrak air daun kecombrang pada konsentrasi 300 ppm memiliki nilai SPF sebesar $7,30 \pm 0,62$. Fraksi n-heksana memiliki nilai SPF $17,57 \pm 2,49$ dan fraksi etil asetat memiliki nilai SPF $2,65 \pm 0,12$
Nurshalati <i>et al.</i> , 2018	<i>In-vitro</i>	Nilai SPF dihitung menggunakan nilai transmisi eritema (%Te) dan transmisi pigmentasi (%Tp)	Daun binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) memiliki aktivitas proteksi sedang pada konsentrasi 300 ppm dan 350 ppm sebesar 4,36 dan 5,82. Proteksi ekstra pada konsentrasi 400 ppm yaitu 7,44 dan proteksi maksimal pada konsentrasi 450 ppm yaitu 10,45.
Widyastuti <i>et al.</i> , 2016	<i>In-vitro</i>	Diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis	Ekstrak etanol daun stroberi pada konsentrasi 175 ppm memiliki nilai SPF 20,090 dengan nilai %Te 5,496 dan nilai %Tp 5,074
Venny <i>et al.</i> , 2020	<i>In-vitro</i>	Diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan diolah menggunakan rumus penentuan SPF	konsentrasi ekstrak 10.000 ppm daun kelor memiliki nilai SPF 5,5. konsentrasi ekstrak 20.000 ppm memiliki nilai SPF 5,6 dan konsentrasi ekstrak 30.000 ppm memiliki nilai SPF 5,8.

2.6 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis untuk mengukur absorbansi atau transmittan yang didasarkan atas serapan sinar monokromatis dari larutan berwarna melalui monokromator prisma. Pengukuran ini dilakukan untuk mengukur sampel pada panjang gelombang tertentu, sehingga ada energi yang dapat diserap dan ada yang diteruskan. Energi yang diteruskan disebut sebagai transmittan dan dapat digunakan untuk mengukur kadar suatu sampel berdasarkan hukum Lambert-Beer (Skoog *et al.*, 2014). Hukum Lambert-Beer (Beer's law) adalah hubungan linieritas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan analit. Secara umum hukum Lambert-Beer dirumuskan sebagai berikut.

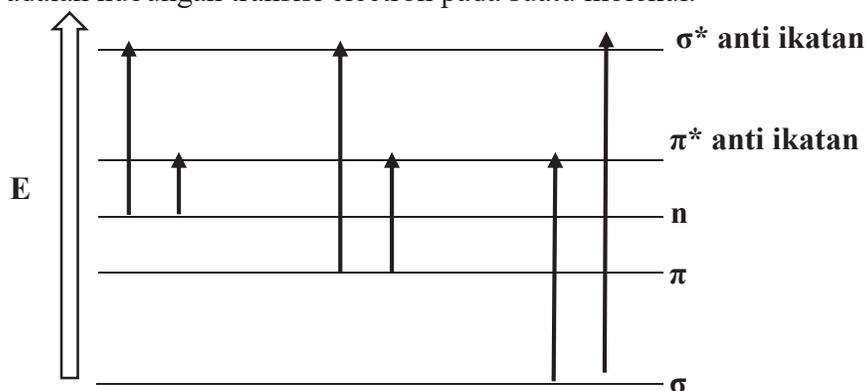
$$A = a \cdot b \cdot c \text{ atau } A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Keterangan : A = absorbansi, b = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm), c = konsentrasi larutan yang diukur, ϵ = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar) dan a = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm).

Prinsip kerja dari spektrofotometer UV-Vis adalah ketika ada sumber sinar berupa cahaya UV-Vis (monokromator) diteruskan melalui suatu media (larutan berwarna) yang merupakan suatu sampel, maka sebagian cahaya tersebut ada yang diserap, dipantulkan dan diteruskan. Cahaya yang diserap tersebut akan menyebabkan elektron tereksitasi dari keadaan dasar ke keadaan yang memiliki energi yang lebih tinggi. Serapan sinar ini tidak terjadi pada semua struktur. Tetapi, hanya terjadi pada sistem terkonjugasi yang memiliki ikatan phi (π) atau gugus kromofor, gugus auksokrom (jika terikat dengan gugus kromofor, gugus auksokrom akan menyebabkan pergeseran serapan ke arah panjang gelombang yang lebih besar dan meningkatkan intensitas puncak serapan). Sedangkan cahaya yang tidak diserap atau diteruskan akan

muncul sebagai nilai transmitansi. Sehingga hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis akan disajikan dalam bentuk spektrum serapan dan transmitansi (Suhartati, 2017).

Tingkat tereksitasi dari elektron molekul organik hanya ada dua jenis, yaitu phi bintang (π^*) dan sigma bintang (σ^*). Transisi elektron $\sigma \rightarrow \sigma^*$ dalam molekul organik memerlukan energi yang paling besar, sedangkan transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ memerlukan energi yang paling kecil. Transisi yang terjadi pada flavonoid yaitu π ke π^* akibat adanya ikatan rangkap terkonjugasi dan transisi n ke π^* karena adanya elektron bebas (auksokrom). Flavonoid mengandung cincin aromatik yang terkonjugasi, oleh karena itu menunjukkan pita serapan yang kuat pada daerah spektrum UV (Harborne, 1987). Gambar 2.11 adalah hubungan transisi electron pada suatu molekul.



Gambar 2.11 Tipe Transisi Eloktron dalam Molekul Organik (Suhartati, 2017)

Spektrum UV dari kebanyakan flavonoid mempunyai dua serapan maksimum yang terletak pada daerah antara 240-280 nm (disebut pita II) dan pada daerah antara 300-400 nm (disebut pita I). Pita II merupakan serapan dari cincin A bagian benzoil dan pita I merupakan serapan cincin B bagian sinamoil. Intensitas dari masing-masing serapan tergantung pada panjangnya sistem terkonjugasi serta adanya auksokrom terutama pada kedudukan atom C_3 dan C_5 . Untuk menganalisa flavonoid, spektrofotometer UV-Vis digunakan dalam mengidentifikasi jenis flavonoidnya dan menentukan pola oksigenasinya. Selain itu, kedudukan gugus hidroksil fenol pada inti flavonoid dapat ditentukan dengan penambahan pereaksi geser ke dalam cuplikan dan

diamati pergeseran puncak serapan yang terjadi (Andersen dan Markham, 2006). Pada penelitian ini, spektrofotometer UV-Vis tidak digunakan untuk karakterisasi senyawa flavonoid, tetapi digunakan untuk mengukur aktivitas tabir surya dari ekstrak dan fraksi daun simpur (*Dillenia indica* Linn.) dengan menentukan nilai *sun protection factor* (SPF) menggunakan persamaan Mansur (Tabel 2.3) serta menghitung nilai persen transmisi eritema (%Te) dan nilai persen transmisi pigmentasi (%Tp).

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada panjang gelombang 200-400 nm. Nilai SPF suatu tabir surya didapat dengan mengukur absorbansi larutan uji pada panjang gelombang 290-320 nm setiap interval 5 nm. Nilai %Te diukur transmittan larutan uji pada panjang gelombang 292-317 nm setiap interval 5 nm, karena pada panjang gelombang tersebut dapat menyebabkan eritema (kemerahan kulit) akibat sinar UV B. Nilai %Tp diukur transmittan larutan uji pada panjang 322-372 nm setiap interval 5 nm, yang menyebabkan pigmentasi (timbulnya warna gelap pada kulit) akibat sinar UV A. Tabir surya dapat dikatakan memiliki efektivitas yang baik apabila, memiliki nilai SPF yang tinggi, serta memiliki nilai %Te dan nilai %Tp yang rendah (Tahar *et al.*, 2019)

2.7 Spektrofotometer FTIR

FTIR (*fourier transform infra red*) merupakan alat yang digunakan untuk analisis berdasarkan pengukuran intensitas infra merah terhadap panjang gelombang dan untuk mendeteksi karakteristik vibrasi kelompok fungsi dari senyawa pada sampel (Kang *et al.*, 1998). Sinar infra merah (*infra red* = IR) mempunyai bilangan gelombang yang lebih panjang dibandingkan UV-Vis, sehingga energinya lebih rendah dengan bilangan gelombang antara $600\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ atau sekitar ($1,7 \times 10^{-3}\text{ cm}$ sampai dengan $2,5 \times 10^{-4}\text{ cm}$). Sinar IR dapat bervibrasi (getaran) pada ikatan baik berupa rentangan (*stretching* = str) maupun berupa bengkokan (*bending* = bend). Energi vibrasi untuk molekul adalah spesifik, yang menunjukkan bilangan gelombangnya juga spesifik. Spektrofotometer IR lebih diperuntukkan untuk menentukan adanya gugus-gugus

fungsional utama dalam suatu sampel yang diperoleh berdasarkan bilangan gelombang (Sitorus, 2009).

Energi yang terlibat pada vibrasi tergantung pada panjang ikatan dan massa atom-atom yang saling berikatan. Setiap ikatan yang berbeda akan ter vibrasi dengan cara yang berbeda dan jumlah energi yang berbeda pula. Apabila ikatan tersebut diberi sejumlah energi yang tepat sama dengan besarnya energi pada ikatan maka energi ini akan menyebabkan vibrasi pada keadaan yang lebih tinggi (Dachriyanus, 2004).

Berdasarkan studi literatur hasil FTIR senyawa flavonoid memiliki gugus fungsi -OH alkohol diperkuat dengan adanya gugus fungsi C-O alkohol dan C-O-C, kemudian adanya serapan pada C=C aromatik sebagai gugus kromofor yang khas dari flavonoid dalam sistem ikatan terkonjugasi kemudian diperkuat dengan adanya CH alifatik, CH aromatik dan pita serapan yang tajam pada gugus C=O (Fadhli *et al.*, 2021; Dewi *et al.*, 2017). Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan dapat digunakan untuk interpretasi awal IR Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Bilangan Gelombang dari Berbagai Jenis Ikatan (Dachriyanus, 2004)

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Jenis Ikatan
3750-3000	Regangan O-H, N-H
3000-2700	Regangan -CH ₃ , -CH ₂ -, C-H, C-H aldehid
2400-2100	Regangan -C≡C-, C≡N
1900-1650	Regangan C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida)
1675-1500	Regangan C=C (aromatik dan alifatik), C=N
1475-1300	C-H bending
1000-650	C=C-H, Ar-H bending