

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zat Warna Makanan

Pemberian warna pada makanan umumnya bertujuan agar makanan terlihat lebih segar dan menarik sehingga menimbulkan selera orang untuk memakannya. Zat pewarna yang biasa digunakan sebagai zat aditif pada makanan adalah (Chemistry, 2001):

1. Zat pewarna alami, dibuat dari ekstrak bagian-bagian tumbuhan tertentu, misalnya warna hijau dari daun pandan atau daun suji, warna kuning dari kunyit, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Upaya ini dilakukan karena zat pewarna yang biasa digunakan pada makanan merupakan zat pewarna sintetis yang berasal dari bahan-bahan kimia meskipun zat pewarna alami terbatas.



(Sumber: <http://chemistry35.blogspot.com/2011/08/zat-warna-alami-dan-sintesisbuatan.html>)

Gambar 1. Berbagai Warna Pada Produk Makanan

2. Zat pewarna sintetis, dibuat dari bahan-bahan kimia. Dibandingkan dengan pewarna alami, pewarna sintetis memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki pilihan warna yang lebih banyak, mudah disimpan, dan lebih tahan lama. Beberapa zat pewarna sintetis bisa saja memberikan warna yang sama, namun belum tentu semua zat pewarna tersebut cocok dipakai sebagai zat aditif pada

makanan dan minuman. Perlu diketahui bahwa zat pewarna sintetis yang bukan untuk makanan dan minuman (pewarna tekstil) dapat membahayakan kesehatan apabila masuk ke dalam tubuh karena bersifat karsinogen (penyebab penyakit kanker). Oleh karena itu, harus berhati-hati ketika membeli makanan atau minuman yang memakai zat warna. Sebelum membeli harus diyakini dahulu bahwa zat pewarna yang dipakai sebagai zat aditif pada makanan atau minuman tersebut adalah memang benar-benar pewarna makanan dan minuman.

Daftar zat pewarna yang aman dipergunakan sebagai pewarna makanan dan minuman baik alami ataupun sintetis untuk mengetahuinya dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar Zat Warna Yang Aman Digunakan

Nama	Nama Zat Warna	Nomor Indeks Nama
1. Zat Warna Alami:		
Merah	Alkanat	75520
Merah	Karmin	75470
Kuning	Annato	75120
Kuning	Karoten	75130
Kuning	Kurkumin	75300
Kuning	Safron	75100
Hijau	Klorofil	75810
Biru	Ultramin	77007
Cokelat	Karamel	-
Hitam	Karbon Hitam	77266
Hitam	Besi Oksida	77499
Putih	Titanium Oksida	77891
2. Zat Pewarna Sintetik:		
	<i>Carmoisine</i>	14720
Merah	<i>Amaranth</i>	16185
Merah	<i>Erythrosine</i>	45430
Merah	<i>Sunset yellow FCF</i>	15985
Orange	<i>Tartrazin</i>	19140
Kuning	<i>Quineline yellow</i>	47005
Kuning	<i>Briliant Blue FCF</i>	42053
Hijau	<i>Fast Green FCF</i>	42090
Biru	<i>Indigocarmine</i>	73015
Biru	<i>Violet GB</i>	42640
Ungu		

Sumber: <http://chemistry35.blogspot.com/2011/08/zat-warna-alami-dan-sintesisbuatan.html>

2.1.1 Pewarna Alami

Pewarna alami merupakan zat warna yang berasal dari ekstrak tumbuhan (seperti bagian daun, bunga, biji), hewan, dan mineral yang telah digunakan sejak dahulu sehingga sudah diakui bahwa aman jika masuk ke dalam tubuh. Pewarna alami yang berasal dari tumbuhan mempunyai berbagai macam warna yang dihasilkan, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis tumbuhan, umur tanaman, tanah, waktu pemanenan dan faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, *Food and Drugs Administration* (FDA) Amerika Serikat menggolongkan zat warna alami ke dalam golongan zat pewarna yang tidak perlu mendapat sertifikasi atau dianggap masih aman. Jenis-jenis zat pewarna alami yang banyak digunakan dalam industri pangan antara lain ialah zat pewarna asal tanaman, seperti karotenoid, antosianin, klorofil dan curcumin. Berdasarkan sumbernya, zat pewarna alami dibagi atas (Raka, 2014):

- a. Zat pewarna alami yang berasal dari tanaman, seperti: antosianin, karotenoid, betalains, klorofil, dan kurkumin.
- b. Zat pewarna alami yang berasal dari aktivitas mikrobial, seperti: zat pewarna dari aktivitas *Monascus sp*, yaitu pewarna angkak dan zat pewarna dari aktivitas ganggang.
- c. Zat pewarna alami yang berasal dari hewan dan serangga, seperti: *Cochineal* dan zat pewarna heme.

Keuntungan dalam penggunaan pewarna alami adalah:

- a. Tidak adanya efek samping bagi kesehatan.
- b. Dapat berperan sebagai bahan pemberi flavor/ menambah rasa pada makanan, zat anti mikrobia, dan antioksidan.
- c. Aman dikonsumsi.
- d. Warna lebih menarik.
- e. Terdapat zat gizi.
- f. Mudah di dapat dari alam.

Kelemahan dalam penggunaan pewarna alami, yaitu:

- a. Pewarnaannya yang lemah,
- b. Kurang stabil dalam berbagai kondisi,
- c. Aplikasi kurang luas,
- d. Cenderung lebih mahal.
- e. Seringkali memberikan rasa dan flavor khas yang tidak diinginkan.
- f. Tidak stabil pada saat proses pemasakan.
- g. Konsentrasi pigmen rendah.
- h. Stabilitas pigmen rendah.
- i. Keseragaman warna kurang baik.
- j. Spektrum warna tidak seluas seperti pada pewarna sintetis.
- k. Susah dalam penggunaannya.
- l. Pilihan warna sedikit atau terbatas.
- m. Kurang tahan lama

Ciri-ciri pewarna alami yang terdapat pada makanan:

- a. Warna agak suram,
- b. Mudah larut dalam air,
- c. Membutuhkan bahan pewarna lebih banyak (kurang mampu mewarnai dengan baik),
- d. Membutuhkan waktu lama untuk meresap kedalam produk.

2.1.2 Pewarna Buatan (Sintetis)

Dengan adanya kekurangan yang dimiliki oleh zat pewarna alami, maka beberapa produsen memilih untuk menggunakan pewarna sintesis. Zat pewarna sintesis merupakan zat warna yang berasal dari zat kimia, yang sebagian besar tidak dapat digunakan sebagai pewarna makanan karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama fungsi hati di dalam tubuh.

Proses pembuatan zat warna sintesis biasanya melalui penambahan asam sulfat atau asam nitrat yang sering kali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun. Pada pembuatan zat pewarna organik sebelum mencapai

produk akhir, harus melalui suatu senyawa antara dulu yang kadang-kadang berbahaya dan sering kali tertinggal dalam hasil akhir, atau berbentuk senyawa-senyawa baru yang berbahaya. Untuk zat pewarna yang dianggap aman, ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak boleh lebih dari 0,00014 persen dan timbal tidak boleh lebih dari 0,001 persen, sedangkan logam berat lainnya tidak boleh ada. Minimnya pengetahuan produsen mengenai zat pewarna untuk bahan pangan, menimbulkan penyalahgunaan dalam penggunaan zat pewarna sintetik yang seharusnya untuk bahan non pangan digunakan pada bahan pangan. Hal ini diperparah lagi dengan banyaknya keuntungan yang diperoleh oleh produsen yang menggunakan zat pewarna sintetik (harga pewarna sintetik lebih murah dibandingkan dengan pewarna alami). Ini sungguh membahayakan kesehatan konsumen, terutama anak-anak yang sangat menyukai bahan pangan yang berwarna-warni. Contoh-contoh zat pewarna sintesis yang digunakan antara lain *indigoten*, *allura red*, *fast*, *green*, dan *tartrazine*. Kelarutan pewarna sintetik ada dua macam, yaitu:

1. *Dyes*

Merupakan zat warna yang larut air dan diperjual belikan dalam bentuk granula, cairan, campuran warna dan pasta. Biasanya digunakan untuk mewarnai minuman berkarbonat, minuman ringan, roti, kue-kue produk susu, dan lain-lain.

2. *Lakes*

Merupakan pigmen yang dibuat melalui proses pengendapan dari penyerapan dye pada bahan dasar, biasa digunakan pada pelapisan tablet, campuran adonan kue, *cake* dan donat.

Dalam kemasan makanan, pewarna makanan biasanya dituliskan nama warnanya juga, nomor indeks yang merupakan kode warnanya (CI=Colour Index). Beberapa pewarna sintesis yang diizinkan di Indonesia berdasarkan keputusan Menkes RI Nomor 235/Menkes/Per/VI/79 tanggal 19 Juni 1979 tentang pewarna alami dan sintetis yang diizinkan di Indonesia. Berikut tabel 2 yang merupakan perwarna yang diizinkan di Indonesia:

Tabel 2. Pewarna Sintesis yang diizinkan di Indonesia

Warna	Nama Zat	Nomor Indeks
Merah	<i>Carmoisine</i>	CI 14720
Merah	<i>Amaranth</i>	CI 16185
Merah	<i>Erythrosine</i>	CI 45430
Orange	<i>Sunset yellow FCF</i>	CI 15985
Kuning	<i>Tartrazin</i>	CI 19140
Kuning	<i>Quineline yellow</i>	CI 47005
Hijau	<i>Fast green FCF</i>	CI 42053
Biru	<i>Briliant Blue FCF</i>	CI 42090
Biru	<i>Indigocarmine</i>	CI 73015
Ungu	<i>Violet GB</i>	CI 42640

Sumber: Menkes RI Nomor 235/Menkes/Per/VI/79, 1979

2.2 Buah Naga

2.2.1 Sejarah Buah Naga

Buah naga termasuk pendatang baru yang cukup populer. Hal ini dapat disebabkan oleh penampilannya yang eksotik, rasanya yang manis menyegarkan, dan manfaat kesehatan yang dikandungnya.

Buah naga dalam bahasa Inggris disebut pitaya. Buah ini berasal dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan, namun sekarang juga dibudidayakan di Negara-negara Asia, seperti Taiwan, Vietnam, Filipina, dan Malaysia. Buah ini juga dapat ditemui di Okinawa, Israel, Australia Utara, dan Tiongkok Selatan (Anonim, 2008).

Nama buah naga atau *dragon fruit* muncul karena buah ini memiliki warna merah menyala dan memiliki kulit dengan sirip hijau yang serupa dengan sosok naga dalam imajinasi masyarakat Cina. Dahulu masyarakat Cina kuno sering menyajikan buah ini dengan meletakkannya diantara dua ekor patung naga di atas

meja altar dan dipercaya akan mendatangkan berkah (Kristianto, 2008).

Pada awalnya tanaman ini dibudidayakan sebagai tanaman hias, karena bentuk batangnya segitiga, berduri pendek, dan memiliki bunga yang indah mirip bunga Wijayakusuma berbentuk corong yang mulai mekar saat senja dan akan mekar sempurna pada alam hari. Oleh sebab itu, tanaman ini juga dijuluki *night blooming cereus* (Anonim, 2009).

Buah naga mulai dikenal di Indonesia sekitar tahun 2000 dan bukan dari budidaya sendiri melainkan impor dari Thailand. Padahal pembudidayaan tanaman ini relatif mudah dan iklim tropis di Indonesia sangat mendukung pengembangannya. Tanaman ini mulai dikembangkan sekitar tahun 2001, di beberapa daerah di Jawa Timur diantaranya Mojokerto, Pasuruan, Jember, dan sekitarnya, namun sampai saat ini areal penanaman buah naga masih dapat dikatakan sempit dan hanya ada di daerah tertentu karena memang masih tergolong langka dan belum dikenal masyarakat luas (Friskilla, 2013).

2.2.2 Morfologi Buah Naga

Secara morfologis, tanaman ini termasuk tanaman tidak lengkap karena tidak memiliki daun. Akar buah naga tidak terlalu panjang dan berupa akar serabut yang sangat tahan pada kondisi tanah yang kering dan tidak tahan genangan yang cukup lama. Batang dan cabang mengandung air dalam bentuk lendir dan berlapiskan lilin bila sudah dewasa. Bunga buah ini mekar penuh pada malam hari dan menyebarkan bau yang harum. Buah berbentuk bulat agak lonjong dengan letak yang pada umumnya berada di ujung cabang atau batang dengan ketebalan kulit buah sekitar 2-3 cm. Biji berbentuk bulat berukuran kecil dengan warna hitam dan setiap buah terdapat sekitar 1200-2300 biji (Kristianto, 2008).

2.2.3 Jenis-Jenis Tanaman Buah Naga

Hingga saat ini Jenis tanaman buah naga ada lima macam dan memiliki prospek yang baik, yaitu (Kristianto, 2008) :

1. Buah naga daging putih (*hylocereus undatus*).

Kulit merah buah ini amat kontras dengan daging putih di dalamnya. Di

dalam daging itu bertebaran biji hitam. Jenis ini mudah dijumpai di pasar lokal maupun mancanegara. Bobot rata-rata per buah 400-500 gram, ada juga yang hingga 650 gr, Buah jenis ini bercita rasa manis bercampur masam segar, mempunyai sisik atau jumbai kehijauan di sisi luar, serta kadar kemanisannya tergolong rendah dibandingkan dengan buah naga jenis lain. Kadar kemanisan 10-13 brik. Tanaman ini sangat cocok ditanam di lahan kering, dan dalam sekali tanam usianya bisa bertahan hingga 20 tahun. Buah naga putih dapat dilihat pada gambar 2.



Sumber Gambar : <http://pitayadragonfruit.wordpress.com/2012/09/18/macam-jenis-buah-naga/>

Gambar 2. Buah naga isi putih (*hylocereus undatus*)

2. Buah naga daging merah (*hylocereus polyrhizus*)

Sosok tanaman jenis ini lebih kekar. Di bagian batang dan cabang, jarak antar duri tampak lebih rapat. Bobot buahnya rata-rata 400-500 gram. Dagingnya berwarna merah keunguan. Kadar kemanisan 13-15 briks. Tanaman ini tergolong yang sering berbunga, bahkan cenderung berbunga sepanjang tahun. Sayangnya tingkat keberhasilan bunga menjadi buah sangat kecil, hanya mencapai 50% sehingga produktivitas buahnya tergolong rendah dan rata-rata berat buahnya hanya sekitar 400 gram. Buah naga merah dapat dilihat pada gambar 3.



Sumber Gambar : <http://pitayadragonfruit.wordpress.com/2012/09/18/macam-jenis-buah-naga/>

Gambar 3. Buah naga isi merah (*hylocereus polyrhizus*)

3. Buah naga daging super merah (*hylocereus costaricensis*)

Hylocereus costaricensis sepiintas mirip dengan *Hylocereus polyrhizus* namun warna daging buahnya lebih merah sehingga tanaman ini disebut buah berdaging super merah. Batangnya lebih besar dan berwarna loreng ketika tua. Kulit buah merah dan berjumbai. Ukuran buahnya rata-rata 400-500 gram. Tingkat kemanisan 13-15% briks. Buah naga super merah ini sering kita jumpai di pasar atau di minimarket sehingga tidak asing lagi bagi masyarakat secara luas, dapat dilihat pada gambar 4.



Sumber Gambar : <http://pitayadragonfruit.wordpress.com/2012/09/18/macam-jenis-buah-naga/>

Gambar 4. Buah naga daging super merah.

4. Buah naga kulit kuning daging putih (*Selenicereus megalanthus*).

Selenicereus megalanthus berpenampilan berbeda dibanding jenis anggota genus *Hylocereus*. Kulit buahnya berwarna kuning tanpa sisik sehingga cenderung lebih halus. Rasa buahnya jauh lebih manis dibanding buah naga lainnya karena memiliki kadar kemanisan mencapai 15-18% brik. Penampilannya khas dengan kulit kuning dan tanpa sisik atau jumbai. Tekstur kulit cenderung halus, seperti apel, sehingga dijuluki kaktus apel. Ukuran buah 80-100 gram. Buah naga kuning ini merupakan salah satu jenis buah naga yang jarang dijumpai, dapat dilihat pada gambar 5.



Sumber Gambar : <http://pitayadragonfruit.wordpress.com/2012/09/18/macam-jenis-buah-naga/>

Gambar 5. Buah naga daging putih kulit kuning

5. Buah naga daging hitam

Batangnya lebih besar dan berwarna loreng ketika tua. Kulit buah merah dan berjumbai. Ukuran buahnya rata-rata 400-500 gram. Tingkat kemanisan 13-15 brik. Buah naga daging hitam ini sangat jarang dijumpai dipasar maupun minimarket lainnya karena buah ini hanya ada pada wilayah tertentu. Buah naga hitam ini dapat dilihat pada gambar 6.



Sumber Gambar : <http://pitayadragonfruit.wordpress.com/2012/09/18/macam-jenis-buah-naga/>

Gambar 6. Buah naga daging hitam.

2.2.4 Taksonomi

Penggolongan dan tata nama buah naga diklasifikasikan sebagai berikut (Anonim, 2009) :

- Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
- Subdivisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
- Kelas : *Dicotyladonae* (berkepring dua)
- Ordo : *Cactales*
- Famili : *Cactaceae*
- Subfamili : *Hylocereanea*
- Genus : *Hylocereus* dan *Selenicereus*
- Species : *Hylocereus Undatus* (daging putih), *Hylocereus Polyrhizus* (daging merah), *Hylocereus Costaricensis* (daging super merah), *Selenicereus megalanthus* (kulit kuning, tanpa sisik)

2.2.5 Khasiat Buah Naga

Khasiat buah naga yang membuat buah ini banyak dicari masyarakat antara lain menurunkan kolestrol, menurunkan kadar lemak, menyeimbangkan kadar gula darah, pencegah kanker, pelindung kesehatan mulut, pencegah pendarahan, mengurangi keluhan keputihan, mencegah kanker usus, menguatkan fungsi ginjal dan tulang, menguatkan daya kerja otak, meningkatkan ketajaman mata, bahan

kosmetik, meringankan sambelit, mengobati hipertensi, memperhalus kulit wajah, dan meningkatkan daya tahan tubuh (Anonim, 2007).

Bukan hanya buahnya saja yang berkhasiat untuk mencegah kanker usus, kencing manis dan berbagai penyakit, tetapi khasiat juga ditentukan pada daun dan kulit buah naga maka dari itu sangat disayangkan apabila kulit buah naga yang memiliki khasiat tidak dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan (Wahyuni, 2010).

Kelebihan kulit buah naga sangat bermanfaat bagi kesehatan namun pada kenyataannya hanya dianggap sebagai limbah hasil pertanian yang selama ini belum dimanfaatkan secara baik, padahal kulit buah naga mengandung zat warna alami betasianin cukup tinggi. Betasianin merupakan zat warna yang berperan memberikan warna merah dan merupakan golongan betalain yang berpotensi menjadi pewarna alami untuk pangan dan dapat dijadikan alternatif pengganti pewarna sintetik yang lebih aman bagi kesehatan. Kulit buah naga (*Hylocereus Polyrhizus*) dapat diaplikasikan sebagai pewarna alami pangan dan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan nilai gizi produk. Selain itu kulit buah naga sangat bermanfaat untuk kulit wajah sehingga dapat membuat awet muda dan dapat meningkatkan kelenturan pembuluh darah dan menghambat pertumbuhan sel tumor. Kulit buah naga juga mudah didapat dan juga mudah untuk mengolahnya karena kulitnya lunak sehingga mudah dipotong dan tidak memerlukan proses pengolahan yang memakan waktu lama. Kulit buah naga juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya mudah busuk dan mudah kering apabila disimpan salah dalam proses penyimpanan. Adapun kandungan nutrisi yang ada pada kulit buah naga dapat dilihat pada tabel 3.

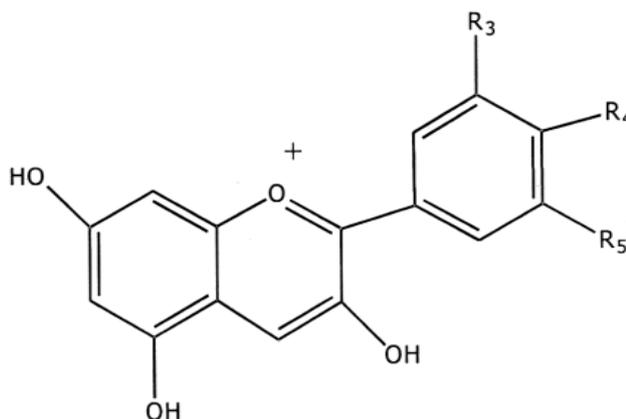
Tabel 3. Kandungan Nutrisi Buah Naga tiap 100 gram

Kandungan buah	Jumlah	
Air	90,20%	-
Karbohidrat	11,5 gr	-
Asam	0,139 gr	-
Protein	0,53 gr	-
Serat	0,71 gr	-
Kalsium	134,5 mg	8%
Fosfor	8,7 mg	2%
Magnesium	60,4 mg	4%
Vitamin C	9,4 mg	2%

Sumber : (USDA Nutrient data base, 2009)

2.3 Antosianin

Buah naga merah memiliki warna merah yang sangat menarik yang disebut antosianin. Antosianin merupakan pewarna yang paling penting dan paling banyak tersebar luas dalam pertumbuhan. Pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air ini adalah penyebab hampir semua warna merah jambu, merah marak, merah senduduk, ungu, dan biru dalam bunga, daun, dan buah pada tumbuhan tinggi.



Gambar 7. Struktur Antosianin

Gambar 7. merupakan struktur antosianin yaitu suatu turunan struktur

aromatik tunggal dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilasi atau glikosida. Terdapat enam antosianin yang umum. Antosianin yang paling umum ialah sianidin, pelargonidin, delphinidin, peonidin, petunidin, dan malvirin. Antosianin tergolong pigmen yang disebut flavonoid yang pada umumnya larut dalam air. Flavonoid mengandung dua cincin benzen yang dihubungkan oleh tiga atom karbon.

2.4 Air (H_2O)

Air merupakan senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) tersedia di Bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia.

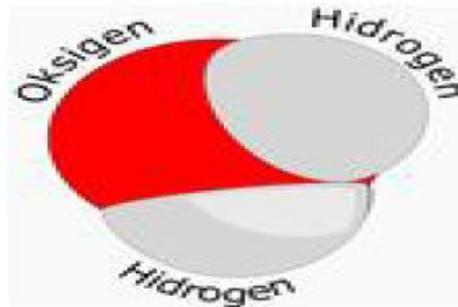
Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan *Europa* dan *Enceladus*. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air Sifat Fisik Air:

Nama sistematis	: air
Rumus Molekul	: H_2O
Massa Molar	: 18,0153 g/mol

Densitas dan fase	: 0,998 g/cm ³ (cairan pada 20 ⁰ C) 0,92 g/cm ³ (padatan)
Titik lebur	: 0 ⁰ C (273,15 K) (32 ⁰ F)
Titik didih	: 100 ⁰ C (373,15 K) (212 ⁰ F)
Kegunaan	: Sebagai Pelarut
Kalor Jenis	: 4184 J/(Kg.K) (cairan pada 20 ⁰ C)

2.4.1 Elektrolisis air

Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik. Proses ini disebut elektrolisis air. Rumus bangun molekul air dapat dilihat pada gambar 8.

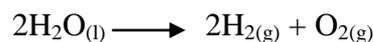


Sumber: wikipedia.com/Molekul-air

Gambar 8. Rumus Bangun H₂O

Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H₂ dan ion hidroksida (OH⁻). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O₂), melepaskan 4 ion H⁺ serta mengalirkan elektron ke katode. Ion H⁺ dan OH⁻ mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air.

Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air, yaitu:



Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida (H₂O₂) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen.

2.4.2 Kelarutan (solvasi)

Air adalah pelarut yang kuat, melarutkan banyak jenis zat kimia. Zat-zat yang bercampur dan larut dengan baik dalam air (misalnya garam-garam) disebut sebagai zat-zat hidrofilik dan zat-zat yang tidak mudah tercampur dengan air (misalnya lemak dan minyak), disebut sebagai zat-zat hidrofobik. Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik-menarik listrik (gaya intermolekul dipol-dipol) antara molekul-molekul air. Jika suatu zat tidak mampu menandingi gaya tarik-menarik antar molekul air, molekul-molekul zat tersebut tidak larut dan akan mengendap dalam air.

2.4.3 Kohesi dan adhesi

Air menempel pada sesamanya (kohesi) karena air bersifat polar. Air memiliki sejumlah muatan parsial negatif (σ^-) dekat atom oksigen akibat pasangan elektron yang (hampir) tidak digunakan bersama, dan sejumlah muatan parsial positif (σ^+) dekat atom hidrogen. Dalam air hal ini terjadi karena atom oksigen bersifat lebih elektronegatif dibandingkan atom hidrogen yang berarti, ia (atom oksigen) memiliki lebih kekuatan tarik pada elektron-elektron yang dimiliki bersama dalam molekul, menarik elektron-elektron lebih dekat ke arahnya (juga berarti menarik muatan negatif elektron-elektron tersebut) dan membuat daerah di sekitar atom oksigen bermuatan lebih negatif ketimbang daerah-daerah di sekitar kedua atom hidrogen. Air memiliki pula sifat adhesi yang tinggi disebabkan oleh sifat alami ke-polar-annya (Martino, 2003).

2.5 Etanol

2.5.1 Sejarah Etanol

Etanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan pemabuk dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari Cina bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik. Pemurnian etanol yang mengandung air

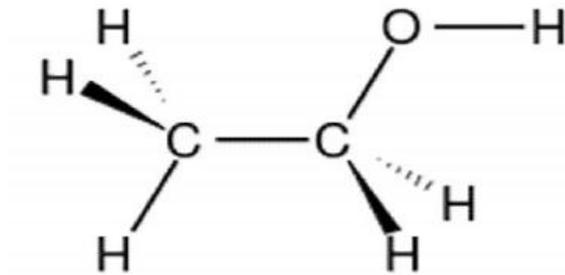
dengan cara penyulingan biasa hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian 96%.

Etanol murni (absolut) dihasilkan pertama kali pada tahun 1796 oleh Johan Tobias Lowitz yaitu dengan cara menyaring alkohol hasil distilasi melalui arang. Lavoisier menggambarkan bahwa etanol adalah senyawa yang terbentuk dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808 Saussure berhasil menentukan rumus kimia etanol. Lima puluh tahun kemudian (1858), Couper mempublikasikan rumus kimia etanol. Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus kimianya. Etanol pertama kali dibuat secara sintetik pada tahun 1826 secara terpisah oleh Henry Hennel dari Britania Raya dan S.G. Sérullas dari Perancis. Pada tahun 1828, Michael Faraday berhasil membuat etanol dari hidrasi etilena yang dikatalisis oleh asam. Proses ini mirip dengan proses sintesis etanol industri modern.

Etanol telah digunakan sebagai bahan bakar lampu di Amerika Serikat sejak tahun 1840, namun pajak yang dikenakan pada alkohol industri semasa Perang Saudara Amerika membuat penggunaannya tidak ekonomis. Pajak ini dihapuskan pada tahun 1906, dan sejak tahun 1908 otomobil Ford Model T telah dapat dijalankan menggunakan etanol. Namun, dengan adanya pelarangan minuman beralkohol pada tahun 1920, para penjual bahan bakar etanol dituduh berkomplot dengan penghasil minuman alkohol ilegal, dan bahan bakar etanol kemudian ditinggalkan penggunaannya sampai dengan akhir abad ke-20. (Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Etanol>, diakses 02 februari 2015).

2.5.2 Sifat Fisik dan Kimia Etanol

Etanol atau etil alkohol adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang tidak beracun. Etanol adalah cairan jernih yang mudah terbakar dengan titik didih pada $78,4^{\circ}\text{C}$ dan titik beku pada -112°C . Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. (<http://id.advantacell.com/wiki/Etanol#Pembuatan>, diakses 30 januari 2015). Berikut merupakan struktur molekul dari etanol:



Sumber: id.wikipedia.org

Gambar 9. Struktur Molekul Etanol

Etanol memiliki banyak manfaat bagi masyarakat karena memiliki sifat yang tidak beracun. Selain itu etanol juga memiliki banyak sifat-sifat, baik secara fisika maupun kimia. Adapun sifat-sifat fisika etanol, yaitu sebagai berikut :

Sifat-Sifat Fisik Etanol :

Berat Molekul : 46,07 gr/mol

Titik Lebur : -112

Titik didih : 78,4

Densitas : 0,7893 gr/ml

Indeks Bias : 1,36143 cP

Viskositas 20⁰C : 1,17 cP

Panas Penguapan : 200,6 kal/gr

Merupakan cairan tidak berwarna

Dapat larut dalam air dan eter

Memiliki bau yang khas

Sumber: Perry, 1999

Etanol selain memiliki sifat-sifat fisika juga memiliki sifat-sifat kimia. Sifat-sifat kimia tersebut adalah :

- a. Merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik
- b. Mudah menguap dan mudah terbakar
- c. Bila direaksikan dengan asam halida akan membentuk alkyl halida dan air

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HC}=\text{CH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}=\text{CH}_2$$
- d. Bila direaksikan dengan asam karboksilat akan membentuk ester dan air

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

- e. Dehidrogenasi etanol menghasilkan asetaldehid
- f. Mudah terbakar diudara sehingga menghasilkan lidah api (*flame*) yang berwarna biru muda dan transparan, dan membentuk H₂O dan CO₂.

2.6 Asam Sitrat (C₆H₈O₇)

2.6.1 Sejarah Asam Sitrat

Asam sitrat diyakini ditemukan oleh alkimiawan Arab Yemen (kelahiran Iran) yang hidup pada abad ke-8, Jabir Ibnu Hayyan. Pada zaman pertengahan, para ilmuwan Eropa membahas sifat asam sari buah lemon dan limau; hal tersebut tercatat dalam ensiklopedia *Speculum Majus (Cermin Agung)* dari abad ke-13 yang dikumpulkan oleh Vincent dari Beauvais. Asam sitrat pertama kali diisolasi pada tahun 1784 oleh kimiawan Swedia, Carl Wilhelm Scheele, yang mengkristalkannya dari sari buah lemon. Pembuatan asam sitrat skala industri dimulai pada tahun 1860, terutama mengandalkan produksi jeruk dari Italia.

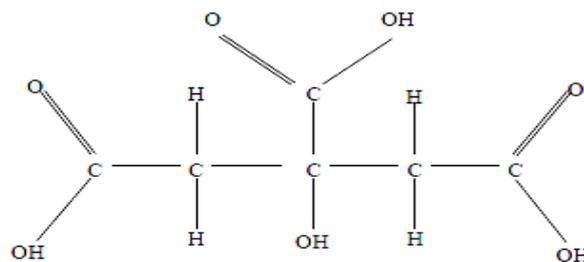
Pada tahun 1983, C. Wehmer menemukan bahwa kapang *Penicillium* dapat membentuk asam sitrat dari gula. Namun, pembuatan asam sitrat dengan mikroba secara industri tidaklah nyata sampai Perang Dunia I mengacaukan ekspor jeruk dari Italia. Pada tahun 1917, kimiawan pangan Amerika, James Currie menemukan bahwa galur tertentu kapang, *Aspergillus niger* dapat menghasilkan asam sitrat secara efisien, dan perusahaan kimia Pfizer memulai produksi asam sitrat skala industri dengan cara tersebut dua tahun kemudian (Friskilla, 2013).

Di alam, Asam sitrat tersebar luas sebagai bahan penyusun rasa dari berbagai macam buah-buahan (sitroen, nenas, *pear*, dan lain-lain). Asam sitrat terdapat pada berbagai jenis buah dan sayuran, namun ditemukan pada konsentrasi tinggi, yang dapat mencapai 8% bobot kering, pada jeruk lemon dan limau (misalnya jeruk nipis dan jeruk purut). Karena sifat-sifatnya yang tidak beracun, dapat mengikat logam-logam berat (besi maupun bukan besi), dan dapat menimbulkan rasa yang menarik. Asam sitrat banyak dimanfaatkan di dalam industri pengolahan alkid resin. Asam sitrat alami juga banyak diproduksi di

Sisilia, India Barat, California, Hawaii, dan di berbagai wilayah lainnya (<http://www.anneahira.com/asam-sitrat.html>, diakses 01 februari 2015).

2.6.2 Sifat fisik dan Kimia Asam Sitrat

Rumus kimia Asam Sitrat adalah $C_6H_8O_7$ atau $CH_2(COOH)-COH(COOH)-CH_2(COOH)$, struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC-nya, asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat. Keasaman Asam Sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil $COOH$ yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat (Wikipedia, 2008). Struktur molekul asam sitrat terlihat pada Gambar 10.



Sumber :wikipedia.org

Gambar 10. Struktur Molekul Asam sitrat

A. Sifat Fisika (Wikipedia, 2008)

1. Berat molekul : 192 gr/mol
2. *Spesific gravity* : 1,54 (20°C)
3. Titik lebur : 153°C
4. Titik didih : 175°C
5. Kelarutan dalam air : 207,7 gr/100 ml (25°C)
6. Pada titik didihnya asam sitrat terurai (terdekomposisi).
7. Berbentuk kristal berwarna putih, tidak berbau, dan memiliki rasa asam.

B. Sifat Kimia

1. Kontak langsung (paparan) terhadap Asam Sitrat kering atau larutan dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata.
2. Mampu mengikat ion-ion logam sehingga dapat digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan dalam air.
3. Keasaman Asam Sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil $-COOH$ yang dapat melepas proton dalam larutan.
4. Asam Sitrat dapat berupa kristal anhidrat yang bebas air atau berupa kristal monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekulnya.
5. Bentuk anhidrat Asam Sitrat mengkristal dalam air panas, sedangkan bentuk monohidrat didapatkan dari kristalisasi Asam Sitrat dalam air dingin.
6. Bentuk monohidrat Asam Sitrat dapat diubah menjadi bentuk anhidrat dengan pemanasan pada suhu $70-75^{\circ}C$.
7. Jika dipanaskan di atas suhu $175^{\circ}C$ akan terurai (terdekomposisi) dengan melepaskan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O).

2.6.3 Kegunaan Asam Sitrat

Penggunaan utama Asam Sitrat saat ini adalah sebagai zat pemberi cita rasa dan pengawet makanan dan minuman, terutama minuman ringan. Kode Asam Sitrat sebagai zat aditif makanan (*E number*) adalah E330. Sifat sitrat sebagai larutan penyangga digunakan sebagai pengendali pH dalam larutan pembersih dalam rumah tangga. Kemampuan Asam Sitrat untuk mengikat ion-ion logam menjadikannya berguna sebagai bahan sabun dan deterjen. Dengan mengikat ion-ion logam pada air sadah, Asam Sitrat akan memungkinkan sabun dan deterjen membentuk busa dan berfungsi dengan baik tanpa penambahan zat penghilang kesadahan. Asam Sitrat juga digunakan untuk memulihkan bahan penukar ion yang digunakan pada alat penghilang kesadahan dengan menghilangkan ion-ion logam yang terakumulasi pada bahan penukar ion tersebut sebagai kompleks sitrat. Asam Sitrat dapat pula ditambahkan pada es krim untuk menjaga terpisahnya gelembung-gelembung lemak, dan dalam resep makanan Asam Sitrat dapat digunakan sebagai pengganti sari jeruk. Asam Sitrat dikategorikan aman

digunakan pada makanan oleh semua badan pengawasan makanan nasional dan internasional utama (*Wikipedia*, 2008).

2.7 Ekstraksi

Ekstraksi adalah penyarian zat-zat aktif dari bagian tanaman obat. Adapun tujuan dari ekstraksi yaitu untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Secara umum, terdapat empat situasi dalam menentukan tujuan ekstraksi. Bahan ekstraksi yang telah tercampur dengan pelarut yang telah menembus kapiler-kapiler dalam suatu bahan padat dan melarutkan ekstrak larutan dengan konsentrasi lebih tinggi di bagian dalam bahan ekstraksi dan terjadi difusi yang memacu keseimbangan konsentrasi larutan dengan larutan di luar bahan (Sudjadi, 1988). Ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan dengan cara dingin dan cara panas. Jenis-jenis ekstraksi tersebut sebagai berikut:

1. Ekstraksi secara dingin

Maserasi, merupakan cara penyarian sederhana yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari selama beberapa hari pada temperatur kamar dan terlindung dari cahaya. Metode maserasi digunakan untuk menyari simplisia yang mengandung komponen kimia yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengandung benzoin, tiraks dan lilin (Sudjadi, 1988). Keuntungan dari metode ini adalah peralatannya sederhana. Sedang kerugiannya antara lain waktu yang diperlukan untuk mengekstraksi sampel cukup lama, cairan penyari yang digunakan lebih banyak, tidak dapat digunakan untuk bahan-bahan yang mempunyai tekstur keras seperti benzoin, tiraks dan lilin. Metode maserasi dapat dilakukan dengan modifikasi sebagai berikut :

1. Modifikasi maserasi melingkar
2. Modifikasi maserasi digesti
3. Modifikasi Maserasi Melingkar Bertingkat
4. Modifikasi remaserasi
5. Modifikasi dengan mesin pengaduk (Sudjadi, 1988).

Soxhletasi merupakan penyarian simplisia secara berkesinambungan, cairan penyari dipanaskan sehingga menguap, uap cairan penyari terkondensasi menjadi molekul-molekul air oleh pendingin balik dan turun menyari simplisia dalam klongsong dan selanjutnya masuk kembali ke dalam labu alas bulat setelah melewati pipa sifon (Sudjadi, 1988). Keuntungan metode ini adalah :

1. Dapat digunakan untuk sampel dengan tekstur yang lunak dan tidak tahan terhadap pemanasan secara langsung.
2. Digunakan pelarut yang lebih sedikit
3. Pemanasannya dapat diatur (Sudjadi, 1988).

Metode ini terbatas pada ekstraksi dengan pelarut murni atau campuran azeotropik dan tidak dapat digunakan untuk ekstraksi dengan campuran pelarut, misalnya heksan : diklormetan = 1 : 1, atau pelarut yang diasamkan atau dibasakan, karena uapnya akan mempunyai komposisi yang berbeda dalam pelarut cair di dalam wadah (Sudjadi, 1988).

Perkolasi adalah cara penyarian dengan mengalirkan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Keuntungan metode ini adalah tidak memerlukan langkah tambahan yaitu sampel padat (marc) telah terpisah dari ekstrak. Kerugiannya adalah kontak antara sampel padat tidak merata atau terbatas dibandingkan dengan metode refluks, dan pelarut menjadi dingin selama proses perkolasi sehingga tidak melarutkan komponen secara efisien (Lestari, 2008).

2. Ekstraksi secara panas

a. Metode refluks

Keuntungan dari metode ini adalah digunakan untuk mengekstraksi sampel-sampel yang mempunyai tekstur kasar dan tahan pemanasan langsung. Kerugiannya adalah membutuhkan volume total pelarut yang besar dan sejumlah manipulasi dari operator (Lestari, 2008).

b. Metode destilasi uap

Destilasi uap adalah metode yang populer untuk ekstraksi minyak-minyak menguap (esensial) dari sampel tanaman. Metode destilasi uap air diperuntukkan untuk menyari simplisia yang mengandung minyak menguap atau mengandung

komponen kimia yang mempunyai titik didih tinggi pada tekanan udara normal (Lestari, 2008). Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah pelarut yang mempunyai daya melarutkan yang tinggi terhadap zat yang diekstraksi. Daya melarutkan yang tinggi ini berhubungan dengan kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang diekstraksi. Terdapat kecenderungan kuat bagi senyawa polar larut dalam pelarut polar dan sebaliknya (Lestari, 2008). Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh:

1. Selektivitas, pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan.
2. Kelarutan, pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar.
3. Kemampuan tidak saling bercampur, pada ekstraksi cair, pelarut tidak boleh larut dalam bahan ekstraksi.
4. Kerapatan, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dengan bahan ekstraksi.
5. Reaktivitas, pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
6. Titik didih, titik didih kedua bahan tidak boleh terlalu dekat karena ekstrak dan pelarut dipisahkan dengan cara penguapan, distilasi dan rektifikasi.
7. Kriteria lain, sedapat mungkin murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak eksplosif bila bercampur udara, tidak korosif, buaka emulsifier, viskositas rendah dan stabil secara kimia dan fisik (Lestari, 2008).

Proses yang terjadi pada ekstraksi ini biasanya dipengaruhi oleh faktor-faktor penting dimana hal tersebut ialah :

1. Ukuran partikel

Ukuran partikel mempengaruhi laju ekstraksi dalam beberapa hal. Semakin kecil ukurannya, semakin besar luas permukaan antara padat dan cair; sehingga laju perpindahannya menjadi semakin besar. Dengan kata lain, jarak untuk berdifusi yang dialami oleh zat terlarut dalam padatan adalah kecil.

2. Zat pelarut

Larutan yang akan dipakai sebagai zat pelarut seharusnya merupakan pelarut pilihan yang terbaik dan viskositasnya harus cukup rendah agar dapat dapat bersirkulasi dengan mudah. Biasanya, zat pelarut murni akan dipakai pada awalnya, tetapi setelah proses ekstraksi berakhir, konsentrasi zat terlarut akan naik dan laju ekstraksinya turun, pertama karena gradien konsentrasi akan berkurang dan kedua zat terlarutnya menjadi lebih kental.

3. Temperatur

Dalam banyak hal, kelarutan zat terlarut (pada partikel yang diekstraksi) di dalam pelarut akan naik bersamaan dengan kenaikan temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi.

4. Pengadukan fluida

Pengadukan pada zat pelarut adalah penting karena akan menaikkan proses difusi, sehingga menaikkan perpindahan material dari permukaan partikel ke zat pelarut.

2.8 Spektrofotometri Uv-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer (Mulja dan Suharman, 1995:26). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995: 26).

Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur

pebedaan absorpsi antara sampel dan blangko ataupun pembanding (Khopkar, 1990: 216).

Spektrofotometer UV-Vis dapat melakukan penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan pelarut yang dipakai antara lain:

1. Pelarut yang dipakai tidak mengandung sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna.
2. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis.
3. Kemurniannya harus tinggi atau derajat untuk analisis. (Mulja dan Suharman, 1995: 28).

Dalam analisis secara spektrofotometri terdapat dua daerah panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan, yaitu:

Daerah UV ; $\lambda = 200-380$ nm

Daerah visible (tampak) ; $\lambda = 380-700$ nm

Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer meliputi:

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu wolfram.
 2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis.
 3. Sel absorpsi, pada pengukuran di daerah visibel menggunakan kuvet kaca atau kuvet kaca corex, tetapi untuk pengukuran pada UV menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini.
 4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat.
- Peranan
5. detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang (Khopkar, 1990: 216).

Cahaya yang dapat dilihat oleh manusia disebut cahaya terlihat/tampak. Biasanya cahaya yang terlihat merupakan campran dari cahaya yang mempunyai berbagai panjang gelombang, mulai dari 400 nm hingga 700 nm, seperti pelangi di langit.

Hubungan antara warna pada sinar tampak dengan panjang gelombang terlihat seperti tabel 4 dan 5. Dalam tabel berikut ini tercantum warna dan warna

komplementernya merupakan pasangan dari setiap dua warna dari spektrum yang menghasilkan warna putih jika dicampurkan.

Tabel 4. Spektrum Tampak dan Warna-warna Komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400-435	Lembayung (violet)	Kuning-hijau
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-Biru	Jingga
490-500	Biru-Hijau	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-Hijau	Lembayung (Violet)
580-595	Kuning	Biru
595-610	Jingga	Hijau-Biru
610-750	Merah	Biru-Hijau

Sumber: modul praktikum kimia analitik instrumen, 2012

Tabel 5. Daftar Panjang Gelombang Sinar Tampak dan Warna-Warna Komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400 – 435	Ungu	Kuning-Kehijauan
435 – 480	Biru	Kuning
480 – 490	Hijau-Kebiruan	Orange
490 – 500	Biru-Kehijauan	Merah
500 – 560	Hijau	Merah-Ungu
560 – 580	Kuning-Kehijauan	Ungu
580 – 595	Kuning	Biru
595 – 610	Orange	Hijau-Kebiruan
610 – 750	Merah	Biru-Kehijauan

Sumber: (Underwood dan Day, 1989)