

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Tambahan Makanan

Pengertian bahan tambahan pangan (BTM) menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 722/Menskes/Per/IX/88 adalah bahan yang biasanya tidak digunakan sebagai makanan dan bukan merupakan *ingredient* khas makanan, mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang dengan sengaja ditambahkan dan dicampurkan sewaktu pengolahan makanan untuk menghasilkan suatu komponen atau mempengaruhi sifat khas dan meningkatkan mutu makanan tersebut. Termasuk di dalamnya pewarna, penyedap rasa dan aroma, antioksidan, pengawet, pengemulsi, pematang, pemucat dan pengental. Bahan tambahan makanan adalah bahan yang secara alamiah bukan merupakan bagian dari bahan makanan, tetapi terdapat dalam bahan makanan tersebut karena perlakuan saat pengolahan, penyimpanan atau pengemasan.(Effendi.S, 2015).

Menurut FAO-WHO dengan pengertian setiap bahan yang ditambahkan dengan sengaja kedalam makanan dalam jumlah tertentu, dengan tujuan memperbaiki penampilan, warna, bentuk, cita rasa, tekstur, flavour dan memperpanjang daya simpan. BTM atau aditif makanan dapat meningkatkan nilai gizi seperti protein, mineral dan vitamin. Tetapi penggunaannya harus mengacu pada undang-undang RI No 7 Tahun 1996 tentang Pangan, pada Bab II mengenai Keamanan Pangan, pasal 10 tentang Bahan Tambahan Pangan dicantumkan, (1) Setiap orang yang memproduksi pangan untuk diedarkan dilarang menggunakan bahan apapun sebagai bahan tambahan makanan yang dinyatakan terlarang atau melampaui ambang batas maksimal yang telah ditetapkan. (2) Pemerintah menetapkan lebih lanjut bahan yang dilarang dan atau dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan dalam kegiatan atau proses produksi pangan serta ambang batas maksimal sebagaimana dimaksud dalam ayat(1).

Pemberian bahan tambahan pada makanan dan minuman sudah menjadi hal biasa dilakukan oleh masyarakat. Bahan tambahan makanan berarti bahan apapun yang biasanya tidak dimakan sendiri sebagai suatu makanan dan biasanya tidak digunakan sebagai bahan-bahan khas untuk makanan, baik mempunyai nilai gizi atau tidak, yang bila ditambahkan dengan sengaja pada makanan untuk teknologi

termasuk (organoleptik) dalam pembuatan, pengolahan, penyiapan, perlakuan, pengepakan, pengemasan, pengangkutan atau penanganan makanan atau dapat diharapkan (secara langsung atau tidak langsung) terhadap makanan itu atau hasil sampingannya menjadi bagian komponen makanan atau mempengaruhi ciri-ciri makanan itu sendiri (Depkes,1999).

Peranan BTM pada dasarnya sebagai senyawa yang ditambahkan dalam bahan pangan untuk memperbaiki penampilan, cita rasa, tekstur, atau sifat-sifat penyimpanannya serta untuk mempengaruhi kualitas yang dikehendaki. BTM digunakan di industri-industri makanan untuk meningkatkan mutu pangan olahan (Depkes,1999).

2.2 Bahan Pengawet

Salah satu hambatan bagi produsen makanan dalam mengelola usahanya adalah sifat makanan yang sering kali mudah rusak atau tidak tahan lama. Kerusakan ini sebagian besar disebabkan oleh adanya mikroorganisme yang menggunakan bahan makanan tersebut sebagai media tumbuh dan berkembang biak. Akibatnya, banyak produsen makanan menggunakan bahan pengawet untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Sayangnya, karena ketidaktahuan atau alasan ekonomi produsen sering kali menggunakan bahan pengawet yang dilarang oleh pemerintah dan mengabaikan faktor keamanan pangan (Cahyadi, 2012).

Bahan pengawet umumnya digunakan untuk mengawetkan pangan yang mempunyai sifat mudah rusak. Bahan ini dapat menghambat atau memperlambat proses fermentasi, pengasaman, atau penguraian yang disebabkan oleh mikroba. Akan tetapi, tidak jarang produsen menggunakannya pada pangan yang relatif awet dengan tujuan untuk memperpanjang masa simpan atau memperbaiki tekstur. Pengawet yang dijual di pasaran dan digunakan untuk mengawetkan berbagai bahan adalah benzoat, yang umumnya terdapat dalam bentuk natrium benzoat atau kalium benzoat yang bersifat lebih mudah larut. Benzoat sering digunakan untuk mengawetkan berbagai pangan dan minuman, seperti sari buah, minuman ringan, saus tomat, saus sambal, selai, jeli, makanan, kecap, dan lain-lain (Cahyadi, 2012).

Secara ideal, bahan pengawet akan menghambat atau membunuh mikroba yang penting dan kemudian memecah senyawa berbahaya menjadi tidak berbahaya dan tidak toksik. Bahan pengawet akan mempengaruhi dan menyeleksi jenis mikroba yang dapat hidup pada kondisi tersebut. Secara umum penambahan bahan pengawet pada pangan bertujuan sebagai berikut:

- a. Menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk pada pangan baik yang bersifat patogen maupun yang tidak patogen.
- b. Memperpanjang umur simpan pangan.
- c. Tidak menurunkan kualitas gizi, warna, cita rasa, dan bau bahan pangan yang diawetkan.
- d. Tidak untuk menyembunyikan keadaan pangan yang berkualitas rendah.
- e. Tidak digunakan untuk menyembunyikan penggunaan bahan yang salah atau yang tidak memenuhi persyaratan
- f. Tidak digunakan untuk menyembunyikan kerusakan bahan pangan (Cahyadi,2008).

Penggunaan pengawet dalam pangan harus tepat, baik jenis maupun dosisnya. Suatu bahan pengawet mungkin efektif untuk mengawetkan pangan tertentu, tetapi tidak efektif untuk mengawetkan pangan lainnya karena pangan mempunyai sifat yang berbeda-beda sehingga mikroba perusak yang akan dihambat pertumbuhannya juga berbeda. Pada saat ini, masih banyak ditemukan penggunaan bahan-bahan pengawet yang dilarang untuk digunakan dalam pangan dan berbahaya bagi kesehatan, seperti boraks. Pemakaian bahan pengawet dari satu sisi menguntungkan karena dengan bahan pengawet, bahan pangan dapat dibebaskan dari kehidupan mikroba, baik yang bersifat patogen yang dapat menyebabkan keracunan atau gangguan kesehatan lainnya maupun mikroba yang non patogen yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan, salah satunya pembusukan. Namun dari sisi lain, bahan pengawet pada dasarnya adalah senyawa kimia yang merupakan bahan asing yang masuk bersama bahan pangan yang dikonsumsi setiap hari (Liska *et al*, 2014).

Apabila pemakaian bahan pangan dosisnya tidak diatur dan diawasi, kemungkinan besar akan menimbulkan kerugian bagi pemakainya, baik yang

bersifat langsung, misalnya keracunan maupun yang bersifat tidak langsung atau kumulatif, misalnya apabila bahan pengawet yang digunakan bersifat karsinogenik. Dalam kehidupan modern seperti sekarang ini, banyak dijumpai pemakaian bahan pengawet secara luas. Kebanyakan bahan pengawet memiliki ciri sebagai senyawa kimia yang relatif sederhana jika dibandingkan dengan senyawa kimia lainnya yang diperlukan untuk memberikan tingkat toksisitas yang selektif (Liska *et al*, 2014).

2.3 Terasi

Terasi adalah salah satu produk hasil fermentasi ikan atau udang yang mengalami perlakuan penggaraman (tanpa diikuti dengan penambahan warna), kemudian didiamkan beberapa saat agar terjadi proses fermentasi. Dalam pembuatan terasi proses fermentasi berlangsung karena adanya aktivitas enzim yang berasal dari ikan (udang). Fermentasi adalah salah satu proses penguraian senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh enzim atau fermentasi yang berasal dari tubuh ikan itu sendiri atau dari mikroorganisme dan berlangsung dalam kondisi lingkungan terkontrol. Proses penguraian ini berlangsung dengan atau tanpa aktivitas mikroorganisme, terutama dalam golongan jamur dan ragi. Ada dua jenis terasi yang diperdagangkan dipasar, yaitu terasi udang dan terasi ikan. Terasi biasa digunakan sebagai penyedap sehingga pemakaian terasi dalam masakan sangat sedikit, hal ini mengakibatkan kandungan yang terdapat dalam terasi tidak banyak berperan (Aprianto dan Liviawati, 2005).



Gambar 1. Terasi (Dokumentasi Pribadi)

Menurut BSN (2016) terasi adalah suatu jenis bahan penyedap makanan yang berbau khas, hasil fermentasi udang atau ikan atau campuran keduanya dengan garam, dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang diijinkan. Terasi

umumnya berbentuk padat, teksturnya agak kasar, dan mempunyai kekhasan berupa aroma yang tajam namun rasanya sangat gurih. Terasi yang bermutu baik biasanya berwarna coklat gelap, berbau khas terasi, tidak berbau tengik, tidak mengandung kotoran seperti pasir, sisa-sisa ikan atau udang (Angkat, 2013).

Tabel 1. Kandungan gizi terasi (Angkat, 2013).

Komposisi Kimia	Jumlah
Energi (mg)	0,00
Protein (mg)	0,24
Lemak (IU)	0,00
Karbohidrat (mg)	0,00
Kalsium (mg)	726,00
Fosfor (mg)	3812
Zat Besi (gr)	9,90
Vitamin A (gr)	2,90
Vitamin B1 (gr)	22,30
Vitamin C (kkal)	155,00

2.4 Boraks

Rumus molekul : $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10(\text{H}_2\text{O})$

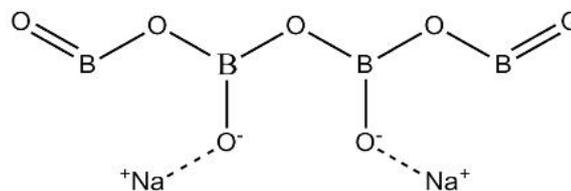
Nama kimia : Natrium Tetraborat

Berat molekul : 381,37

Berat Jenis : 1,68- 1,72

Titik leleh : 175°C

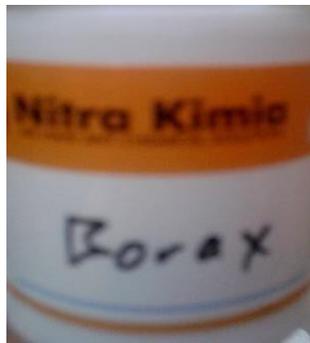
Struktur molekul :



Gambar 2. Struktur molekul boraks

Boraks mempunyai rumus kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10(\text{H}_2\text{O})$ dengan berat molekul 381,43 dan mempunyai kandungan boron sebesar 11,34 %. Boraks bersifat basa lemah dengan pH (9,15 – 9,20). Boraks umumnya larut dalam air, kelarutan boraks berkisar 62,5 g/L pada suhu 25°C dan kelarutan boraks dalam air akan

meningkat seiring dengan peningkatan suhu air dan boraks tidak larut dalam senyawa alkohol. Boraks merupakan kristal lunak yang tidak berwarna, terjadi dalam suatu hasil proses penguapan *hot spring* (pancuran air panas) atau danau garam. Boraks termasuk kelompok mineral borat, suatu jenis senyawa kimia alami yang terbentuk dari boron (B) dan oksigen (O). Beberapa jenis boraks jarang ditemui dan terjadi pada daerah tertentu saja, sebaliknya beberapa diantaranya, misalnya boraks, *karnite* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan *colemanite* ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) secara komersil ditimbang untuk pembuatan boraks, asam borat serta berbagai garam boron sintesis (Rusli, 2009).



Gambar 3. Boraks (Dokumentasi Pribadi)

Menurut (Reynold,1982; farmakope IV, 1995; farmakope III, 1979) boraks mempunyai ciri hablur transparan tidak berwarna atau serbuk hablur putih dan tidak berbau. Larutannya bersifat basa terhadap fenoftalein dan pada udara kering merapuh. hablur sering dilapisi serbuk berwarna putih. Larut dalam 20 bagian air, 0,6 bagian air mendidih dan 1 bagian gliserol, praktis dan tidak larut dalam etanol (Azas, 2013).

Boraks bias didapatkan dalam bentuk padat atau cair (natrium hidroksida atau asam borat). Baik boraks maupun asam borat memiliki sifat antiseptik dan bisa digunakan oleh industri farmasi sebagai ramuan obat, misalnya salep, bedak, larutan kompres, obat oles mulut dan obat pencuci mata. Selain itu boraks juga digunakan sebagai bahan solder, pembuatan gelas, bahan pembersih atau pelicin porselin, pengawet kayu dan antiseptik kayu (Widayat, 2011).



Gambar 4. Serbuk Boraks (Azas, 2013).

Boraks atau natrium tetraborat biasanya digunakan untuk bahan pembuat deterjen dan antiseptik. Makanan yang mengandung boraks apabila dikonsumsi tidak memberikan efek buruk secara langsung, tetapi boraks akan menumpuk sedikit demi sedikit karena diserap dalam tubuh konsumen secara kumulatif. Larangan penggunaan boraks juga diperkuat dengan adanya Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 235/Menkes/VI/1984 tentang bahan tambahan makanan, bahwa natrium tetraborat yang lebih dikenal dengan nama Boraks digolongkan dalam bahan tambahan yang dilarang digunakan dalam makanan, tetapi pada kenyataannya masih banyak bentuk penyalahgunaan dari zat tersebut. Boraks adalah zat pengawet yang banyak digunakan dalam industri pembuatan taksidermi, insektarium dan herbarium, tetapi dewasa ini masyarakat cenderung menggunakannya dalam industri rumah tangga sebagai bahan pengawet makanan seperti pembuatan mie dan bakso. Dari sisi fisik makanan yang mengandung boraks lebih kenyal, mengkilap dan tidak lengket (Habsah, 2012).

Sifat farmakologis boraks menurut Rusli (2009) yaitu :

a. Absorpsi

Boraks diabsorpsi secara cepat oleh saluran cerna, kulit yang terbakar, dan pada kulit yang terluka. Namun boraks tidak diabsorpsi secara baik pada kulit yang utuh. Boraks didistribusikan ke seluruh tubuh dan memiliki afinitas yang besar terhadap hati, otak dan ginjal, sehingga dapat terakumulasi pada organ tersebut. Pada keadaan normal, konsentrasi boraks dalam serum sebesar 7 mg/L, tetapi pada keracunan konsentrasinya 20-150 mg/L sedangkan pada kasus kematian dapat terjadi pada konsentrasi 200-15000 mg/L.

b. Ekskresi

Boraks diekskresikan sebagian besar melalui ginjal. Lebih dari 50% dosis oral diekskresikan tanpa perubahan melalui ginjal dalam 24 jam dan 90% setelah 96 jam. Sebagian kecil dikeluarkan melalui kelenjar keringat. Waktu paruh dilaporkan bervariasi antara 5-12 jam.

c. Toksisitas

Keracunan boraks terjadi absorpsi yang berlangsung dengan segera dari saluran pencernaan makanan, kulit yang terluka, lecet, atau terbakar yang mendapat pengobatan secara berulang-ulang dengan serbuk dan larutan asam borat. Selain itu, ekskresi borat yang lambat juga memperbesar terjadinya akumulasi akibat penggunaan berulang. Pada bayi dan anak-anak keracunan lebih mudah terjadi dan pada orang dewasa kasus kematian dapat terjadi setelah penggunaan topikal dari serbuk boraks untuk mengobati ruam. Keracunan dapat bersifat akut maupun kronis dengan manifestasi yang utama adalah kulit yang mengelupas, demam dan anuria.

Boraks merupakan garam natrium $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10(\text{H}_2\text{O})$ yang sering digunakan pada berbagai industri non pangan diantaranya industri bahan solder, kertas, bahan pembersih, gelas, antiseptik, pengawet kayu, pengontrol kecoak dan keramik. Gelas *pyrex* yang sering digunakan pada alat gelas di laboratorium dibuat dengan campuran boraks. Boraks merupakan B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) karena dapat menimbulkan efek racun, akan tetapi mekanismenya berbeda dari formalin. Hal ini dikarenakan apabila boraks masuk dalam tubuh manusia, boraks akan disimpan secara kumulatif dalam otak, usus, testis dan hati sehingga dosisnya menjadi tinggi. Bila dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan kanker (Murrehmi, 2015).

Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) merupakan salah satu bahan tambahan yang dilarang penggunaannya pada bahan pangan. Penggunaan boraks pada pembuatan kerupuk biasanya digunakan untuk meningkatkan kekenyalan, kerenyahan, serta memberikan rasa gurih dan kepadatan terutama pada jenis makanan yang mengandung pati. Boraks merupakan bahan tambahan non pangan yang sering digunakan pada pembuatan kerupuk. Boraks biasa disalahgunakan pada kerupuk

yang berbahan dasar beras, tapioka dan terigu. Hal tersebut dilakukan dalam membantu gelatinisasi pati sehingga kerupuk yang diharapkan menjadi kenyal, tidak lengket, lebih mengembang dan tahan disimpan. Boraks disalahgunakan dalam pembuatan kerupuk puli yang lebih dikenal dengan “Karak” atau “Lempeng” (Cahyadi, 2008).

Pengaruh penggunaan boraks bagi kesehatan adalah jika boraks dikonsumsi dalam kadar tertentu dapat menimbulkan efek negatif bagi kesehatan yaitu dapat menimbulkan rasa mual, muntah-muntah, diare, kejang perut, bercak-bercak pada kulit, temperatur tubuh yang menurun, ruam eritema pada kulit yang menyerupai campak, kerusakan pada ginjal, depresi dan bingung. Efek jangka panjang yang terjadi jika boraks dikonsumsi 3-6 gram yaitu terjadinya gangguan pada sistem saraf, ginjal, hati, pendarahan di lambung, gangguan stimulasi, komplikasi otak dan hati, kanker bahkan menyebabkan kematian (Azas, 2013).

. Karena karakteristiknya yang mampu membunuh mikroba, boraks bersifat sangat beracun sehingga dilarang digunakan sebagai bahan tambahan makanan (Majelis Ulama Indonesia, 2012). Boraks merupakan sejenis alkali yang diperoleh dari sumber mineral galian di kawasan utara dan selatan Afrika. Penggunaan boraks dalam formulasi akan menghasilkan produk *lotion* badan yang mempunyai tekstur lebih mudah disapu. Walaupun boraks berperan penting dalam menghasilkan tekstur krim yang lembut, namun pengaplikasian boraks yang berlebihan dalam produk kosmetik mampu menyebabkan iritasi pada kulit karena boraks mempunyai PH 9 hingga PH 11 (Henika dan Khalid, 2015).

Walaupun dilarang penggunaannya, boraks masih digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan. Tujuan penambahan boraks untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dengan demikian makanan dapat dijaga tetap segar dan tahan lama. Lebih jauh lagi asam borat ditambahkan pada beberapa produk makanan untuk mengontrol pengerasan gelatinisasi, memperbaiki warna, tekstur dan rasa dari makanan. Di Indonesia, industri kecil, menengah dan besar diawasi oleh tenaga inspektur pangan yang profesional untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi syarat dan aman. Sedangkan untuk industri pangan yang tidak terdaftar, tidak rutin dikunjungi oleh inspektur pangan dan produsen

mungkin tidak sadar hukum atau bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia yang mereka gunakan (Henika dan Khalid, 2015).

2.5 Spektrofotometri Uv - Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur serapan yang dihasilkan dari interaksi kimia antara radiasi elektromagnetik dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia pada daerah UV-Vis (Anonim, 1995). Spektrofotometri adalah ilmu yang mempelajari tentang penggunaan spektrofotometer. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi (Faradila *et al* 2014).



Gambar 5. Alat Spektrofotometri Uv-Vis (Faradila *et al* 2014).

Spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi yang ada dalam suatu sampel, dimana molekul yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel, sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan. Pada spektrofotometri, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah transmitansi atau absorbansi. Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum *lambert-beer* atau Hukum Beer yang berbunyi, “jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan (Faradila *et al* 2014).

Jangkauan panjang gelombang yang tersedia untuk pengukuran membentang dari panjang gelombang pendek ultraviolet sampai ke garis inframerah. Penggunaan utama spektroskopi ultraviolet-sinar tampak adalah dalam analisis kuantitatif. Penentuan kadar senyawa organik yang mempunyai struktur kromofor atau mengandung gugus kromofor, serta mengabsorpsi radiasi ultraviolet sinar tampak penggunaannya cukup luas. Penentuan kadar dilakukan dengan mengukur absorpsi pada panjang gelombang maksimum (puncak kurva), agar dapat memberikan absorpsi tertinggi untuk setiap konsentrasi (Kokasih *et al*, 2004).

Spektrofotometri Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (*visible*) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum *Lambert-Beer* (Rohman, 2007).

Sinar ultraviolet dan sinar tampak memberikan energi yang cukup untuk terjadinya transisi elektronik. Dengan demikian, spektra ultraviolet dan spektra tampak dikatakan sebagai spektra elektronik. Transisi-transisi elektronik akan meningkatkan energi molekular dari keadaan dasar ke satu atau lebih tingkat energi tereksitasi. Jika suatu molekul sederhana dikenakan radiasi elektromagnetik maka molekul tersebut akan menyerap radiasi elektromagnetik yang energinya sesuai. Interaksi antara molekul dengan radiasi elektromagnetik ini akan meningkatkan energi potensial elektron pada tingkat keadaan tereksitasi. Apabila pada molekul yang sederhana tadi hanya terjadi transisi elektronik pada satu macam gugus yang terdapat pada molekul, maka hanya akan terjadi satu absorpsi yang merupakan garis spectrum (Neldiawati *et al*, 2013).

Hukum *Lambert-Beer* menyatakan hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit yang berbanding terbalik dengan transmitan. Dalam hukum *Lambert-Beer* terdapat beberapa pembatasan (Rohman, 2007) yaitu:

- a. Sinar yang digunakan dianggap monokromatis.
- b. Penyerapan terjadi dalam suatu volume yang mempunyai penampang yang sama.
- c. Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung terhadap yang lain dalam larutan tersebut.
- d. Tidak terjadi fluoresensi atau fosforisensi.
- e. Indeks bias tidak tergantung pada konsentrasi larutan.

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer atau hukum Beer, berbunyi: "jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan". Rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang dihamburkan :

$$T = \frac{I_t}{I_0} \text{ atau } \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\%$$

dan absorbansi dinyatakan dengan rumus :

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0}$$

dimana I_0 merupakan intensitas cahaya datang dan I_t atau I_l adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel (Yahya, 2015).

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai :

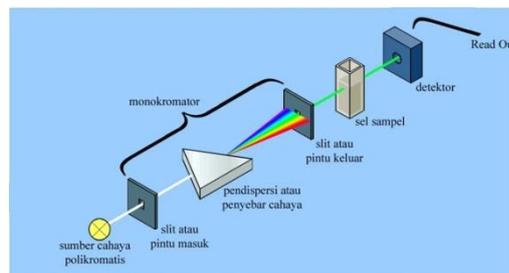
$$A = a \cdot b \cdot c \text{ atau } A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana :

- A = absorbansi
- b/l = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm)
- c = konsentrasi larutan yang diukur (molar)
- ϵ = tetapan absorptivitas molar
- a = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan dalam ppm).

2.6 Prinsip Kerja Spektrofotometri U-Vis

Cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat polikromatis di teruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer. Monokromator kemudian akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian di terima oleh detector. Detector kemudian akan menghitung cahaya yang diterima dan mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif (Neldiawati et al, 2013).



Gambar 6. Instrumen Spektrofotometri Uv-Vis (Neldiawati *et al*, 2013).

Komponen spektrofotometriUv –Vis terdiri dari :

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya pada spektrofotometer harus memiliki pancaran radiasi yang stabil dan intensitasnya tinggi. Sumber cahaya pada spektrofotometer UV-Vis ada dua macam, yaitu :

- a) Lampu Tungsten (Wolfram), Lampu ini digunakan untuk mengukur sampel pada daerah tampak. Bentuk lampu ini mirip dengna bola lampu pijar biasa. Memiliki panjang gelombang antara 350-2200 nm. Spektrum radiasinya berupa garis lengkung. Umumnya memiliki waktu 1000jam pemakaian.

- b) Lampu Deuterium Lampu ini dipakai pada panjang gelombang 190-380 nm. Spektrum energy radiasinya lurus, dan digunakan untuk mengukur sampel yang terletak pada daerah uv. Memiliki waktu 500 jam pemakaian.

2. Wadah Sampel

Kebanyakan spektrofotometri melibatkan larutan dan karena kebanyakan wadah sampel adalah sel untuk menaruh cairan ke dalam berkas cahaya spektrofotometer. Sel itu haruslah meneruskan energi cahaya dalam daerah spektral yang diminati. Dalam instrument, tabung reaksi silindris kadang-kadang digunakan sebagai wadah sampel. Penting bahwa tabung-tabung semacam itu diletakkan secara reproduksibel dengan membubuhkan tanda pada salah satu sisi tabungan dan tanda itu selalu tetap arahnya tiap kali ditaruh dalam instrument. Sel-sel lebih baik bila permukaan optisnya datar. Sel-sel harus diisi sedemikian rupa sehingga berkas cahaya menembus larutan, dengan meniskus terletak seluruhnya diatas berkas. Umumnya sel-sel ditahan pada posisinya dengan desain kinematik dari pemegangnya atau dengan jepitan berpegas yang memastikan bahwa posisi tabung dalam ruang sel (dari) instrument itu reproduksibel.

3. Monokromator

Monokromator adalah alat yang akan memecah cahaya polikromatis menjadi cahaya tunggal (monokromatis) dengan komponen panjang gelombang tertentu. Bagian-bagian monokromator, yaitu :

- a) Prisma

Prisma akan mendispersikan radiasi elektromagnetik sebesar mungkin supaya di dapatkan resolusi yang baik dari radiasi polikromatis.

- b) Grating (kisi difraksi)

Kisi difraksi memberi keuntungan lebih bagi proses spektroskopi. Dispersi sinar akan disebarkan merata, dengan pendispersi yang sama, hasil dispersi akan lebih baik. Selain itu kisi difraksi dapat digunakan dalam seluruh jangkauan spektrum.

- c) Celah optis

Celah ini digunakan untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diharapkan dari sumber radiasi. Apabila celah berada pada posisi yang tepat, maka

radiasi akan dirotasikan melalui prisma, sehingga diperoleh panjang gelombang yang diharapkan.

d) Filter

Berfungsi untuk menyerap warna komplementer sehingga cahaya yang diteruskan merupakan cahaya berwarna yang sesuai dengan panjang gelombang yang dipilih.

4. Detektor

Detektor akan menangkap sinar yang diteruskan oleh larutan. Sinar kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh amplifier dan dalam rekorder dan ditampilkan dalam bentuk angka-angka pada reader (komputer). Detektor dapat memberikan respon terhadap radiasi pada berbagai panjang gelombang. Ada beberapa cara untuk mendeteksi substansi yang telah melewati kolom. Metode umum yang mudah dipakai untuk menjelaskan yaitu penggunaan serapan ultra-violet. Banyak senyawa-senyawa organik menyerap sinar UV dari beberapa panjang gelombang.

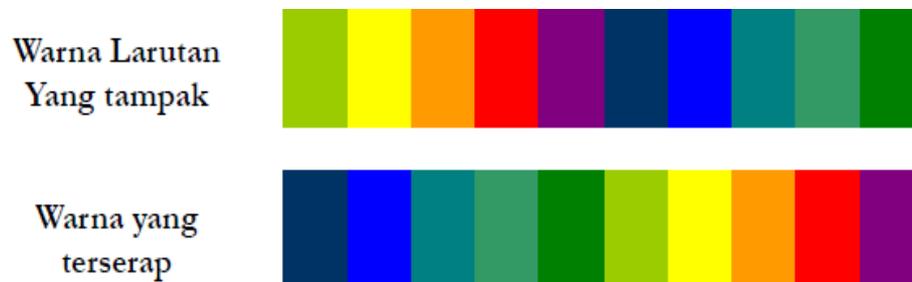
5. Visual display/recorder

Merupakan system baca yang memperagakan besarnya isyarat listrik, menyatakan dalam bentuk % Transmittan maupun Absorbansi. (Neldiawati et al, 2013).

2.7 Warna Komplementer

Jika radiasi atau cahaya putih dilewatkan melewati larutan yang berwarna maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi sinar lainnya akan diteruskan. Absorbansi maksimum dari larutan berwarna terjadi pada daerah warna yang berlawanan dengan warna yang diamati. Pada spektrofotometri Uv-Vis, warna yang diserap oleh suatu senyawa atau unsur adalah warna komplementer dari warna yang teramati. Hal tersebut dapat diketahui dari larutan berwarna yang memiliki serapan maksimum pada warna komplementernya (Suharta, 2005).

Warna komplementer dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Warna Komplementer

Gambar 6. Warna Komplementer (Yahya, 2015)

Spektrum cahaya tampak dan warna-warna komplementer dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Spektrum Cahaya Tampak dan Warna – Warna Komplementer (Underwood dan Day, 2011).

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400 – 435	Violet	Hijau Kekuningan
435 – 480	Biru	Kuning
480 – 490	Biru Kehijauan	Jingga
490 – 500	Hijau Kebiruan	Merah
500 – 560	Hijau	Ungu Kemerahan
560 – 580	Hijau Kekuningan	Ungu
580 – 595	Jingga	Biru Kehijauan
595 – 610	Merah	Hijau Kebiruan
510 – 750	Ungu Kemerahan	Hijau

Suatu spektrofotometri tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontiniu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi sampel dan blanko atau pembanding (Khopkar, 2007).