

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

2.1.1 Fungsi Air

Air menjadi kebutuhan utama bagi seluruh makhluk hidup, semuanya bergantung pada air untuk atau dalam melakukan aktivasi mereka sehari-hari, oleh karena itu kebutuhan air tidak pernah berhenti. Air merupakan substansi dengan rumus kimia H_2O . Air memiliki manfaat yang sangat penting bagi kehidupan manusia sehingga harus dijaga kualitasnya untuk generasi sekarang dan yang akan datang serta keseimbangan ekosistem (Permenkes 2010).

Air bersifat universal dalam artian bahwa air mampu melarutkan zat-zat kimia yang ada dalam air seperti gula, garam, asam, gas dan banyak molekul organik. Air sangat esensial dalam kelangsungan proses biokimia semua makhluk hidup, contohnya pada energi listrik, aktivitas rumah tangga, teknologi pangan, sebagai sumber air bersih dan air minum (Hafni, 2012).

Air dalam jaringan hidup merupakan medium untuk berbagi reaksi dan proses ekskresi. Air merupakan komponen utama baik dalam tanaman maupun hewan, termasuk manusia. Tubuh manusia terdiri dari 60-70% air. Transportasi zat-zat dalam tubuh semuanya dalam bentuk larutan dalam bentuk pelarut air, oleh karena itu kehidupan ini tidak dapat dipertahankan tanpa adanya air (Ahmad, 2004).

Secara fisik air tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna. Air juga dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan salah

satu komponen yang dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Semua makhluk hidup membutuhkan air (Nurhayati, 2013).

2.2 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan, dan air tanah akibat aktivitas manusia menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENLH/1998, yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuk/dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, kurang atau tidak dapat berfungsi lagi dengan peruntukannya. Indikator atau tanda bahwa air dilingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati dan digolongkan menjadi :

- a. Pengamatan secara fisika, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air, perubahan suhu, warna, dan adanya perubahan bau atau rasa.
- b. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut (perubahan pH)
- c. Pengamatan biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya patogen

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar. Dua sumber utama terkontaminasi air tanah ialah kebocoran bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan

penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau didekat sumber air.

a. Jenis Pencemaran Air

Pencemaran air terdiri dari bermacam-macam jenis, antara lain:

1) Pencemaran Mikroorganisme dalam Air

Berbagai kuman penyebab penyakit pada makhluk hidup seperti bakteri, virus, protozoa, dan parasit sering mencemari air. Kuman yang masuk ke dalam air tersebut berasal dari buangan limbah rumah tangga maupun buangan dari industri peternakan, rumah sakit, tanah pertanian dan lain sebagainya. Pencemaran dari kuman penyakit ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit pada orang yang terinfeksi. Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air ini disebut water-borne disease dan sering ditemukan pada penyakit tifus, kolera, dan disentri.

2) Pencemaran Air oleh Bahan Anorganik Nutrisi Tanaman

Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat dalam bidang pertanian telah dilakukan sejak lama secara meluas. Pupuk kimia ini dapat menghasilkan produksi tanaman yang tinggi sehingga menguntungkan petani. Tetapi dilain pihak, nitrat dan fosfat dapat mencemari sungai, danau, dan lautan. Sebetulnya sumber pencemaran nitrat ini tidak hanya berasal dari pupuk pertanian saja, karena diatmosfer bumi mengandung 78% gas nitrogen. Pada waktu hujan dan terjadi kilat dan petir, di udara akan terbentuk amoniak dan nitrogen terbawa air hujan menuju permukaan tanah. Nitrogen akan bersenyawa dengan komponen yang kompleks lainnya.

3) Pencemar Bahan Kimia Anorganik

Bahan kimia anorganik seperti asam, garam dan bahan toksik logam lainnya seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), besi (Fe), merkuri (Hg), dalam kadar yang tinggi dapat menyebabkan air tidak enak diminum. Disamping dapat menyebabkan matinya kehidupan air seperti ikan dan organisme lainnya, pencemaran bahan tersebut juga dapat menurunkan produksi tanaman pangan dan merusak peralatan yang dilalui air tersebut (karena korosif).

4) Pencemar Bahan Kimia Organik

Bahan kimia organik seperti minyak, plastik, pestisida, larutan pembersih, detergen dan masih banyak lagi bahan organik terlarut yang digunakan oleh manusia dapat menyebabkan kematian pada ikan maupun organisme air lainnya. Lebih dari 700 bahan kimia organik sintesis ditemukan dalam jumlah relatif sedikit pada permukaan air tanah untuk diminum di Amerika, dan dapat menyebabkan gangguan pada ginjal, gangguan kelahiran, dan beberapa bentuk kanker pada hewan percobaan di laboratorium. Tetapi sampai sekarang belum diketahui apa akibatnya pada orang yang mengkonsumsi air tersebut sehingga dapat menyebabkan keracunan kronis.

b. Sumber Pencemaran Air

Pencemaran air dapat ditandai oleh turunnya mutu, baik air daratan (sungai, danau, rawa, dan air tanah) maupun air laut sebagai suatu akibat dari berbagai aktivitas manusia modern saat ini sangat beragam sesuai karakteristiknya.

Menurut Kristanto, (2013) pencemaran air dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Pencemaran air oleh pertanian.

Air limbah pertanian sebenarnya tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, namun dengan digunakannya *vertilizer* sebagai pestisida yang kadang-kadang dilakukan secara berlebihan, sering menimbulkan dampak negatif pada keseimbangan ekosistem air. Sektor pertanian juga dapat berakibat terjadinya pencemaran air, terutama akibat dari penggunaan pupuk dan bahan kimia pertanian tertentu seperti *insektisida* dan *herbisida*.

2. Pencemaran air oleh peternakan dan perikanan

Penanganan yang tidak tepat terhadap kotoran dan sisa makanan ternak tempat berpotensi sebagai sumber pencemaran. Karakteristik terhadap pencemaran air yang diakibatkan oleh kegiatan peternakan antara lain:

- Komposisi dan jumlah kotoran yang bervariasi tergantung pada tipe, jumlah dan metode pemberian makan dan penyiramannya.
- Tingkat pencemaran sangat bervariasi tergantung pada lokasi lahan yang digunakan untuk peternakan, sistem dan skala operasi serta tingkat teknik pengembangbiakan.

3. Pencemaran air oleh industri

Air limbah industri cenderung mengandung zat berbahaya, oleh karena itu harus dicegah agar tidak dibuang ke saluran umum. Karakteristik pencemaran air dari industri manufaktur antara lain : limbah cair, industri makanan, industri

tekstil, industri pulp dan kertas, industri kimia, industri kulit dan industri *elektroplating*.

4. Pencemaran air oleh aktivitas perkotaan

Aktivitas manusia diperkotaan memberikan andil dalam menimbulkan pencemaran lingkungan yang tinggi. Ledakan jumlah penduduk yang tidak terkendali mengakibatkan laju pencemaran lingkungan melampaui laju kemampuan alam. Penyebab pencemaran air karena limbah perkotaan seperti air limbah, kotoran manusia, limbah rumah tangga, limbah gas, dan limbah panas.

2.3 Chromium

Chromium memiliki nomor atom 24 dan masa atom relatifnya 51,9961 g/mol. Logam chromium pertama kali ditemukan oleh vauquelin (1797). Umumnya logam-logam dialam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk unsur tunggal. Logam chromium di alam ditemukan dalam bentuk *chromite* ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). Chromium adalah logam yang berwarna putih, tapi begitu dilihat (keras tapi rapuh), dan tak dapat ditempa. Logam ini memiliki titik leleh diatas 1800°C . Logam chromium larut dalam asam klorida encer atau pekat (Yudistira, 2012).

Logam chromium tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan, logam chromium teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Logam chromium mudah larut dalam HCl, sulfat, dan

perklorat. Sesuai dengan tingkat oksidasinya, logam atau ion chromium yang telah terbentuk senyawa, mempunyai sifat yang berbeda sesuai dengan tingkat oksidasinya.

2.3.1 Sifat Chromium

Chromium mempunyai konfigurasi elektron $2s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$, dan $3d^4$, sangat keras, mempunyai titik leleh dan didih tinggi diatas titik leleh dan titik didih unsur-unsur transisi deretan pertama lainnya. Bilangan oksidasi terpenting adalah +2, +3, +6, disebut terpenting karena reaksi senyawa chromium yang sering ditemukan (Asmadi, 2009).

2.3.2 Chromium (II)

Logam chromium biasanya melarut dalam asam klorida atau asam sulfat yang membentuk larutan $(Cr(H_2O)_6)^{2+}$ dengan warna larutan biru langit. Didalam larutan air Cr^{2+} merupakan reduktor yang kuat dan mudah dioksidasi diudara menjadi senyawa Cr^{3+} . Ion Cr^{2+} dapat juga beraksi dengan H^+ dan dengan air jika terdapat katalis berupa serbuk logam.

2.3.3 Chromium (III)

Senyawa Chromium +3 adalah yang paling stabil diantara kation logam transisi yang mempunyai bilangan oksidasi +3. Kompleks Cr^{3+} umumnya berwarna hijau dan dapat berupa kompleks anion atau kation. Larutan yang mengandung Cr^{3+} $(Cr(H_2O)_6)^{3+}$ berwarna ungu apabila dipanaskan menjadi hijau.

2.3.4 Chromium (VI)

Ion chromium VI memiliki bilangan oksidasi +6, ion-ion kromat berwarna kuning, sedangkan kromat berwarna jingga. Senyawa yang terbentuk ion Cr^{6+} akan bersifat asam.

Chromium termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh chromium (VI) ditentukan oleh bilangan oksidasinya, semakin tinggi bilangan oksidasi semakin tinggi racun yang dihasilkan (Asmadi, 2009).

2.3.5 Analisis Chromium

1. Analisis Secara Kuantitatif

Analisis kuantitatif chromium menggunakan metode spektrofotometri dengan penambahan diphenilkarbazida sehingga akan terbentuk warna merah ungu (Yusrin, 2004).

2. Analisis Secara Kualitatif

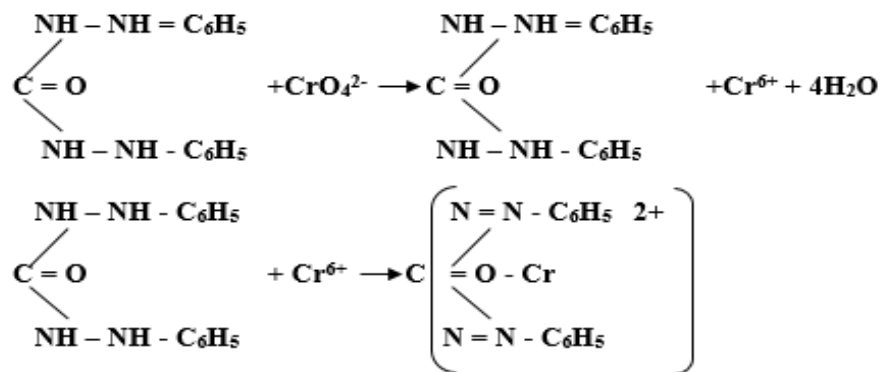
Tabel 2. Analisis kualitatif Cr

Sampel + larutan Na_2S	Endapan abu-abu kehijauan
Sampel + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Warna ungu
Sampel + larutan Na_3PO_4	Endapan warna hijau
Sampel + larutan Na_2CO_3	Endapan warna hijau

3. Prinsip

Ion Cr^{6+} dalam suasana asam bereaksi dengan diphenilkarbazida menghasilkan senyawa berwarna merah ungu. Serapan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Yusrin, 2004).

4. Reaksi



Gambar 1. Reaksi Kimia Cr

2.4 Sekam Padi

Sekam padi merupakan bagian pelindung terluar dari padi (*Oryza sativa*). Dari proses penggilingan dihasilkan sekam sebanyak 20-30%, dedak 8-12% dan beras giling 52% bobot awal gabah. Pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butiran beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Karena bersifat abrasif, nilai nutrisi rendah, bulk density rendah, serta kandungan abu yang tinggi membuat penggunaan sekam padi terbatas. Jika hasil pembakaran sekam padi ini tidak digunakan, akan menimbulkan masalah lingkungan.

Sekam padi mempunyai bulk density 96 sampai 160 kg/m³. Penggilingan sekam padi dapat meningkatkan bulk density dari 192 menjadi 384 kg/m³. Dengan pembakaran pada posisi tertentu dapat menghasilkan abu sekam padi yang lebih mudah dihaluskan. Sekam padi terdiri dari unsur organik seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selain itu, sekam padi juga mengandung unsur anorganik, berupa abu dengan kandungan utamanya adalah silika 94-96%. Selain itu, juga terdapat komponen lain seperti Kalium, Kalsium, Besi, Fosfat, dan Magnesium. Komposisi anorganik dari abu sekam padi berbeda, tergantung dari kondisi geografis, tipe padi, dan tipe pupuk yang digunakan.

2.4.1 Komposisi Sekam Padi dan Arang Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua bentuk daun yaitu sekam kelopak dan sekam mahkota, dimana pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Dari penggilingan padi akan menghasilkan sekitar 25% sekam, 8% dedak, 2% bekatul dan 65% beras. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut-serabut yang sangat keras. Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur secara tidak langsung, melindungi biji dan juga menjadi penghalang terhadap penyusupan jamur. Selain itu sekam juga dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan.

Sekam padi merupakan bahan berligno-selulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25-30% lignin, dan 15-20% silika.

Arang sekam padi berasal sekam padi yang mengandung komponen - komponen:

1. Selulosa

Merupakan komponen abu sekam padi terbesar yaitu (50%). Selulosa adalah struktur polisakarida utama dalam tanaman yang terdapat pada dinding sel tanaman dan memberikan kekuatan pada dinding sel tanaman tersebut. Struktur kimia selulosa berupa rantai yang tidak bercabang dan tersusun atas satuan-satuan

β -D-glukopiranos, dengan ikatan glikosida 1,4 selulosa berupa zat padat amorf, berwarna putih, yang tidak larut dalam air dan pelarut organik umum. Pelarut yang baik untuk selulosa yaitu pereaksi *Cross* (larutan zink klorida dalam asam klorida), pelarut *Schweitzer* (larutan amoniakal dari kupri hidroksida), dan larutan yang diperoleh dari campuran natrium klorida dengan karbon tetraklorida (Sumardjo, 2008).

2. Poliosa

Poliosa sangat dekat asosianya dengan selulosa dalam dinding sel. Hemiselulosa merupakan polisakarida yang mempunyai berat molekul lebih kecil daripada selulosa. berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula netral, yaitu glukosa, mannos, dan galaktosa (heksosan) serta xilosa dan arabinosa (pentosa) yang merupakan konstituen utama hemiselulosa.

3. Lignin

Komposisi lignin 25-30%. Lignin merupakan zat organik yang memiliki polimer banyak dan merupakan hal yang penting bagi tumbuhan, tersusun atas jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi sangat kuat.

Beberapa keuntungan arang aktif dibandingkan dengan adsorben-adsorben lain yaitu:

- a) Penyerapan yang dilakukan untuk proses pemisahan dan pemurnian umumnya tanpa terlebih dahulu melakukan penghilangan kelembapan.

- b) Karena luasnya untuk mencapai permukaan bagian dalam dapat menyerap dengan banyak molekul non polar dan menyerap dengan lemah molekul-molekul polar organik.
- c) Panas adsorpsi atau kekuatan ikatan, pada arang aktif lebih rendah dibandingkan penyerap yang lain karena kekuatan Vander Waals merupakan kekuatan utama dalam adsorpsi. Sehingga pelepasan molekul-molekul yang terserap relatif lebih mudah dan membutuhkan energi yang lebih rendah untuk regenerasi arang aktif.

2.4.2 Arang Sekam Padi yang Teraktivasi natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Arang aktif dapat dibuat dengan mengaktivasi berbagai macam jenis arang. Produk arang aktif dapat berasal dari kayu bakau, tempurung kelapa, dan sekam padi. Penggunaan sekam padi dapat meminimalisasi penggunaan kayu sebagai bahan baku arang aktif. Pemilihan sekam padi disebabkan karena selama ini sekam padi hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sekam padi sering digunakan sebagai bahan pembakar bata merah, abu gosok dan dibuang. Padahal jika diteliti, sekam padi dapat dibuat menjadi silika dan arang aktif yang akan lebih berguna bagi masyarakat.

Aktivasi adalah perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat fisika atau kimia. Luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah

hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah khususnya ZnCl_2 garam-garam anorganik seperti Na_2CO_3 . Aktivator natrium karbonat (Na_2CO_3) digunakan karena mudah didapat dan dijual bebas, larut sempurna dalam air serta dapat menurunkan kadar logam (Rusdi, 2015).

2.5 Adsorpsi

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi, dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik maupun karbon aktif (Satriani dkk., 2016). Adsorpsi adalah suatu fenomena fisika dimana partikel-partikel bahan yang di adsorpsi tertarik pada permukaan bidang padat yang bertindak sebagai adsorben (Pahlevi, 2009).

Adsorpsi merupakan proses penyerapan yang terjadi dari suatu fase fluida cairan maupun gas oleh suatu padatan hingga terbentuk suatu lapisan tipis pada permukaan adsorben. Bahan yang diserap disebut adsorbat dimana adsorbat yang sering digunakan dalam pendingin yaitu air, methanol, ammonia dan bahan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben (Asip dkk., 2008).

2.6 Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan suatu metoda analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada

panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor *phototube*.

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmittansi atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sedangkan pengukuran menggunakan spektrofotometer ini, metoda yang digunakan sering disebut dengan spektrofotometri.

Spektrofotometri dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual dengan studi yang lebih mendalam dari absorpsi energi. Absorpsi radiasi oleh suatu sampel diukur pada berbagai panjang gelombang dan dialihkan oleh suatu pengukuran untuk menghasilkan spektrum tertentu yang khas untuk komponen yang berbeda.

Absorpsi sinar oleh larutan mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \log (I_0/I_t)$$

$$= a b c$$

Keterangan :

I_0 = Intensitas sinar datang

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

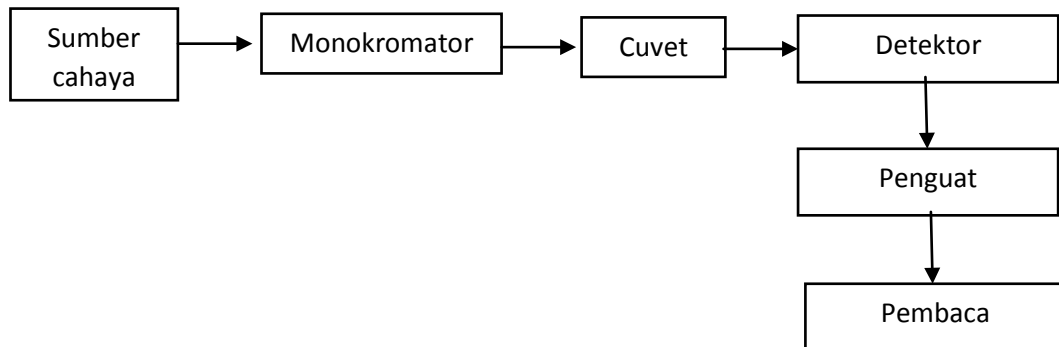
A = Adsorptivitas

B = Panjang sel/kuvet

C = Konsentrasi (g/l)

2.6.1 Instrumen Spektrofotometer

Komponen yang penting sekali dari suatu spektrofotometer yang secara skema ditunjukkan dalam Gambar adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Komponen Spektrofotometer

Diagram blok yang menunjukkan komponen-komponen spektrofotometer. Tanda panah sebagai energi cahaya dan garis sebagai sambungan listrik. Bagian optik dan bagian listrik instrumen tersebut bertemu pada detektor, sebuah transuder yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.

Komponen-komponen spektrofotometer :

a. Sumber

Sumber energi radiasi yang biasa digunakan untuk daerah tampak (dari spektrum itu maupun daerah ultraviolet dekat dan infrared dekat adalah sebuah lampu pijar dengan kawat rambut terbuat dari wolfram.

b. Monokromator

Piranti optis untuk mengisolasi suatu berkas radiasi dari suatu sumber berkesinambungan, berkas mana mempunyai kemurnian spectral yang tinggi dengan panjang gelombang apa saja yang diinginkan.

c. Sel

Kebanyakan spektrofotometri melibatkan larutan, dan karenanya kebanyakan wadah sampel adalah sel untuk menaruh cairan ke dalam berkas cahaya spektrofotometer.

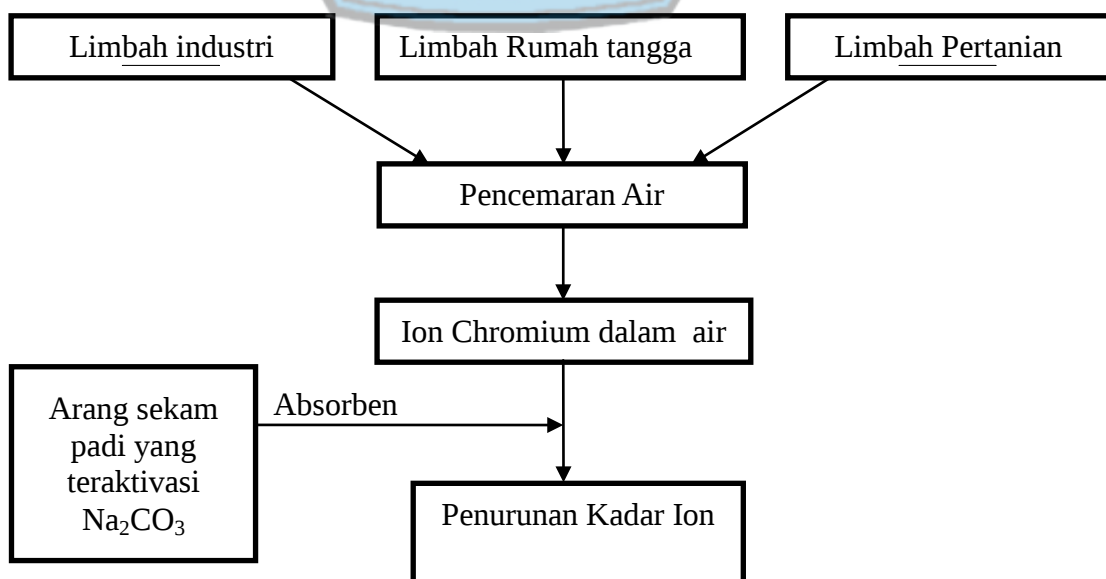
d. Detektor

Detektor fotolistrik yang paling sederhana adalah tabung foto. Ini berupa tabung hampa udara, dengan jendela yang tembus cahaya, yang berisi sepasang elektroda, melintas dimana potensial dijaga.

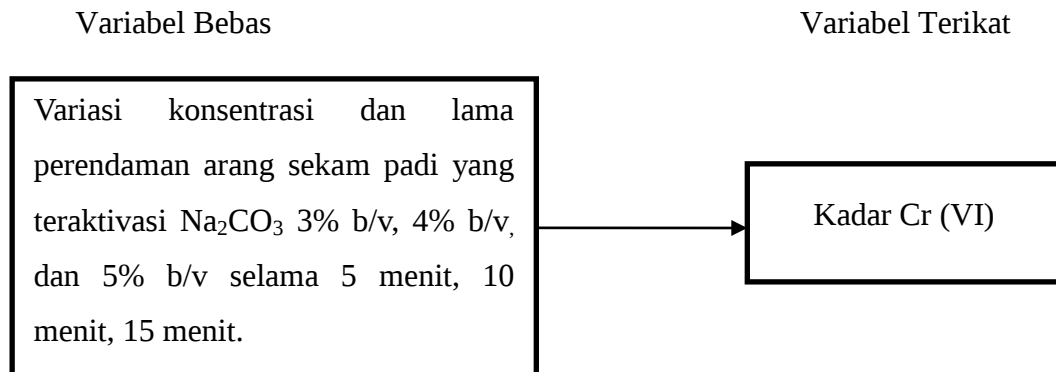
e. Penguat dan Pembaca

Adalah diluar lingkup buku teks ini untuk membahas elektronika terinci dari penggandaan dan pembaca (*readout*) seperti yang dicapai dalam berbagai spektrofotometer. Untuk memberikan gagasan mengenai apa yang terlihat, dapatlah kita perhatikan dengan singkat satu kemungkinan.

2.7 Kerangka Teori



2.8 Kerangka Konsep



Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

H_0 = Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi dan lama perendaman arang aktif sekam padi yang teraktivasi Na_2CO_3 terhadap penurunan kadar ion chromium Cr (VI) dalam air.

H_a = Ada pengaruh variasi konsentrasi dan lama perendaman arang aktif sekam padi yang teraktivasi Na_2CO_3 terhadap penurunan kadar ion chromium Cr (VI) dalam air.