



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Tawas

Alum adalah sekelompok garam ganda terhidrasi dalam bentuk kristal, yang bersifat isomorfis. Alum dapat digunakan sebagai penjernih air dengan cara mengembunkan kotoran di dalam air agar air menjadi transparan. Umumnya air jernih biasanya dianggap air jernih. Namun menurut baku mutu air, pewarna air hanyalah salah satu baku mutu fisik air bersih. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No. 416/MEN.KES/PER/IX/1990, kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisik, kimiawi dan radiologi. Persyaratan tersebut disesuaikan dengan nama airnya, yang meliputi air untuk keperluan sanitasi, kolam renang, air bersih, dan pemandian umum. Air sanitasi adalah air sehari-hari yang digunakan masyarakat, dengan ambang batas kekerasan (mengandung logam kalsium dan / atau magnesium) adalah 500 mg / L. (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32, 2017).

Berikut merupakan beberapa contoh aplikasi tawas dalam kehidupan sehari-hari yaitu: menghilangkan rambut, pemutih kulit, deodoran, bahan pengawet, krim cukur, mengobati penyakit sariawan, pengolahan air, krim rambut, pasta gigi, bahan pengawet, krim cukur, mengobati penyakit sariawan, pengolahan air, krim rambut dan pasta gigi. (Purnawan, 2014)

#### II.2 Kalium Aluminium Sulfat [ $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ]

Alum merupakan senyawa kimia yang dibuat dari dari molekul air dan dua jenis garam, biasanya disebut dengan  $Al_2(SO_4)_3$ . Alum kalium mempunyai rumus formula yaitu  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ . Alum kalium merupakan jenis alum yang paling penting. Alum kalium memiliki sifat fisik berbentuk kristal oktahedral atau kubus dan merupakan senyawa yang tidak berwarna. (G. Svehla, 1979)

Sifat Fisika Kalium Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$ )

➤ Bentuk : Solid



- Warna : Tidak berwarna
- Berat Molekul : 948,76 gram/mol
- Titik lebur (1 atm, °C) : 92
- Titik didih (1 atm, °C) : 64,5 (- 18H<sub>2</sub>O)

(Perry, 1997)

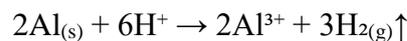
## II.3 Bahan Baku

### II.3.1 Kaleng Bekas

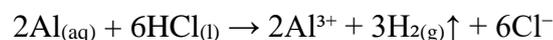
Kaleng aluminium sering kita lihat di kaleng minuman ringan, kaleng susu, makanan kaleng, dll. Jumlah kaleng bekas yang banyak menyebabkan terjadinya penumpukan sampah yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Tangki bekas ini dapat digunakan dengan mengekstraksi kandungan aluminium menjadi tawas, yang kemudian digunakan untuk menjernihkan air.

Secara kasar, 60% kaleng soda terbuat dari aluminium yang baru (bijih besi bauksit yang ditambangkan), sedangkan 40% sisanya terbuat dari aluminium daur ulang.

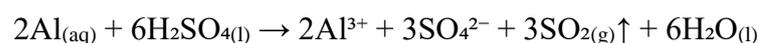
Aluminium merupakan logam berwarna putih, dalam bentuk serbuk berwarna abu-abu, liat dan dapat ditempa. Melebur pada suhu 659 °C. Teroksidasi pada permukaan bila terkena udara, tetapi kemudian lapisan oksida lebih lanjut. Mudah larut dalam dari oksidasi lebih lanjut. Mudah larut dalam asam klorida encer namun pelarutan lebih lambat dalam asam sulfat encer atau asam nitrat encer :



Dengan menambahkan sedikit merkuri (II) klorida pada campuran, proses pelarutan dapat dipercepat. Asam klorida pekat juga melarutkan aluminium :



Asam sulfat pekat melarutkan aluminium dengan membebaskan belerang dioksida :

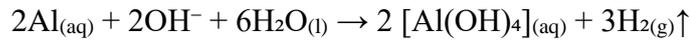


Sedangkan asam nitrat pekat dapat membuat logam menjadi pasif. Kemudian dengan hidrosida-hidrosida alkali, terbentuk larutan tetrahidroksoaluminat :



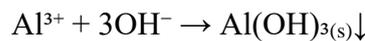
## LAPORAN PENELITIAN “Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium Bekas”

---



Aluminium merupakan ion tervalen dalam senyawa-senyawanya. Ion-ion aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) membentuk garam-garam yang tidak berwarna dengan anion-anion yang tidak berwarna. Halida, nitrat dan sulfatnya larut dalam air; larutan ini memperlihatkan reaksi asam karena hidrolisis. Aluminium sulfida dapat dibuat hanya dalam keadaan padat saja, dalam larutan air ia terhidrolisis dan terbentuk aluminium hidroksida,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Aluminium sulfat membentuk garam-garam rangkap dengan sulfat dari kation-kation monovalen dengan bentuk-bentuk kristal yang menarik yang disebut tawas (alum).

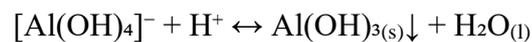
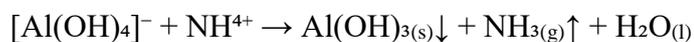
Larutan garam aluminium dengan larutan natrium hidroksida membentuk endapan putih aluminium hidroksida :



Endapan melarut kembali dengan reagensia berlebih membentuk ion tetrahidroksaluminat.



Reaksi ini adalah *reversible* dan setiap reagensia yang akan mengurangi konsentrasi ion-hidroksil dan cukup, akan menyebabkan reaksi berjalan dari kanan ke kiri, dengan akibat mengendapnya aluminium hidroksida. Ini dapat dihasilkan dengan larutan amonium klorida (konsentrasi ion hidroksil berkurang karena terbentuknya basa lemah amonia, yang mudah dikeluarkan sebagai gas amonia dengan pemanasan) atau dengan penambahan suatu asam; dalam hal yang terakhir ini, asam yang sangat berlebihan menyebabkan hidroksida yang diendapkan melarut lagi.



(Purnawan, 2014)

Jenis kaleng bekas yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kaleng bekas minuman Green Sand, karena menurut Manurung (2010) membuktikan bahwa di antara beberapa kaleng bekas minuman lainnya, kaleng bekas Green

---



## LAPORAN PENELITIAN

### “Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium Bekas”

---

Sands menghasilkan hasil rendemen tawas paling banyak di antara lainnya, dengan kadar Aluminium yang juga paling tinggi di antara kaleng bekas minuman lainnya.

Sifat fisika dari aluminium (Al) :

- Bentuk : Solid
- Warna : Silver
- Berat Molekul : 26,7 gram/mol
- Titik lebur (1 atm, °C) : 660
- Titik didih (1 atm, °C) : 2056

(Perry, 1997)

Kaleng bekas sendiri pada pembuatan tawas berfungsi sebagai bahan baku utama. Penggunaan kaleng minuman sebagai bahan dasar pembuatan tawas dikarenakan menurut Robertson, (2006) kaleng minuman mengandung aluminium dengan kadar berkisar antara 92,5 - 97,5 %.

#### II.3.3 Kalium Hidroksida

Kalium hidroksida (KOH) berupa kristal padat berwarna putih. Dalam perdagangan KOH disediakan dalam 2 bentuk, yaitu teknis dan *p.a* (*pro analyst*). KOH *p.a* biasanya lebih mahal karena kadar kemurniannya lebih tinggi. (Purnawan, 2014)

Sifat Fisika :

- Bentuk : Solid
- Warna : Putih atau kuning
- Berat Molekul : 56,10564 gram/mol
- Titik lebur (1atm, °C) : 360
- Titik didih (1atm, °C) : 1320
- Densitas (g/cm<sup>3</sup>) : 2,044
- Kelarutan dalam air (25°C) : 110 g/L

Sifat Kimia :

- Termasuk dalam golongan basa kuat, sangat larut dalam air
- Bereaksi dengan CO<sub>2</sub> di udara membentuk K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan air
- Bereaksi dengan asam membentuk garam



- Bereaksi dengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  membentuk  $\text{AlO}_2^-$

(Perry, 1997)

Kalium hidroksida berfungsi penting dalam pembuatan tawas, yaitu sebagai bahan kimia yang digunakan untuk melarutkan kaleng bekas sehingga kaleng bekas dapat berubah fase menjadi cair karena bereaksi dengan kalium hidroksida. Penggunaan KOH 30% dikarenakan pada konsentrasi ini berdasarkan penelitian oleh Purnawan, (2014) rendemen tawas yang dihasilkan merupakan kondisi yang optimum.

#### II.3.4 Asam Sulfat

Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) merupakan asam kuat, bersifat korosif terhadap logam dan merupakan senyawa polar yang dapat digunakan sebagai pelarut untuk senyawa organik. (Purnawan, 2014)

Sifat Fisika :

- Bentuk : Cairan kental seperti minyak
- Warna : Tidak berwarna
- Berat Molekul : 98,07 gram/mol
- Titik lebur ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 10,49
- Titik didih ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 340
- Densitas (g/ml) : 1,84

Sifat Kimia :

- Bersifat amat korosif
- Bersifat iritatif terhadap saluran pernapasan
- Bereaksi hebat dengan air dan mengeluarkan panas (eksotermis)

(Perry, 1997)

Asam sulfat di sini berfungsi mengendapkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan dengan penambahan lebih lanjut untuk melarutkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Konsentrasi asam sulfat yang dapat bereaksi adalah 6-7 M, dikarenakan apabila lebih dari 7 M tawas yang dihasilkan terlalu asam dan dapat merusak pH air serta apabila kurang dari 6 M sulfat tidak dapat bereaksi. (Syaiful, 2014)

---



### II.3.5 Aquades

Aquades disebut juga Aqua Purificata (air murni)  $H_2O$  dengan. Air murni adalah air yang dimurnikan dari destilasi. Satu molekul air memiliki dua hidrogen atom kovalen terikat untuk satu oksigen. Aquades merupakan cairan yang jernih, tidak berwarna dan tidak berbau. Aquades juga memiliki berat molekul sebesar 18,0 g/mol dan PH antara 5-7. Rumus kimia dari aquades yaitu  $H_2O$ . Aquades ini memiliki alotrop berupa es dan uap. Senyawa ini tidak berwarna, tidak berbau dan tidak memiliki rasa. Aquades merupakan elektrolit lemah. Air dihasilkan dari pengoksidasian hidrogen dan banyak digunakan sebagai bahan pelarut bagi kebanyakan senyawa. (Sarjoni, 2003)

Sifat Fisika :

- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Berat Molekul : 18,06 gram/mol
- Titik lebur ( $^{\circ}C$ ) : 0
- Titik didih ( $^{\circ}C$ ) : 100
- Densitas (g/ml) : 0.99823

Sifat Kimia :

- Tidak korosif
- Bersifat aman terhadap pernapasan

(Perry, 1997)

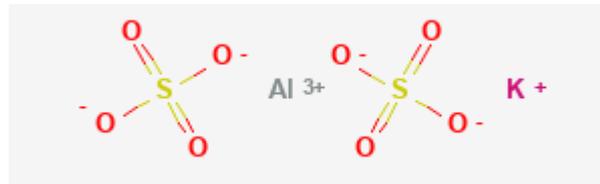
Aquades berfungsi dalam pembuatan larutan KOH dan  $H_2SO_4$ .

### II.4 Struktur Molekul Tawas

Secara lebih luas alum adalah garam sulfat ganda, dengan rumus  $AM(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  di mana A adalah kation monovalen (ion positif tunggal) seperti natrium, kalium atau amonium dan M adalah ion logam trivalen seperti aluminium atau kromium (III) juga besi (III). Tetapi kebanyakan orang awam mengenal nama tawas atau alum itu adalah  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ .



LAPORAN PENELITIAN  
“Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium  
Bekas”



**Gambar II.1 Struktur Molekul Tawas**

(Witaryanto, 2017)

## II.5 Kualitas Tawas

Kandungan logam dan senyawa lain yang diperbolehkan terdapat dalam tawas sesuai standar SNI 06-2102-1991 mengenai "Kalium Aluminium Sulfat Teknis" yang diperjualbelikan di pasaran ataupun yang dimanfaatkan di industri terutama industri kosmetik dan lainnya.

Aluminium kalium sulfat teknis adalah padatan tidak berwarna sampai putih yang bagian terbesar terdiri dari  $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$  dan dipergunakan untuk industri.

**Tabel II.1 Baku mutu tawas teknis berdasarkan SNI 06-2102-1999**

Parameter	Syarat Mutu
$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	Min. 93 %
Susut Pengerinan	Maks. 10,0 %
Kadar Besi	Maks. 0,1 %
Kadar Arsen	Maks. 0,02 %
Kadar Logam Berat	Maks. 0,003 %
Bahan yang tidak larut dalam air	Maks. 0,02 %

(BSN, 1991)

Tawas kalium yang menghasilkan rendemen terbanyak akan diukur kadar aluminium dalam tawas kalium yaitu minimal 17% (SNI 06-0032-2004). (BSN, 2004)



## II.6 Kegunaan dan Manfaat Tawas

Senyawa aluminium khususnya senyawa sulfat banyak digunakan pada industri kertas. Selain itu, tawas digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air dan air buangan maupun penyamakan kulit dan bahan pewarna di industri tekstil. Namun tawas natrium yang kita buat kali ini juga dapat digunakan sebagai bahan pengembang roti. Selain itu tawas pun dapat digunakan untuk mengentalkan lateks (getah karet yang cair) sehingga menjadi membeku.

Beberapa contoh tawas, cara membuat dan kegunaannya:

1. Natrium aluminium sulfat dodekahidrat (tawas natrium) dengan formula  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan sebagai serbuk pengembang roti.
2. Kalium aluminium sulfat dodekahidrat (tawas kalium) dengan rumus  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan dalam pemurnian air, pengolahan limbah, dan bahan pemadam api. Tawas kalium dibuat dari logam aluminium dan kalium hidroksida. Logam aluminium bereaksi secara cepat dengan KOH panas menghasilkan larutan garam kalium aluminat.
3. Amonium aluminium sulfat dodekahidrat (tawas amonium) dengan formula  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan sebagai acar ketimun.
4. Kalium kromium (III) sulfat dodekahidrat (tawas kromium) dengan formula  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan sebagai penyamak kulit dan bahan pembuat kain tahan api.
5. Amonium besi (III) sulfat dodekahidrat (tawas besi(II)) dengan formula  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan untuk mordant pada pewarnaan tekstil. Tawas ini dibuat dengan mengoksidasi ion besi (II) menjadi ion besi (III) dengan asam nitrat dalam larutan amonium sulfat.

Kalium Aluminium sulfat (tawas) juga mempunyai manfaat yang sangat penting antara lain adalah sebagai pewarna tekstil. Tekstil yang diwarnai, dicelupkan dalam larutan tawas dan dipanaskan dengan uap air, Hidrolisis dari  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  mengendapkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ke atas serat tekstil dan kemudian zat warna diserap oleh  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Selain itu, tawas digunakan sebagai bahan penjernih air dan pengolahan air minum di PDAM dan air buangan industri sebagai koagulan. Berdasarkan

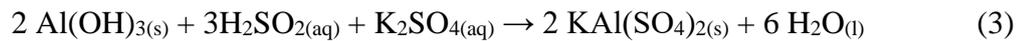


manfaat inilah, tawas dapat diproduksi secara besar-besaran dari garam aluminium maupun logam aluminium sebagai bahan baku. (Witaryanto, 2017)

## II.7 Proses Pembuatan Tawas

Alum atau tawas merupakan salah satu bahan kimia industri yang paling banyak digunakan karena kegunaannya dalam industri pulp dan kertas serta untuk pengolahan air dan air limbah. Tawas juga efektif untuk berbagai masalah pengobatan karena dapat berfungsi sebagai koagulan, flokulan, endapan dan pemutus emulsi. Sebagai koagulan dan flokulan, alum menghilangkan kekeruhan, padatan tersuspensi dan warna koloid.

Reaksi kimia dalam pembentukan kalium alum seperti yang ditunjukkan di bawah ini:



Metode pembuatan tawas kalium yaitu sebagai berikut :

1. Ambil potongan Aluminium (0,5 g) dan dipotong-potong sangat kecil. Tempatkan dalam gelas (250ml)
2. Tambahkan larutan kalium hidroksida (1,75 g dalam 15 ml air). Panaskan gelas dan menutupinya dengan kaca arloji. Lanjutkan pemanasan sampai semua aluminium larut . (Jangan memanaskan sampai kering).
3. Menyaring larutan hangat dengan hati-hati melalui lapisan tipis kapas atau *glasswool*.
4. Dinginkan larutan dan tambahkan asam sulfat perlahan (15 ml, 6 M) dengan pengadukan. Larutan harus menghasilkan beberapa endapan padat setelah penambahan asam.
5. Panaskan solusi untuk melarutkan padatan yang terbentuk hingga jernih.
6. Dinginkan larutan jernih dalam penangas es selama 20 menit untuk mendapatkan kristal tawas. menyaring larutan dengan menggunakan kertas saring, keringkan dan menentukan hasil.



(Baruah, 2008)

## II.8 Faktor Pembentukan Tawas

Faktor yang mempengaruhi pembentukan tawas diantaranya konsentrasi basa, proses pendinginan, konsentrasi asam dan pengeringan. Konsentrasi basa akan mempengaruhi jumlah aluminium yang diambil dari bahan baku. Proses pendinginan akan mempengaruhi bentuk kristal yang akan terbentuk. Konsentrasi asam akan mempengaruhi banyaknya aluminium yang akan terendapkan. Proses pengeringan akan mempengaruhi tingkat kekeringan dari tawas. (Purnawan, 2014)

## II.9 Analisa Tawas

Analisa kalium aluminium sulfat (tawas) yang dilakukan yaitu :

### 1. Analisa Aluminium dan Besi (ICP - OES)

Dalam menentukan kadar aluminium dan besi (logam berat) pada tawas salah satunya dapat dilakukan dengan instrumen Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). Instrumen ini menggunakan plasma yang digabungkan secara induktif untuk menghasilkan atom dan ion tereksitasi yang memancarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang dari elemen tertentu dengan bantuan argon sebagai gas pembawa. (Indrawijaya dkk, 2019)

### 2. Analisa struktur kristal $2 \text{ KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$

Untuk mengetahui kandungan kalium aluminium sulfat dapat dilakukan dengan analisa XRD atau *X-ray Diffraction*. XRD adalah teknik berteknologi tinggi dan tidak merusak untuk menganalisis berbagai bahan termasuk cairan, logam, mineral, polimer, katalis, plastik, farmasi, pelapis film tipis, keramik, sel surya, dan semikonduktor. Teknik ini menemukan aplikasi praktis yang tak terhitung banyaknya di berbagai industri, termasuk mikroelektronika, pembangkit listrik, dirgantara, dan banyak lagi. Analisis XRD dapat dengan mudah mendeteksi keberadaan cacat pada kristal tertentu, tingkat ketahanannya terhadap tegangan, teksturnya, ukuran dan derajat kristalinitasnya, dan hampir semua variabel lain yang berkaitan dengan struktur dasar sampel. (Bunaciu et al. 2015)

### 3. Analisa pH



## LAPORAN PENELITIAN

### “Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium Bekas”

---

pH atau yang disebut dengan derajat asam, dapat dikatakan sebagai konsentrasi atau aktivitas ion-ion hidrogen. Untuk mengetahui tentang koefisien aktivitas ion hidrogen :

$$\text{pH} = - \log [ \text{H}^+ ]$$

(Underwood, 1993)

pH kalium Aluminium sulfat yaitu 3-3,5 dalam 10% larutan. (MSDS Kalium Aluminium Sulfat, 2005)

Analisa pH dilakukan dengan menggunakan indikator asam basa. Prosedur analisa pH yaitu :

- a. Membuat larutan kalium Aluminium sulfat 10%.
- b. Mencelupkan indikator pH asam basa.