BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Susu

Susu adalah emulsi lemak dalam air yang mengandung laktosa, mineral dan protein dalam bentuk koloid. Susu yang berasal dari berbagai jenis hewan umumnya mengandung unsur-unsur dan komponen yang sama.

Umumnya susu mengandung lemak 3,7% ; protein 3,5% laktosa 4,9% ; mineral 0,7% dan air 87% sisanya adalah vitamin.[3]

2.1.1. Jenis-jenis susu dalam perdagangan[4]

1. Susu segar

   Susu sapi segar adalah susu hasil pemerahan sapi secara langsung, tanpa ditambah zat-zat lain ataupun mengalami pengolahan.

2. Susu asam

   Susu asam adalah susu segar yang diolah dengan cara mengasamkannya dengan bakteri *Laktobacillus spp.*

3. Susu skim

   Susu skim adalah susu limbah produksi mentega setelah lemak dari susu tersebut diambil untuk dijadikan mentega.

4. susu bubuk

   Susu bubuk adalah susu yang dibuat dengan mengeringkan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

susu segar sehingga yang tertinggal komponen padat dari susu tersebut.

5. Susu kental manis

Susu kental manis adalah susu yang dikemas dalam kaleng yang dihasilkan dengan menguapkan sebagian air dari susu segar.

2.1.2. Sifat-sifat fisik dan kimia susu (5)

Kerapatan

Kerapatan susu bervariasi antara 1,0260 - 1,0320 g/mL pada suhu 20°C. Kerapatan ini disebabkan karena perbedaan kandungan lemak dan zat padat bukan lemak.

pH

Susu segar memiliki pH 6,6 dan bila terjadi pengasaman oleh aktivitas bakteri angka ini akan menurun.

Warna

Susu mempunyai warna putih sampai kuning. Warna putih pada susu disebabkan oleh penyebaran lemak dan warna kuning disebabkan oleh karoten.

Cita rasa

Susu segar yang diperoleh dari hasil pemerahan sapi mempunyai rasa manis. Rasa manis berasal dari laktosa yang terdapat pada susu.

Penggumpalan

Penggumpalan merupakan salah satu sifat susu yang paling khas. Penggumpalan disebabkan oleh penambahan asam.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.2. Kalsium

Kalsium dalam susu terikat dengan kasein membentuk kalsium kaseinat.[3] Kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh sebagai zat pembangun dan pengatur. Mineral-mineral yang terdapat dalam susu dengan konsentrasi tinggi adalah Ca, P, K, Mg, Na, Cl dan S. Sedangkan mineral yang terdapat dalam konsentrasi rendah adalah Fe, Zn, Si, Cu, dan F.[5]

Kalsium (Ca) merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh dibandingkan dengan unsur mineral lainnya. Sembilan puluh sembilan persen kalsium terdapat dalam tulang yang dipertahankan sebagai endapan yaitu hidroksiapatit.[6]

2.3. Prinsip Analisa Spektrofotometri Serapan Atom [7]

Spektrofotometri serapan atom berdasarkan pada penyerapan energi oleh atom netral dalam keadaan gas. Proses ini dapat dilaksanakan dengan menyemprotkan larutan ke dalam nyala sebagai kabut yang halus. Dalam nyala akan terjadi proses atomisasi.

2.3.1. Absorpsi atom bebas[8]

Distribusi atom bebas pada tingkat energi diuraikan oleh persamaan Boltzmann :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$\frac{Nj}{No} = \left[\frac{Pj}{Po}\right] e^{-\Delta E/KT} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Nj = Jumlah atom dalam keadaan tereksitasi

No = Jumlah atom dalam keadaan dasar

ΔE = Selisih energi eksitasi dan dasar (erg)

$\Delta E = (h\upsilon = hc/\lambda)$

Pj/Po = Probabilitas atom dalam keadaan eksitasi dan keadaan dasar.

K = Konstanta distribusi Boltzmann ($1{,}38 \times 10^{-16}$ erg K^{-1})

T = Temperatur (K)

h = Tetapan Planck ($6{,}624 \cdot 10^{-27}$ erg.det)

c = Kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^{10}$ cm/det)

υ = Frekwensi radiasi (hertz)

λ = Panjang gelombang (cm)

Pada temperatur kamar elektron terluar dari atom menempati orbital dasar. Eksitasi eletron dapat dilakukan dengan memberikan energi yang sesuai. Umur atom yang mempunyai elektron tereksitasi sangat pendek (10^{-9} detik) dan bisa kembali ke keadaan dasar dengan memancarkan radiasi.

2.3.2. Hubungan intensitas radiasi dengan konsentrasi [9]

Bila sinar dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada populasi atom yang berada pada tingkat energi dasar, maka sinar itu akan diserap dan serapannya berbanding lurus dengan jumlah atom. Dengan mengukur

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

intensitas radiasi yang diteruskan (transmitansi) atau mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorbansi), maka konsentrasi unsur yang dianalisa bisa ditentukan.

Jika seberkas sinar dengan intensitas mula-mula I_o dilewatkan melalui sel dengan panjang b yang mengandung konsentrasi c, maka sebagian sinar akan diserap dan intensitas sinar yang sampai ke detektor adalah I. Hubungan ini dinyatakan oleh Lambert-Beer dalam persamaan:

$$dI = -k\ I\ c\ db \quad \text{.....(2)}$$

dimana k adalah konstanta koefisien serapan. Apabila persamaan (2) diintegralkan, maka menjadi :

$$\int_{I_o}^{I_t} \frac{dI}{I} = -k\ c \int_{o}^{b} db \quad \text{.....(3)}$$

$$\ln \frac{I_t}{I_o} = -\ k\ c\ b \quad \text{.....(4)}$$

$$\log \frac{I_t}{I_o} = -\ \frac{k}{2{,}303}\ b\ c \quad \text{.....(5)}$$

$$\log \frac{I_t}{I_o} = -\ \varepsilon\ b\ c \quad \text{.....(6)}$$

atau $$\log \frac{I_t}{I_o} = -\ a\ b\ c \quad \text{.....(7)}$$

dimana ε : serapan molar.

a : tetapan absortivitas

sedangkan $\frac{I_t}{I_o} = T$

dengan T : transmitansi

maka persamaan (7) menjadi

$$\log \frac{I_t}{I_o} = \log T = -\ a\ b\ c$$

karena $-\log T = A$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dimana A : absorbansi

sehingga

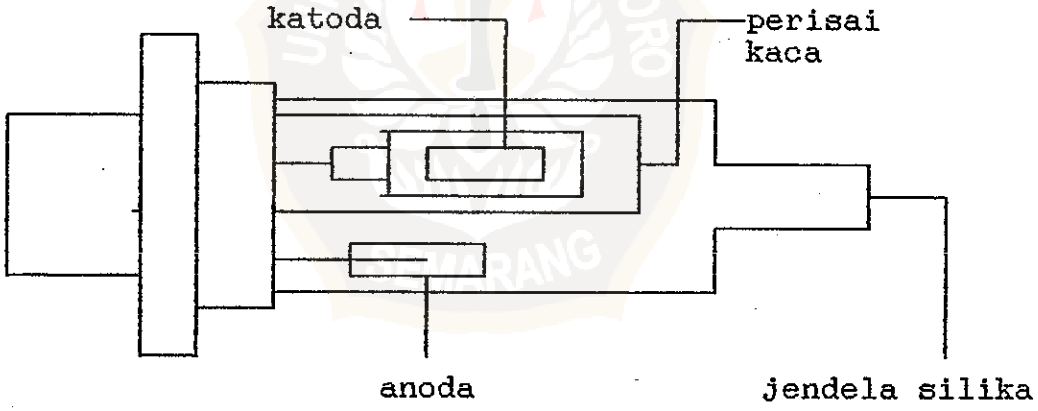
$$A = a\,b\,c \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

2.4. Cara Kerja Spektrofotometer Serapan Atom [7]

Dalam alat spektrofotometer terdapat tiga peralatan yang merupakan syarat dasar yaitu :

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya yang biasa digunakan sekarang untuk SSA adalah lampu katoda berongga (hollow cathode lamp). Gambar berikut adalah bagan lampu katoda berongga.



Gambar. 2.1. Bagan lampu katoda berongga [7]

Lampu katoda berongga terdiri dari tabung kaca tertutup yang di dalamnya terdapat katoda dan anoda. Katoda tersebut berbentuk silinder yang permukaannya dilapisi dengan unsur yang sama dengan unsur yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dianalisa. Tabung katoda itu diisi gas mulia, seperti neon atau argon dengan tekanan yang rendah (10 - 15 torr).

Bila di antara katoda dan anoda tersebut dipasang beda potensial yang tinggi, katoda akan memancarkan elektron yang menuju ke anoda dengan kecepatan yang tinggi. Elektron yang dipancarkan akan bertabrakan dengan gas mulia, sehingga atom gas mulia akan kehilangan elektron dan berubah menjadi ion positif. Ion positif gas mulia ini akan menuju ke katoda dan bertumbukan dengan katoda dan selanjutnya atom-atom unsur dalam katoda akan terlempar ke luar (sputtered) dari permukaan katoda. Atom yang ke luar ini akan mengalami eksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi, lalu akan memancarkan spektrum dari pancaran unsur bahan katoda yang sama dengan unsur yang dianalisa. Katoda dikelilingi oleh perisai pengisolasi yang terbuat dari bahan silika atau kaca. Guna perisai adalah supaya atom-atom bahan katoda yang terlempar keluar tetap berada dalam rongga lampu katoda sehingga akan mempertinggi intensitas garis spektrum pancaran. Ujung sebelah kanan lampu tidak terbuat dari kaca biasa, karena kaca biasa akan menyerap sinar yang dipancarkan oleh lampu. Jendela lampu tersebut terbuat dari bahan khusus yang tidak menyerap cahaya yaitu kwarsa.

Nyala api pada pembakaran juga menghasilkan emisi radiasi. Nyala menghasilkan spektrum kontinyu sebagai akibat eksitasi molekul dari molekul gas bakar dan suatu spektrum dari atom cuplikan yang dihasilkan dari emisi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

radiasi karena kembali ke keadaan dasar dari keadaan eksitasi. Sebagian dari emisi yang dihasilkan nyala ini persis sama dengan radiasi yang dihasilkan atom. Jadi intensitas yang jatuh pada detektor $I_d \neq I_o - I_a$ tetapi harus ditambah emisi nyala yaitu : $I_d = I_o - I_a + I_e$

dimana :

I_d : Intensitas radiasi yang jatuh pada detektor.

I_o : Intensitas radiasi mula-mula.

I_a : Intensitas radiasi yang diabsorpsi.

I_e : Intensitas radiasi yang dihasilkan atom setelah kembali ke keadaan dasar + emisi radiasi yang dihasilkan pembakaran.

Untuk menghilangkan pengaruh emisi oleh pembakaran dapat dilakukan dengan memodulasi radiasi dari sumber radiasi. Modulasi ini dapat menyebabkan radiasi dari sumber yang merupakan radiasi berfluktuasi dan bukan radiasi kontinyu. Dua jenis spektrum ini dapat dipisahkan dengan baik oleh monokromator. Radiasi kontinyu dari pembakaran akan ditepis sedangkan radiasi berfluktuasi akan diteruskan ke detektor.

2. Atomisator[10,8]

Merupakan tempat terjadinya proses atomisasi atau pembakaran, yang berfungsi untuk mengatomisasi atom sehingga dapat menyerap energi radiasi yang diberikan. Untuk memperoleh atom-atom dalam keadaan dasar dilakukan dengan cara pemanasan. Larutan cuplikan disemprotkan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dalam nyala api dengan menggunakan pengabut. Larutan masuk ke dalam pengabut yang terpisah menjadi butiran-butiran cairan besar dan kecil. Butiran cairan besar akan dibuang melalui saluran pembuangan dan butiran cairan yang kecil akan masuk ke dalam nyala api bersama gas pembakar.

Proses yang terjadi di dalam nyala api dapat digambarkan dengan diagram sebagai berikut :

$$M^{+}X^{-}_{(l)} \longrightarrow \underset{\text{kabut}}{M^{+}X^{-}} \longrightarrow MX_{(s)} \longrightarrow MX_{(g)}$$

$$\downarrow$$

$$M^{*}_{(g)} + X^{*}_{(g)} \longleftarrow M_{(g)} + X_{(g)}$$

Gambar. 2.2. Diagram Proses Serapan Energi[8]

Keterangan :

l : larutan

s : padatan

g : gas

1 : nebulasi

2 : disolvasi

3 : sublimasi

4 : disosiasi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3. Pengukur cahaya

a. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk memisahkan radiasi dari lampu katoda dan radiasi lain yang dihasilkan oleh pembakar sehingga yang masuk ke dalam detektor marupakan radiasi monokromator.

b. Detektor

Detektor berfungsi sebagai pengolah cahaya radiasi menjadi sinyal listrik.

c. Pencatat

Pencatat berfungsi sebagai pengubah sinyal listrik menjadi tampilan tertentu sehingga dapat dibaca.

2.5. Interferensi

Interferensi adalah peristiwa yang menyebabkan pembacaan besaran yang diukur (absorbansi) tidak sama dengan nilai sebenarnya.[7]

2.5.1. Interferensi spektra

Interferensi ini terjadi disebabkan oleh overlap garis radiasi unsur yang dianalisa dengan unsur lain. Interferensi ini dapat diatasi dengan bekerja pada panjang gelombang optimum.

2.5.2. Interferensi kimia

Interferensi ini biasanya terjadi pada proses atomisasi dalam nyala karena terbentuknya senyawa yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

bersifat refraktori yang tidak terdisosiasi dalam nyala. Interferensi ini dapat diatasi dengan menggunakan suhu yang tinggi atau zat pembebas.

2.5.3. Interferensi ionisasi

Interferensi ionisasi terjadi karena suhu nyala terlalu tinggi sehingga unsur yang dianalisa akan terionisasi. Interferensi ini dapat diatasi dengan menambahkan unsur lain yang lebih mudah terionisasi.[11]

2.6. Destruksi [1,12]

Analisa suatu unsur dari cuplikan seperti tumbuhan, darah, dan minyak sering digunakan metoda destruksi. Metoda destruksi yang umum dipakai adalah destruksi basah dan kering. Pada destruksi kering, sampel dipanaskan pada temperatur tinggi umumnya 450°C - 500°C. Pada proses ini akan dihasilkan abu yang bebas dari karbon. Jika abu masih mengandung karbon, sampel bisa dibasahi dengan asam dan dipanaskan kembali sehingga diperoleh abu yang berwarna putih.

Pada destruksi basah bisa digunakan asam dan non asam sebagai zat pengoksidasi seperti HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$, dan H_2O_2. Oksidator yang sering digunakan pada destruksi basah merupakan kombinasi antara asam-asam dan asam-non asam seperti :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

a. Asam sulfat dan asam nitrat

Kombinasi H_2SO_4-HNO_3 bisa digunakan untuk destruksi sampel. Campuran ini akan mengoksidasi sebagian besar senyawa organik. Asam ini bereaksi dengan semua logam kecuali Pt, dan Ir.

Destruksi sampel menggunakan kombinasi H_2SO_4-HNO_3 bisa menyebabkan kehilangan beberapa unsur seperti As(III) dan Ge karena penguapan dengan adanya klorida.

b. Asam sulfat dan peroksida

Peroksida dapat digunakan untuk menghancurkan zat organik. Sering kali penggunaannya dikombinasikan dengan asam sulfat. Sebagian besar zat organik seperti plastik bisa dirusak dengan H_2SO_4-H_2O_2 selama 0,5 jam. Secara kuantitatif unsur akan diperoleh kembali dalam penghancuran dengan H_2SO_4-H_2O_2 kecuali Ru, Os, As, dan Ge. Kehilangan ini disebabkan oleh penguapan sebagai senyawa klorida.

c. Campuran asam perklorat

Campuran asam perklorat yang sering digunakan adalah campuran asam nitrat-asam perklorat. Campuran asam ini mengoksidasi zat organik dengan baik, tetapi jarang digunakan karena dari segi keamanan asam ini cukup berbahaya.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.6.1. Perbedaan destruksi basah dan kering

a. Destruksi basah

1. Temperatur yang digunakan rendah.
2. Banyak menggunakan reagen
3. Prosedurnya tidak sederhana
4. Waktu yang dibutuhkan lebih pendek.
5. Kontaminasi reagen lebih besar.

b. Destruksi kering

1. Temperatur yang digunakan tinggi.
2. Sedikit menggunakan reagen.
3. Prosedurnya sederhana.
4. Waktu yang dibutuhkan lebih panjang.
5. Kontaminasi reagen lebih kecil.

2.7. Tujuan Destruksi

1. Mengurangi gangguan dari senyawa dan unsur lain.
2. Memperoleh sampel dalam bentuk yang sesuai dengan metoda yang digunakan.
3. Membuat konsentrasi unsur yang diteliti sampai dalam batas-batas yang diperlukan bagi prosedur analitik yang digunakan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)