

MODUL PRAKTIKUM ANALISIS ZAT GIZI



**PROGRAM STUDI S1 GIZI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA
2020**

KATA PENGANTAR

BISMILLAH

Asssalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan, yang telah memberikan kekuatan sehingga modul praktikum mata kuliah Analisis Zat Gizi ini dapat disusun. Buku modul ini merupakan penuntun praktikum bagi mahasiswa program studi sarjana gizi. Kegiatan praktikum penting dilakukan oleh mahasiswa gizi agar memiliki kompetensi dalam melakukan keterampilan di bidang Analisis Zat Gizi.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Laboran Laboratorium Analisis Zat Gizi yang telah banyak membantu dalam mempersiapkan dan teknis pelaksanaan praktikum agar berjalan lancar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dosen tim Mata Kuliah Analisis Zat Gizi yang telah membantu membimbing proses praktikum agar berjalan lancar.

Semoga buku modul ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak. Akhirul kata masih banyak kekurangan yang akan terus disempurnakan, oleh karena itu kritik dan saran dapat langsung disampaikan kepada penyusun. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, Maret 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
TATA TERTIB PRAKTIKUM	4
PRAKTIKUM 1. PENGENALAN ALAT	5
PRAKTIKUM 2. ANALISIS PROKSIMAT – PENETAPAN KADAR AIR.....	6
PRAKTIKUM 3. ANALISIS PROKSIMAT- PENETAPAN KADAR ABU (METODE PENGABUAN KERING)	9
PRAKTIKUM 4. ANALISIS PROKSIMAT-PENETAPAN KADAR PROTEIN	11
PRAKTIKUM 5. ANALISIS PROKSIMAT - ANALISIS KADAR LEMAK METODE SOXHLET	15
PRAKTIKUM 6. ANALISIS PROKSIMAT - ANALISIS SERAT MAKANAN SECARA ENZIMATIS.....	18
PRAKTIKUM 7. ANALISIS MINERAL - Analisis kandungan Ca metode EDTA <i>complexometric titration</i>	20
PRAKTIKUM 8. ANALISIS MINERAL – Analisis Fe dengan metode kalorimetri 1	24
PRAKTIKUM 9. ANALISIS MINERAL – Analisis Zn dengan metode AAS	26
PRAKTIKUM 10. Analisis Kandungan Vitamin C Metode Indophenol.....	29
(AOAC method 967.21)	29

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Mahasiswa harus hadir di ruang praktikum tepat pada waktunya
2. Mahasiswa harus mengikuti seluruh acara praktikum Analisis Zat Gizi, bila tidak hadir harus memberikan alasan dengan bukti yang sah dan dapat diterima
3. Dilarang gaduh, bercakap-cakap, merokok, makan dan minum selama acara praktikum
4. Gunakan jas laboratorium selama melakukan praktikum di laboratorium
5. Sebelum dan sesudah praktikum, cucilah tangan dengan sabun aseptik
6. Jagalah alat-alat dengan baik. Jika ada kerusakan/kehilangan alat, harus menggantinya dengan alat serupa
7. Untuk penggunaan alat-alat yang besar harus mengikuti petunjuk operasional alat dibawah pengawasan dosen pembina, asisten dosen, atau teknisi laboratorium
8. Mahasiswa harus siap dengan materi praktikum dan teorinya, sebelum praktikum dimulai dilakukan pretest
9. Setelah selesai praktikum, harus segera menyerahkan hasil pekerjaannya pada dosen untuk ditandatangani, dan buatlah laporan hasil praktikumnya per kelompok yang dikumpulkan pada acara berikutnya
10. Meja praktikum harus bersih, sebelum dan sesudah praktikum, sampah di buang di tempat sampah

PRAKTIKUM 1. PENGENALAN ALAT

A. PENDAHULUAN

Dalam praktikum, pengenalan alat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu, alat-alat elektrik, alat-alat gelas dan keramik, dan alat-alat non-gelas. berikut ini adalah alat-alat yang umum digunakan di laboratorium Analisis Zat Gizi

- a. Alat-Alat Elektrik
 - a. Oven Udara
 - b. Oven vakum
 - c. Tanur
 - d. Spektrofotometri
 - e. Pemanas Kjeldahl
 - f. Timbangan Analitik
 - g. Soxhlet
 - h. Pemanas Elektrik
 - i. Sentrifuge
- b. Alat-Alat Gelas dan Keramik
 - a. Desikator
 - b. Cawan Porselen beserta tutup
 - c. Penjepit Cawan
 - d. Pipet tetes
 - e. Gelas ukur
 - f. Labu erlenmeyer
 - g. Beaker glass
 - h. Mortar dan *Pestle* (penumbuk)
- c. Alat-Alat non-gelas
 - a. Filter/Kertas Saring

C. ALAT DAN BAHAN PRAKTIKUM

Alat : Semua alat gelas, elektrik, dan non-gelas

Bahan: sampel pendukung penjelasan penggunaan masing-masing alat tersebut

D. PROSEDUR

1. Pengenalan alat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu, alat-alat elektrik, alat-alat gelas dan keramik, serta alat-alat non-gelas
2. Setiap 5-8 mahasiswa membentuk satu kelompok dalam melakukan kegiatan praktikum ini
3. Tiap kelompok mendengarkan penjelasan tentang komponen, fungsi, dan cara kerja dari tiap-tiap alat yang disampaikan oleh dosen/laboran.

PRAKTIKUM 2. ANALISIS PROKSIMAT – PENETAPAN KADAR AIR

A. PENDAHULUAN

Kandungan air dari suatu bahan pangan perlu diketahui terutama untuk menentukan persentase zat-zat gizi secara keseluruhan. Jumlah kadar air yang terdapat didalam suatu bahan pangan sangat berpengaruh atas seluruh susunan persentase zat-zat gizi secara keseluruhan. Apabila ingin menentukan kandungan vitamin dari suatu bahan pangan, maka akan sulit menentukan berapa persentasenya dalam bahan tersebut bila kandungan airnya tidak diketahui. Jika kandungan air diketahui, maka dapat diketahui berat kering dari bahan tersebut yang biasanya konstan. Dengan demikian dapat ditentukan kandungan zat gizi lainnya dalam berat basah atau berat kering yang konstan nilainya. Dengan diketahuinya kandungan air maka total padatan dalam bahan pangan dapat diketahui.

Penentuan kadar air secara betul-betul tepat sebenarnya sulit dilakukan karena air dalam bahan pangan ada yang terikat secara fisik dan ada yang secara kimia. Disamping itu terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil penetapan. Faktor-faktor tersebut antara lain: kemungkinan adanya bahan lain yang mudah menguap dan ikut menguap bersama air waktu dikeringkan; kemungkinan bahan terurai yang menghasilkan air sehingga kadar air lebih besar dari yang sesungguhnya. Selain itu, dalam bahan tersebut mungkin juga teralir terjadi reaksi dengan udara misalnya terjadi oksidasi dari lemak atau minyak sehingga menyebabkan berat bahan bertambah dan berakibat hasil analisis lebih kecil dari yang sesungguhnya.

Pada dasarnya metode penetapan kadar air yang ideal hendaknya memenuhi syarat-syarat seperti: cepat, tanpa prosedur panjang, penerapannya luas, mudah dapat dilakukan oleh setiap orang dengan hanya training singkat, biaya relatif rendah, cukup teliti dan tepat serta tidak berbahaya.

Terdapat sejumlah metode yang dapat digunakan untuk penentuan kadar air. Pemilihan terhadap metode tertentu ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Bentuk air yang terdapat (terikat, bebas)
2. Sifat bahan pangan yang dianalisa (apakah mudah terurai atau teroksidasi)
3. Jumlah relatif air yang terdapat dalam bahan pangan
4. Kecepatan analisis
5. Ketepatan yang diinginkan
6. Ketersediaan peralatan dan biaya yang diperlukan

Seperti telah diketahui, air dalam berbagai bentuk. Air bebas atau air yang terabsorpsi relatif mudah ditentukan. Air terabsorpsi atau air terikat, air Kristal dan air yang secara mekanis terikat dengan matriks dapat bisa atau dapat juga tidak bisa ditentukan secara tepat dengan bermacam-macam metode. Panas yang berlebihan tidak dapat digunakan dalam produk yang tinggi kandungan gulanya. Pada bahan yang mengandung lipid yang tinggi dengan suhu yang tinggi, lipid dapat teroksidasi dan secara nyata menunjukkan suatu tambahan berat melalui pembentukan peroksida dan degradasi produk. Produk-produk yang mengandung senyawa-senyawa volatile akan melepaskan senyawa-senyawa ini selama pemanasan.

Metode Oven Biasa/Oven udara (Pemanasan Langsung)

B. PRINSIP

Dalam metode ini bahan dipanaskan pada suhu tertentu sehingga semua air menguap yang ditunjukkan oleh berat bahan yang konstan setelah periode pemanasan tertentu. Kehilangan berat bahan yang terjadi menunjukkan jumlah air yang dikandungnya. Metode ini terutama digunakan untuk bahan-bahan yang stabil terhadap pemanasan yang agak tinggi. Metode ini juga dapat digunakan untuk produk-produk seperti pada metode oven vakum, kecuali untuk produk yang banyak mengandung sukrosa atau glukosa.

C. ALAT

1. Cawan metal atau porselin beserta tutupnya

2. Desikator berisi bahan pengering seperti CaO, gel silica atau P₂O₅
3. Penjepit cawan
4. Neraca analitik

D. CARA KERJA

1. Keringkan cawan logam atau porselin dalam oven pada suhu 100-105°C selama kurang lebih 30 menit (sampai di dapat berat tetap dari cawan)
2. Dinginkan cawan tersebut dalam desikator sampai dingin (sekitar 30 menit). Setelah dingin segera timbang
3. Timbanglah kira-kira 2 gram sampel dalam cawan tersebut dengan teliti
4. Keringkan dalam oven pada suhu 100-105°C sampai tercapai berat tetap yaitu sekitar 3-4 jam
5. Dinginkan dalam desikator (sekitar 30 menit) dan segera timbang

E. PERHITUNGAN

Berat conoth (gram) = B

Berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan = B1

Berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan = B2

Persen kadar air (basis basah) = $B1 - B2 : B \times 100\%$

Persen total padatan = $B - (B1 - B2) : B \times 100\%$

PRAKTIKUM 3. ANALISIS PROKSIMAT- PENETAPAN KADAR ABU (METODE PENGABUAN KERING)

A. PENDAHULUAN

Analisis kadar abu dengan metode pengabuan kering dilakukan dengan cara mendestruksi komponen organik sampel dengan suhu tinggi di dalam suatu tanur pengabuan, tanpa terjadi nyala api sampai terbentuk abu berwarna putih keabuan dan berat konstan tercapai. Residu yang didapatkan merupakan total abu dari suatu sampel.

Suhu pengabuan yang dianggap aman dari kehilangan sejumlah mineral karena penguapan adalah 500°C. perlakuan suhu dilakukan dengan menaikkan perlahan-lahan sampai 300°C dimana sampel mulai membara. Pengabuan dilanjutkan di dalam tanur dengan suhu awal 250°C dan dinaikkan bertahap menjadi 450°C selama satu jam. suhu akhir ini dipertahankan sampai seluruh komponen organik terdekomposisi.

B. PRINSIP

Abu dalam bahan ditetapkan dengan menimbang residu hasil pembakaran komponen bahan organik pada suhu sekitar 550°C

C. PERALATAN

1. Tanur
2. Cawan bertutup
3. Desikator
4. Penjepit cawan
5. Pemanas
6. Neraca analitik

D. PROSEDUR KERJA

1. Cawan pengabuan disiapkan dengan cara dibakar dalam tanur pada suhu 100°C - 105°C, didinginkan dalam desikator 15 menit, ditimbang
2. 5-10 g sampel ditimbang dalam cawan


3. Cawan berisi sampel dibakar di atas pembakar burner dengan api sedang untuk menguapkan sebanyak mungkin zat organik yang ada (sampai tidak ebrasap dan berwarna hitam)
4. Cawan dipindahkan ke dalam tanur, dipanaskan suhu 300°C, kemudian suhu dinaikkan menjadi 420-550°C dengan waktu sesuai karakteristik bahan (\pm 5-7 jam)
5. Jika diperkirakan semua korban belum teroksidasi, cawan diambil, didinginkan dan dapat ditambahkan 1-2 ml HNO₃ pekat. Sampel diuapkan sampai kering, dimasukkan lagi dalam tanur sampai pengabuan dianggap selesai
6. Tanur dimatikan, dapat dibuka setelah suhu 250°C atau kurang
7. Cawan ditimbang

Perhitungan

$$\%abu = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan:

W₂ = berat cawan dan sampel setelah pengabuan (g)
W₀ = berat cawan kosong (g)
W₁ = berat cawan dan sampel sebelum pengabuan (g)



PRAKTIKUM 4. ANALISIS PROKSIMAT-PENETAPAN KADAR PROTEIN

A. PENDAHULUAN

Penetapan protein secara akurat merupakan pekerjaan yang sulit dilaksanakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Protein membentuk grup yang sangat beragam dan sangat kompleks, baik dalam komposisi maupun dalam sifat sehingga sulit untuk memisahkan, memurnikan, atau mengekstrak.
- b. Sifat amfoterik dari protein
- c. Kemampuan mengabsorpsi yang tinggi
- d. Sensitifitas protein terhadap elektrolit, panas, pH dan pelarut

Oleh karena itu, analisa protein dalam makanan pada umumnya lebih ditunjukkan pada kadar total protein dan bukan pada kadar protein tertentu. jumlah gram protein dalam bahan pangan biasanya dihitung dari hasil perkalian jumlah gram nitrogen dengan 6,25. Angka ini diperoleh berdasarkan anggapan bahwa protein sederhana mengandung 16% nitrogen sehingga $100/16=6,25$. Karena itu penetapan ini lebih dikenal sebagai penetapan protein kasar (*crude protein*) atau total protein. Penetapan ini menggunakan asumsi bahwa semua nitrogen yang dianalisa berasal dari protein.

Metode yang banyak digunakan adalah penetapan protein secara Kjeldhal. Metode ini dapat digunakan untuk semua bahan pangan atau makanan. Dengan metode ini dapat dianalisa kadar total nitrogen dari bahan pangan yang kemudian dikalikan dengan faktor konversi (lihat tabel 1) untuk mendapatkan kadar proteinnya. Beberapa modifikasi dari metode ini telah dibuat untuk meningkatkan ketepatan dan kecepatan analisis.

Tabel 1. Faktor konversi Nitrogen-protein

Bahan Pangan	Faktor Konversi
Gandum (utuh)	5,83
Terigu	5,70
Macaroni, spaghetii	5,70
Beras (semua varietas)	5,95
Rye, barley, dan oats	5,83
Kacang tanah	5,46
Kacang kedelai	5,71
Kelapa	5,30
Wijen, biji bunga matahari	5,30
Susu (semua spesies) dan keju	6,38
Bir, sirup, biji-bijian, ragi, makanan ternak, buah-buahan, tepung jagung	6,25

Sumber: Muchtadi, 1988

Metode Semi-Mikro Kjeldhal

B. PRINSIP

Nitrogen dari protein dalam bahan dibebaskan sebagai ammonia melalui proses destruksi menggunakan asam sulfat pekat dengan pemanasan. Kemudian ammonia diikat oleh asam sulfat pekat menjadi ammonium sulfat. Dalam proses penyulingan dengan penambahan pereaksi NaOH, ammonia dibebaskan lagi dari ammonium sulfat untuk kemudian diikat oleh asam borat menjadi ammonium borat. Ammonium borat di titrasi dengan larutan HCl standar. Dari titrasi ini total nitrogen yang berasal dari protein dapat diketahui. Dengan mengalikan total nitrogen dengan faktor konversi, maka kadar protein dalam bahan pangan diketahui.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat:

1. Labu Kjeldhal
2. Labu desitilasi
3. Erlenmeyer 100 ml

4. Biuret
5. Magnetic stirrer
6. Labu takar 100 ml

Bahan:

1. Sampel
2. CuSO_4 asam laktat 10%
3. KMnO_4 (1:9)
4. H_2SO_4 pekat
5. Selenium mix
6. HCl standar
7. Asam Borat 3%
8. Indikator metal merah

D. CARA KERJA

1. Bahan ditimbang kira-kira 0,5-10 gram menurut besarnya kandungan protein. Bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu kjedhal.
2. Tambahkan 2,5-5 gram atau 0,5-1 sendok selenium mix atau campuran 5 gram CuSO_4 dan KMnO_4 (1:9) dan 25 ml H_2SO_4 pekat serta beberapa batu didih
3. Panaskan mula-mula dengan api kecil, kemudian dibesarkan sampai terjadi larutan yang berwarna jernih kehijauan dan uap SO_2 hilang
4. Pindahkan ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan sampai tanda tera.
5. Pipet 10 ml, masukkan ke dalam labu destilasi dan tambahkan 10 ml NaOH 10% atau lebih, kemudian sulingkan.
6. Destilat ditampung dalam 20 ml larutan asam borat 3%. Lakukan destilasi sampai uap destilat, bilas tidak bereaksi basa lagi (uji dengan kertas pH). Setelah selesai destilasi, bilas ujung kondensor dengan air suling.
7. Larutan asam borat dititrasi dengan HCl standar dengan menggunakan metal merah sebagai indikator.

E. PERHITUNGAN

$$\% \text{ Total Nitrogen} = \frac{(\text{ml contoh}) \times N \text{ HCl} \times \text{fp} \times 14}{\text{mg bobot contoh}} \times 100\%$$

$$\% \text{ protein} = \% \text{ total N} \times \text{Faktor Konversi}$$

Ket: fp = faktor pengeceran

PRAKTIKUM 5. ANALISIS PROKSIMAT - ANALISIS KADAR LEMAK METODE SOXHLET

A. PRINSIP ANALISIS

Lemak atau *lipid* adalah komponen zat gizi makro yang sedikit atau tidak larut sama sekali di air, tetapi larut pada pelarut organik non polar seperti eter, aseton, methanol, benzene. Sifat utama ini sering digunakan dalam prinsip analisis lemak atau pemisahan lemak dari komponen yang lain. Tentu saja, pelarut yang berbeda akan memberikan hasil ekstraksi yang berbeda pula.

Pada praktikum kali ini akan dipelajari dan dipraktikkan analisa kadar lemak dari tahu mentah dan gorengan tahu dengan menggunakan metode *soxhlet*. Prinsip dari metode ini adalah lemak di ekstrak semi-kontinu dengan menggunakan pelarut organik *non polar*. Pelarut dipanaskan dan diuapkan, kemudian di konsentrasikan diatas sampel. Pelarut menetes dan meresap ke dalam sampel dan mengekstrak lemak yang larut pada pelarut. Pada interval 15 – 20 menit, pelarut akan kembali mengalir ke labu pemanas untuk kembali memulai proses ekstraksi.

Kadar lemak dihitung berdasarkan bobot yang hilang dari sampel atau berat lemak yang berhasil dihilangkan dari sampel. Metode ini telah terstandarisasi secara internasional untuk analisa kadar lemak biji-bijian (AOAC 920.39C) dan daging (AOAC 960.39)

B. BAHAN DAN ALAT

Alat dan bahan yang diperlukan pada analisis kadar lemak metode soxhlet:

1. Alat soxhlet lengkap 1 set
2. Lemak labu
3. Pemanas listrik
4. Oven dengan thermostat
5. Timbangan analitik (ketelitian minimal 0.01 gr)
6. Kertas saring dan soxhlet filter paper (selongsong)

7. Cawan aluminium dan timbel yang telah dipanaskan pada suhu 70°C selama 24 jam
8. Gelas piala 250 ml
9. Mortar
10. Kapas
11. Benang
12. Desikator
13. Penjepit labu lemak
14. Gunting atau cutter
15. Potroleum eter sebagai pelarut
16. Sampel

C. PROSEDUR KERJA

1. Timbang 2 gram sampel yang sudah dihaluskan atau berupa bubuk, kemudian masukkan ke dalam selongsong kertas saring dan timbel yang sudah dialasi dengan kapas atau *glass wool*
2. Sumbat juga isi selongsong kertas saring dengan kapas lalu ikat menggunakan benang, sisakan ujung benang kira-kira 15 cm sebagai tali sisa
3. Keringkan sampel tersebut kedalam oven dengan suhu 80°C selama 1 jam
4. Selama proses pengeringan sampel, masukkan juga labu lemak dalam oven kira-kira 15 menit lalu dinginkan dalam desikator
5. Setelah 1 jam, ambil sampel dari oven kemudian masukkan kedalam soxhlet yang sudah dipasang di penyangga
6. Hubungkan ujung bawah soxhlet dengan labu lemak yang sudah diketahui bobotnya (berat labu kosong (W_2))
7. Tuangkan petroleum eter secukupnya dan alirkan lewat ujung pendingin soxhlet
8. Panaskan diatas pemanas listrik pada skala 5 selama kurang lebih 2 jam
9. Selama 2 jam, ambil labu lemak menggunakan penjepit dan keringkan dalam oven pada suhu diatas 100°C kira-kira 15 menit

10. Ambil labu lemak dari oven dengan penjepit, dan dinginkan dalam desikator dan timbang bobot labu lemak dengan lemaknya

11. Untuk mengetahui persentase lemak dalam sampel, lakukan perhitungan:

$$\text{Persen lemak} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

W : bobot sampel (gram)

W₁ : bobot labu lemak dan lemak (gram)

W₂ : bobot labu lemak kosong (gram)

PRAKTIKUM 6. ANALISIS PROKSIMAT - ANALISIS SERAT MAKANAN SECARA ENZIMATIS

A. PRINSIP

Metode enzimatik merupakan metode yang menggunakan enzim amylase dengan diikuti oleh penggunaan enzim pepsin pankreatik. Metode ini dapat mengukur kadar serat makanan total, serat makanan larut dan tidak larut secara terpisah.

B. ALAT

1. Peralatan untuk ekstraksi lemak (soxhlet)
2. Neraca analitik
3. Tabung reaksi
4. Erlenmeyer
5. Penangas air
6. pH meter
7. Aluminium foil
8. Crucible

C. BAHAN

1. 0,1 M buffer Na-fosfat pH 6
2. Enzim thermamyl 60 l atau 120 L (Novo)
3. 4 M HCl
4. 4 M NaOH
5. Pepsin NF (Merek)
6. Pankreatin 4 x NF (SIGMA)

D. CARA KERJA

1. Timbang 1 gram sampel bebas lemak dan masukkan dalam tabung reaksi. Tambahkan 20 ml buffer Na-fosfat pH 6 dan aduklah

2. Tambahkan 0,1 ml enzim thermamyl, tutup tabung dengan alumunium foil dan inkubasikan pada suhu 100°C selama 15 menit
3. Biarkan dingin. Atur pH menjadi 1,5 menggunakan HCl
4. Tambahkan larutan pepsin, tutup tabung dan inkubasikan pada suhu 40°C selama 60 menit.
5. Atur pH menjadi 6,8 menggunakan NaOH
6. Tambahkan larutan pankreatin, tutup tabung dan inkubasikan pada suhu 40°C selama 60 menit.
7. Atur pH menjadi 4,5 dengan HCl
8. Saring menggunakan Crucible sehingga diperoleh filtrate dan residu.

A. Filtrat

1. Tamping filtrate kemudian tambahkan etanol hingga volumenya menjadi 500 ml, panaskan sampai suhunya 60°C, endapan selama 1 jam
2. Saring menggunakan crucible kemudian cuci dengan 40 ml etanol teknis dan 20 ml aseton teknis.
3. Residu dan kertas saring dikeringkan pada suhu 80°C kemudian timbangan setelah didinginkan dalam desikator.
4. Arang, abukan, kemudian timbang setelah didinginkan desikator.

B. Residu

1. Cuci residu dengan 20 ml etanol teknis dan 20 ml aseton teknis
2. Residu dan kertas saring dikeringkan pada suhu 80°C kemudian timbang setelah didinginkan dalam desikator.
3. Arangkan, abukan, kemudian timbang setelah didinginkan dalam desikator.

PRAKTIKUM 7. ANALISIS MINERAL - Analisis kandungan Ca metode EDTA *complexometric titration*

A. PRINSIP ANALISIS

Ethylenediaminetetraacetate (EDTA) pada perbandingan 1:1 dengan beberapa ion mineral termasuk Ca mampu membentuk kompleks yang stabil. Penentuan kadar komponen mineral Ca dapat diukur dengan metode *complexometric titration*. Titik akhir titrasi ditandai dengan indikator perubahan warna, apabila terbentuk kompleks indikator dengan ion mineral yang dianalisa. Indikator yang sering digunakan dalam penetapan kadar Ca adalah *Calmagite* dan *Eriochrome black T* (EBT). Indikator ini mampu berubah warna dari biru menjadi pink ketika membentuk kompleks dengan Ca. indikator ini berwarna pink ketika membentuk kompleks dengan ion logam, dan berwarna biru apabila tidak membentuk kompleks dengan mineral. Reaksi ini berlangsung dengan baik pada pH 10. Pada pH tersebut kompleks mineral dengan EDTA lebih kuat daripada dengan *calmagite* atau EBT.

Saat EBT ditambahkan pada larutan yang mengandung ion logam, maka larutan akan berubah warna menjadi pink. Pada saat ditambahkan EDTA, mineral yang terkandung dalam bahan pangan lebih cenderung berikatan dengan EDTA. Ketika semua ion logam sudah berikatan dengan EDTA, maka indikator akan berwarna biru, dan ini merupakan titik akhir dari titrasi. Volume dan konsentrasi EDTA dalam titrasi digunakan untuk menentukan konsentrasi Ca dalam sampel. 1 mol kalsium Ca akan membentuk kompleks dengan 1 mol EDTA. pH harus diusahakan 10 ± 0.1 , karena penambahan nilai pH akan mempertajam titik akhir titrasi. pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan pengendapan *calcium carbonate*. Kecendrungan pengendapan *calcium carbonate* ini menjadi alasan kenapa proses titrasi idealnya tidak lebih dari 5 menit. Titik akhir titrasi yang kurang jelas biasanya terjadi karena adanya interferensi dari adanya mineral-mineral lainnya. Hal ini dapat dikurangi dengan penambahan inhibitor seperti *sodium cyanide*. Penanganan inhibitor ini harus hati-hati karena bahan ini beracun.

B. PENGENALAN METODE TITRASI

Tahapan melakukan titrasi:

1. Siapkan biuret
Biuret harus dipastikan dalam kondisi baik (tidak pecah atau bocor). Bersihkan biuret sebelum digunakan dengan aquades, bilaslah minimal tiga kali dengan aquades dan satu kali dengan zat kimia yang akan dianalisis. Cara pembilasan: tutup kran biuret, masukkan aquades, biuret dibaringkan dan diputar dengan tangan sehingga zat dapat membilas keseluruhan dalam biuret kemudian zat dibuang lewat kran biuret yang dibuka.
2. Masukkan zat kimia yang akan digunakan ke dalam biuret menggunakan corong. Lakukan pengisian sampai seluruh bagian biuret terisi dan tidak terdapat gelembung gas pada biuret.
3. Pasang biuret pada statip dan letakkan dengan baik
4. Lakukan titrasi
Zat yang akan dititrasi disebut sebagai titrat (ditampung dalam Erlenmeyer), sedangkan larutan yang digunakan untuk menitrasi disebut sebagai titran (dimasukkan ke dalam biuret).

Tangan kiri memegang dan mengendalikan kran biuret. Sementara tangan kanan digunakan untuk mengoyang-goyangkan Erlenmeyer. Tambahkan sedikit demi sedikit titran sampai terjadi perubahan warna pada titrat. Untuk lebih menguatkan pengamatan perubahan warna larutan, maka letakkanlah kertas putih sebagai alas Erlenmeyer.

Membaca hasil titrasi :

1. Sejajarkan mata dengan skala batas larutan pada saat pembacaan hasil titrasi.
2. Perhatikan jenis larutan dalam biuret, apakah pembacaan dilakukan berdasarkan meniscus (batas) bawah atautkah meniscus atas.
3. Perhatikan dengan seksama batas meniscus dengan tanda skala biuret.

4. Gunakan kertas putih yang diberi tanda garis hitam agar pembacaan skala biuret menjadi jelas.
5. Pembacaan dilakukan secara seksama dan teliti.

C. BAHAN DAN ALAT

- | | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. Buffer pH 10 | 10. Spatula |
| 2. Indikator <i>Eriochrome Black T</i> (EBT) atau <i>Calmagite</i> | 11. Labu takar |
| 3. NaCl | 12. Enlenmeyer 125ml |
| 4. EDTA 0,01 M | 13. Corong |
| 5. Larutan standar CaCO ₃ | 14. Pipet volumetric |
| 6. Larutan HCl (1:1 dengan air) | 15. Labu semprot |
| 7. Sampel | 16. Biuret |
| 8. Neraca analitik | 17. Penyangga biuret |
| 9. Kaca arloji | 18. pH meter |

D. PROSEDUR KERJA

Standarisasi EDTA 0.01 M

1. Timbang 0,5 gram CaCO₃, larutan kedalam enlenmeyer dengan air deionisasi
2. Tambahkan beberapa ml HCl 1:1 sampai CaCO₃ larutan sempurna
3. Tambahkan 50 ml air deionisasi, lalu panaskan hingga mendidih
4. Dinginkan
5. Tambahkan indikator merah metal
6. Netralkan menggunakan NH₄OH₄N atau HCl 1:1 sampai warna indikator berwarna jingga
7. Encerkan ke dalam labu takar sampai 100 ml
8. Pipet 10 ml, masukkan ke dalam enlenmeyer
9. Tambahkan 2 ml buffer pH 10
10. Tambahkan indikato EBT

11. Titar dengan EDTA sampai titik akhir berwarna biru

12. Hitung molaritas larutan EDTA (M_{EDTA})

$$\begin{aligned} \text{Molaritas larutan CaCO}_3 (M_{CA}) &= \text{g CaCO}_3 / (100.09 \text{g/mol})(\text{vol larutan}) \\ &= \text{mol calcium/L} \end{aligned}$$

Molaritas larutan EDTA:

Mol calcium = mol EDTA

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$(M_{CA}) (V_{CA}) = (M_{EDTA}) (V_{EDTA})$

Molaritas larutan EDTA = $(\text{mg CaCO}_3 / V_{EDTA}) \times \text{FP} \times \text{BM CaCO}_3$

Analisis kandungan Ca

1. Homogenkan sampel terlebih dahulu
2. Pipet 25ml sampel, lalu masukkan ke dalam enlenmeyer
3. Bilas enlenmeyer dengan air deionisasi
4. Tambahkan 2 ml buffer pH 10 (setelah penambahan buffer, segera lakukan titrasi tidak lebih dari 5 menit)
5. Tambahkan 200mg indikator EBT
6. Titar dengan EDTA sampai titik akhir berwarna biru
7. Hitung kandungan Ca dalam sampel

Ca dalam sampel:

$\text{Mg CaCO}_3/\text{L} = T \times B \times 1000 / \text{ml sampel}$

T = ml EDTA

B = Mg CaCO₃ equivalent to 1,00 ml larutan standar EDTA

PRAKTIKUM 8. ANALISIS MINERAL – Analisis Fe dengan metode kalorimetri 1

A. PENDAHULUAN

Didasarkan pada reaksi pembentukan warna yang dapat menyerap/meneruskan sinar pada panjang gelombang (λ) tertentu. Reaksi ini harus menghasilkan produk berwarna tunggal yang dibentuk dengan cepat dan bersifat stabil. Biasa digunakan untuk analisis kandungan Mg, fosfor, dan besi pada sampel

B. PRINSIP

Fe dalam bahan pangan dianalisis dengan mengkonversi besi dari bentuk fero menjadi feri dengan oksidator seperti potassium persulfate atau hidrogen peroksida. Feri yang terbentuk direaksikan dengan KSCN (potassium tiosinat) yang akan membentuk kompleks feritiosinat berwarna merah. Warna merah diukur absorbansinya dengan spektrofotometer dengan λ 480 nm.

C. PEREAKSI DAN PERALATAN

- › Pereaksi:
 - asam sulfat pekat bebas Fe
 - Larutan potassium persulfate jenuh
 - 7-8 g potassium persulfate bebas besi + 100 ml air dalam botol bertutup gelas → campur merata, simpan dalam lemari es (dikocok sebelum digunakan)
 - Larutan KSCN 3N
 - 146 g KSCN dilarutkan dalam air dan diencerkan sampai 500 ml. jika timbul kekeruhan dilakukan penyaringan, ke dalam larutan ditambah 20 ml aseton untuk menaikkan *keeping quality*.
 - Larutan besi standar
 - 0,702 g kristal $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 100 ml air → ditambah asam sulfat pekat 5 ml → dihangatkan sebentar ditambah KMnO_4 pekat (tetes demi tetes sampai satu tetes terakhir menghasilkan warna tetap)
 - Larutan dipindahkan dalam labu takar 1 lt dan dibilas dengan air dan diencerkan sampai tanda batas
 - Larutan ini mengandung konsentrasi 0,1 mg ion feri/ml
- Peralatan :
 - Neraca analitik, spektrofotometer, pipet, penangas, labu takar, alat gelas lainnya

D. PROSEDUR KERJA

1. Larutan sampel yang berasal dari pengabuan kering, larutan standar dan blanko ditambah dengan pereaksi dengan urutan dari atas ke bawah seperti pada table di bawah ini.

TABEL URUTAN PENAMBAHAN PEREAKSI

SAMPEL/PEREAKSI	BLANKO (ml)	STANDAR	SAMPEL
Larutan besi standar (1 ml = 0,1 mg Fe)	0,0	1,0	0,0
Larutan abu	0,0	0,0	5,0
Air	5,0	4,0	0,0
H ₂ SO ₄	0,5	0,5	0,5
K ₂ S ₂ O ₈	1,0	1,0	1,0
KSCN	2,0	2,0	2,0

E. PERHITUNGAN

$$> \text{mgFe}/100 \text{ g} = \frac{As \times 0,1 \times V \times 100}{Astd \times 5 \times W}$$

> Ket:

- As= absorbansi sampel
- Astd= absorbansi standar
- V= volume total larutan abu
- W= berat sampel yang digunakan untuk pengabuan

PRAKTIKUM 9. ANALISIS MINERAL – Analisis Zn dengan metode AAS

A. PENDAHULUAN

Metode AAS (Atomic Absorption Spektrofotometer) berprinsip pada pengukuran sinar yang diserap oleh atom dari unsur-unsur. Pada suhu kamar, semua atom pada tingkat dasarnya. Pemanasan dalam nyala api menyebabkan atom tersebut naik tingkat energinya dan berada dalam keadaan tereksitasi. Kenaikan tingkat energi disebabkan karena atom menyerap energi dari radiasi (sinar)

B. PRINSIP

Larutan sampel dari pengabuan basah/kering disebarkan dalam nyala api pada alat AAS. Absorbansi/emisi logam dapat dianalisis dan diukur pada panjang gelombang tertentu

C. PEREAKSI

- HCl 6 N, HCl 3N, HCl 0,3N,
- lanthanum klorida 10% w/v,
- aquades mutu tinggi/air bebas ion,
- kertas saring Whatman No.541 (sebelumnya dicuci dengan HCl 3N untuk menghilangkan trace metal),
- larutan stok standar (1000 mg/L),
- larutan standar

D. LARUTAN STOK STANDAR:

Menimbang sejumlah pereaksi seperti pada table 3.2 → dilarutkan dalam 25 ml HCl 3N kemudian diencerkan menjadi 250 ml dengan air.

TABEL. BERAT GARAM YANG DIPERLUKAN UNTUK MEMBUAT LARUTAN STOK STANDAR LOGAM

LOGAM	PEREAKSI	BERAT PEREAKSI (g) PER 250 ml LARUTAN
Kalsium	CaCO ₃ kering	0,624
Tembaga	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,981
Besi	Fe ₂ (SO) ₄ 3(NH ₄) ₂ SO ₄ .24H ₂ O	2,158

Magnesium	MgSO ₄ .4H ₂ O	2,530
Mangan	MnSO ₄ .4H ₂ O	1,015
Kalium	KCl (dikeringkan selama 2 jam pada suhu 105°C)	0,476
Natrium	NaCl (dikeringkan selama 2 jam pada suhu 105°C)	0,636
Seng	ZnSO ₄ .7H ₂ O	1,100

E. Larutan Standar:

1. Mengencerkan larutan stok standar dengan air (jika persiapan sampel dengan pengabuan basah) atau dengan HCl 0,3N (jika persiapan sampel dengan pengabuan kering)
2. Pengenceran sampai konsentrasi berada pada kisaran kerja logam yang bersangkutan seperti pada table 3.3
3. Jika larutan standar diperoleh dari supplier, pengenceran dapat dilakukan sesuai kisaran kerja masing-masing logam

Tabel Kondisi yang Direkomendasikan untuk Analisis Logam dengan Sistem Nyala Asetilen Udara

Unsur	Panjang gelombang (Å)	Absorpsi (A) atau Emisi (E)	Limit deteksi (µg logam/ml)*	Kisaran kerja (µg logam/ml)
Kalsium	422,7	A	0,010	0,05-5
Tembaga	324,8	A	0,005	0,05-5
Besi	248,3	A	0,030	0,05-5
Magnesium	285,2	A	0,001	0,02-2 (0,5)**
Mangan	279,5	A	0,005	0,2-5 (3)
Kalium (+1 mg Na/ml)	766,5	A	0,002	0,1-5 (2)
Kalium (+1 mg Na/ml)	766,5	E	0,002	1-20
Natrium (+1 mg K/ml)	589,0	A	0,002	0,1-5 (1)
Natrium (+1 mg K/ml)	589,0	E	0,002	1-20
Seng	213,9	A	0,004	0,1-2 (1)

*menunjukkan bahwa kurva kalibrasi linier sampai nilai ini

F. PROSEDUR KERJA

a. Larutan abu dari pengabuan basah

Larutan abu dipindahkan ke labu takar (ukuran disesuaikan dengan konstansi kisaran kerja masing-masing logam). Larutan ditepatkan sampai tanda batas dengan aquades

b. Abu dari pengabuan kering

- 5-6 ml HCl 6N ditambahkan ke dlm cawan berisi abu → dipanaskan hati-hati di atas hot plate sampai kering → ditambah 15 ml HCl 3N → dipanaskan sampai mendidih
- Sampel didinginkan → disaring dengan ekrtas saring → filtrat dimasukkan dalam labu takar
- 10 ml HCl 3N dimasukkan dalam cawan, cawan dipanaskan sampai mendidih → didinginkan. Sampel disaring dan filtrat dimasukkan ke labu takar
- Cawan dicuci dengan air min. 3 kali, air cucian disaring dimasukkan ke labu takar
- Untuk menentukan kalsium, tambahkan 5 ml larutan lanthanum klorida setiap 100 ml larutan. Labu didinginkan, diencerkan sampai tanda batas air. Blangko disiapkan dengan sejumlah pereaksi yang sama

C. Kalibrasi alat dan penetapan sampel

- › Alat AAS diset sesuai instruksi
- › Larutan standar logam dan blangko diukur
- › Larutan sampel diukur → selama penetapan sampel nilai standar harus diperiksa secara periodik untuk memastikan nilai tetap konstan
- › Dibuat kurva standar untuk masing-masing logam (nilai absorpsi/emisi dengan konsentrasi logam dalam μ g/ml)

G. PERHITUNGAN

$$L = \frac{(a - b) \times V}{10 W}$$

Keterangan: W = berat sampel yang dianalisis (g)

V = volume ekstrak

a = konsentrasi larutan sampel (μ g/ml)

b = konsentrasi larutan sampel (μ g/ml)



PRAKTIKUM 10. Analisis Kandungan Vitamin C Metode Indophenol (AOAC method 967.21)

A. Prinsip analisis

Terdapat dua metode analisis vitamin C tradisional yang terstandarisasi secara internasional, yaitu: (1) Metode titrasi *2,6-Dichloroindophenol* (AOAC method 967.21); dan (2) Metode *microfluorometric* (AOAC method 967.22).

1. *2,6-Dichloroindophenol* (AOAC method 967.21)

merupakan metode resmi untuk sampel sejenis jus. Untuk keperluan uji QC (*Quality Control*), terkadang metode *indophenols* ini juga sering menjadi pilihan untuk analisis cepat untuk jenis sampel yang lain.

2. *microfluorometric* (AOAC method 967.22)

lebih jarang digunakan karena reaksi antara *ascorbic acid* dengan *o-phenylenediamine* untuk menghasilkan komponen *fluorescent quinoxaline* memerlukan waktu yang cukup lama agar proses deteksi menggunakan *spektrofluorescent* akurat dilakukan.

B. Prinsip metode 2,6-Dichloroindophenol (AOAC method 967.21)

Ascorbic acid mereduksi indikator warna *2,6-Dichloroindophenol* yang semula berwarna merah hingga menjadi pudar warnanya (*colorless*). Oksidasi ringan ini

dapat merubah vitamin C dari bentuk *L-ascorbic acid* menjadi bentuk *L-dehydroascorbic acid*. Pada titik akhir reaksi ini akan menyisakan indikator 2,6-*Dichloroindophenol* yang tidak tereduksi dalam sampel yang ditandai dengan munculnya warna merah jambu (*rose-pink*). Volume titrasi dapat digunakan untuk menghitung kadar vitamin C dengan membandingkan dengan larutan vitamin C standar.

C. Bahan dan alat

Bahan

1. *Acetic acid* (CH_3COOH)
2. *Ascorbic acid standar*
3. *Sodium bicarbonate* (NaHCO_3)
4. 2,6-*Dichloroindophenol* (DCIP dalam larutan garam sodium)
5. *Metaphosphoric acid* (HPO_3)

Sampel

Jus jeruk (perasan jeruk) dengan perlakuan:

1. Penambahan mineral: Tanpa penambahan, Fe dan Ca (0-1%)
2. Penambahan gula (0 - 10%)
3. Penambahan susu (0 - 10%)
4. Pemanasan (0 - 90°C @ 10 menit)

Alat

1. Gelas kimia 150 ml
2. Gelas kima 250 ml
3. Erlenmeyer
4. Biuret 50 atau 125 ml
5. Kertas saring
6. Corong diameter 6-9 cm (untuk menyangga kertas saring)
7. Corong diameter 2-3 cm (untuk mengisi biuret)
8. Neraca analitik
9. Gelas arloji

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 10. Sudip | 13. Pipet volumetric |
| 11. Spatula (gelas pengaduk) | 14. Labu semprot |
| 12. Labu takar 50, 200, dan 250 ml | 15. Penyangga biuret |

D. Prosedur kerja

Pembuatan larutan Metaphosphoric acid – Acetic acid (HPO₃ - HOAc)

1. Tambahkan 100 ml air deionisasi dan 20 ml *acetic acid* ke dalam gelas ukur 250 ml
2. Tambahkan 7.5 g *metaphosphoric acid* dan larutkan
3. Tera hingga 250 ml dengan menggunakan air deionisasi
4. Saring!

Persiapan larutan standar ascorbic acid (lakukan ketika akan analisis vitamin C)

1. Timbang dengan akurat kurang lebih 50 mg *ascorbic acid*, catat beratnya!
2. Pindahkan secara volumetric ke dalam labu takar 50 ml dengan menggunakan larutan *metaphosphoric acid - acetic acid* (HPO₃ – HOAc)
3. Tera hingga 50 ml dengan menggunakan larutan *metaphosphoric acid - acetic acid* (HPO₃ – HOAc)

Standarisasi Larutan 2,6-Dichloroindophenol

1. Pipet masing-masing 5 ml larutan *metaphosphoric acid - acetic acid* (HPO₃ – HOAc) ke dalam tiga Erlenmeyer
2. Tambahkan masing-masing 2 ml larutan standar *ascorbic acid* ke dalam masing-masing Erlenmeyer
3. Isi biuret dengan larutan *2,6-Dichloroindophenol*, dan catat skala awal
4. Titrasi hingga larutan standar *ascorbic acid* berwarna pudar tetapi warna merah jambu (rose-pink) bertahan hingga lebih dari 5 detik, biasanya perlu sekitar 15-17 ml
5. Catat volume titrasi dari masing-masing Erlenmeyer yang berisi larutan standar *ascorbic acid*

Pengukuran Blanko

1. Pipet masing-masing 7 ml *metaphosphoric acid - acetic acid* ($\text{HPO}_3 - \text{HOAc}$) ke dalam tiga Erlenmeyer
2. Tambahkan masing-masing dengan air terdestilasi sebanyak volume rata-rata larutan 2,6-*Dichloroindophenol* hasil standarisasi di atas
3. Kemudian titrasi dengan cara yang sama dengan standarisasi di atas (tahap 10-12)
4. Catat volume titrasi dari masing-masing Erlenmeyer yang berisi blanko

Analisis sampel

1. Pipet masing-masing 5 ml larutan *metaphosphoric acid - acetic acid* ($\text{HPO}_3 - \text{HOAc}$) dan 2 ml sampel ke dalam tiga Erlenmeyer
2. Titrasi hingga larutan standar *ascorbic acid* berwarna pudar tetapi warna rose-pink masih bertahan hingga lebih dari 5 detik (cara sama dengan tahap 10-12 di atas)
3. Catat volume titrasi dari masing-masing Erlenmeyer yang berisi sampel
4. Hitung kandungan vitamin C dari sampel yang dianalisis

Perhitungan kadar vitamin C

	Replikasi	Biuret start (ml)	Biuret end (ml)	Volume titrasi (ml)
Ascorbic acid standards	1			
	2			
	3			x =
Blanko	1			
	2			
	3			x =
<i>Sampel</i>	1			
	2			
	3			x =

Perhitungan titer (F) dari hasil standarisasi larutan 2,6-Dichloroindophenol

F : *Titer of dye* → jumlah mg *ascorbic acid* ekuivalen dengan 1 ml larutan *indophenol* standar

$$F \text{ (mg/ml)} = \frac{\text{mg ascorbic acid di dalam larutan standar yang dititrasi}}{(\text{volume rata-rata titrasi larutan standar} - \text{volume rata-rata titrasi blanko})}$$

Perhitungan kadar vitamin C sampel (mg/ml)

$$\text{Mg ascorbic acid/ml} = (X - B) \times (F/E) \times \text{FP}$$

Keterangan:

- X : volume rata-rata titrasi sampel
- B : volume rata-rata titrasi blanko
- F : titer dari hasil standarisasi (mg/ml)
- E : volume sampel yang dititrasi
- FP : Faktor pengenceran

Lakukan perhitungan dan analisa berikut ini!

1. Hitung nilai rata-rata kandungan vitamin C dalam mg *ascorbic acid*/ml (mg AA/ml) beserta nilai standar deviasinya!
2. Hitung nilai rata-rata kandungan vitamin C dalam mg AA/100 ml dan mg AA/8 fl. Oz.
3. Bandingkan hasil analisis ini dengan *nutrition fact* dan SNI
4. Kenapa larutan *Indophenol* perlu distandarisasi?
5. Apa fungsi dari blanko?

DAFTAR PUSTAKA

- Andrawulan N, Kusnandar F, Herawati D. 2011. Analisis pangan. Dian Rakyat: Jakarta.
- AOAC International. <http://www.aoac.org/>
- Belitz H-D, Grosch W, Schieberle P. 2009. Food Chemistry. 4th revised and extended Edition. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Faulkner H, Hussein A, Foran M, Szijarto L. 2000. A survey of vitamin A and vitamin D contents of fortified fluid milk in Ontario. In: J Dairy Sci Vol 83: 1210-1216.
- Kusnandar F. 2010. Kimia pangan: Komponen makro. Dian Rakyat: Jakarta.
- Miller DD and Rutzke MA. 2010. Atomic absorption spectroscopy, atomic emission spectroscopy, and inductively coupled plasma-mass spectrometry. In: Nielsen SS. 2010. Food analysis 4th Ed. Springer Science + Business Media, LLC: New York, Dordrecht, Heidelberg, London.
- Nadia, Lula. 2010. Materi Pokok Praktikum Kimia dan Analisis Pangan. Jakarta: Universitas Terbuka
- Nielsen SS. 2010. Food analysis. 4th Ed. Springer Science + Business Media, LLC: New York, Dordrecht, Heidelberg, London.
- Nielsen SS. 2010. Food analysis.: Laboratory manual. 2nd Ed. Springer Science + Business Media, LLC: New York, Dordrecht, Heidelberg, London.
- Ward RE and Carpenter CE. 2010. Traditional methods for mineral analysis. In: Nielsen SS. 2010. Food analysis 4th Ed. Springer Science + Business Media, LLC: New York, Dordrecht, Heidelberg, London.
- Winarno FG. 1997. Kimia pangan dan gizi. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.