

SKRIPSI KIMIA

ANALISIS KADAR FOSFOR DAN BESI DALAM SAWI HIJAU

(*Brassica juncea L.*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI SINAR

TAMPAK



Disusun Oleh: Sujatmiko

NIM : 04630048

PRODI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2010



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : **Sujatmiko**

NIM : 04630048

Judul Skripsi : **Analisis Kadar Fosfor dan Besi dalam Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*) secara Spektrofotometri Sinar Tampak**

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu`alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 16 Juni 2010
Pembimbing

Imelda Fairiati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

Esti Wahyu Widowati, M.Si

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Skripsi Sujatmiko

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Setelah diadakan pengarahan, bimbingan, koreksi dan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi dari saudara:

Nama : Sujatmiko

NIM : 04630048

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jurusan/Prodi : Kimia

Judul Skripsi :

ANALISIS KADAR FOSFOR DAN BESI DALAM SAWI HIJAU (*Brassica Juncea L.*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI SINAR TAMPAK

Sudah memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana sains pada program studi kimia. Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 26 Juli 2010

Konsultan



Esti Wahyu Widowati, M.Si

NIP. 19760830 200312 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sujatmiko
NIM : 04630048
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

Analisis Kadar Fosfor dan Besi dalam Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*) secara Spektrofotometri Sinar Tampak

merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, Juni 2010

Penulis



Sujatmiko

NIM. 04630048



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1558/2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisis Kadar Fosfor dan Besi dalam Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*) Secara Spektrofotometri Sinar Tampak

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Sujatmiko
NIM : 04630048
Telah dimunaqasyahkan pada : 7 Juli 2010
Nilai Munaqasyah : B


Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

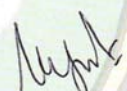
Ketua Sidang


Imelda Fajriati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

Penguji I


Esti Wahyu Widowati, M.Si
NIP.19760830 200312 2 001

Penguji II


Maya Rahmayanti, M.Si
NIP. 19810627 200604 2 003

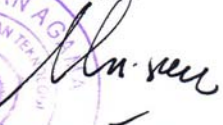
Yogyakarta, 13 Juli 2010

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan




Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

MOTTO

*“Jangan lihat siapa yang menyampaikan, tapi lihat apa yang disampaikan”
(Abu Al-Hasan’Ali bin Abi Thalib Radiallahuanhu)*

*“Sukses tidak diukur dari posisi yang dicapai seseorang dalam hidup, tapi dari
kesulitan-kesulitan yang berhasil diatasi ketika berusaha meraih sukses”
(Booker T. Washington)*

PERSEMBAHAN

Skripsi ini

DIPERSEMBAHKAN
DIPERSEMBAHKAN

*Untuk Almamaterku Tercinta
Prodi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri
Sunan Kalijaga Yogyakarta*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur yang tiada terkira saya persembahkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan karunia, serta kekuatan luar biasa, sehingga saya dapat melalui masa-masa berat, panjang dan melelahkan dalam proses pembuatan skripsi ini. Selalu saya ingat ayat Al-Qur'an yang menginspirasi saya dalam melalui ini semua, yaitu, "Didalam kesulitan ada kemudahan." Shalawat serta salam dan tidak lupa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahilliyah menuju zaman yang terang benderang ini.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari arahan, bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Khamidinal, M.Si., selaku Ketua Program studi kimia
3. Imelda Fajriati, M.Si., selaku dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas dan sabar dan telah meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Susi Yunita Prabawati, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi..

5. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu mengarahkan penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
6. Bapak Slamet Raharjo di C.V Chem-Mix Pratama dan seluruh Staf Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UGM selaku laboran yang selalu memberikan pengetahuan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Bapak (Alm) dan Ibuku (Almh) tercinta, terima kasih atas do'a yang tak henti-hentinya, kakak-kakaku Kak Wati, Mr.Amir, Kak Rini, Mas Dar, Kak Rohmi, Mas Wisnu, Kak Umi, Mas Adi, Adikku Tini, yang aku sayangi serta semua keluarga yang telah memberikan motivasi, nasihat, dan dukungan dengan ikhlas untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
8. Dek Lilis yang selalu sabar, ikhlas dan memberikan motivasi, dukungan baik moril maupun materiil dan menemani dalam suka dan duka selama menjalani kehidupan ini serta kasih sayangnya sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan Program Studi Kimia 2004 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
10. Semua pihak yang telah ikut berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Kepada semua pihak tersebut, semoga bantuan, bimbingan, dan pengarahan serta do'a yang diberikan kepada penulis dapat dinilai ibadah oleh Allah SWT dan mendapatkan ridho-Nya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan sehingga dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membantu, membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya besar harapan penulis

semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan bagi kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang kimia. Amiin Ya Robbal ‘Alamin.

Yogyakarta, 16 juni 2010

Penyusun

Sujatmiko

NIM. 04630048

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SKRIPSI	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAKSI.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5

\BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Deskripsi Teori.....	6
2.1.1 Sawi	6
2.1.2 Mineral	10
2.1.3 Destruksi	13
2.1.4 Spektrofotometri Sinar Tampak	15
2.1.5 Cara Kerja Spektrofotometer	19
2.2 Kerangka Berfikir	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	26
3.2 Sampel Dan Teknik Pengambilan Sampel.....	26
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Alat Dan Bahan	27
3.5 Persiapan Penelitian	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Analisis Kadar Fosfor.....	32
4.2 Analisis Kadar Besi	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran – Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Kandungan dan komposisi gizi sawi tiap 100 gram bahan.....	9

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pola radiasi dari berbagai macam lampu.....	17
Gambar 2.2 Susunan tipe Cornu dan Susunan tipe Littrow.....	18
Gambar 2.3 Kurva Kalibrasi Standar.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Penentuan Garis Regresi Linier Larutan Standar Fosfor.....	41
Lampiran 2 : Penentuan Garis Regresi Linier Larutan Standar Besi.....	42
Lampiran 3 : Grafik Kurva Larutan Standar Fosfor.....	43
Lampiran 3 : Grafik Kurva Larutan Standar Besi.....	43
Lampiran 4 : Penentuan Signifikansi Korelasi Konsentrasi Larutan Standar Fosfor(X) Dan Absorbansi (Y).....	44
Lampiran 5 : Penentuan Signifikansi Korelasi Konsentrasi Larutan Standar Besi (X) Dan Absorbansi (Y).....	45
Lampiran 6 : Uji Linearitas Persamaan Garis Regresi Linear Larutan Standar Fosfor	46
Lampiran 7 : Uji Linearitas Persamaan Garis Regresi Linear Larutan Standar Besi	48
Lampiran 8 : Absorbansi Larutan Sampel.....	51

Lampiran 9 : Perhitungan Kadar Fosfor Dalam Larutan Hasil Destruksi	
Sampel.....	52
Lampiran 10 : Perhitungan Kadar Besi Dalam Larutan Hasil Destruksi	
Sampel.....	57
Lampiran 11: Penentuan Simpangan Baku dan Batas Ketangguhan Kadar Fosfor dan Besi Dalam Larutan Hasil Destruksi	
Sampel.....	62
Lampiran 12 : Perhitungan ANAVA-A Kadar Fosfor Dan Besi Pada Sawi Hijau Dengan Asam Sulfat (H_2SO_4)	66
Lampiran 13 : Perhitungan ANAVA-A Kadar Fosfor Dan Besi Pada Sawi Hijau Dengan Asam Nitrat (HNO_3)	69
Lampiran 14: Prosedur	
Penelitian.....	72
Lampiran 15: Tabel sebaran t.....	76

**ANALISIS KADAR FOSFOR DAN BESI DALAM SAWI HIJAU
(*Brassica juncea L.*)
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SINAR TAMPAK**

ABSTRAK

Oleh :

**Sujatmiko
04630048**

Dosen Pembimbing : Imelda Fajriati, M.Si

Penelitian ini bertujuan menganalisis kadar fosfor dan besi pada sawi dengan menggunakan destruksi asam pekat, untuk kemudian diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui kadar fosfor dan besi pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*) serta ada tidaknya perbedaan kadar fosfor dan besi pada sawi hijau yang didestruksi dengan menggunakan asam pekat.

Sampel dalam penelitian ini adalah sawi hijau (*Brassica juncea L.*) yang diambil dari pasar Legi Kotagede Yogyakarta dengan teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak. Masing-masing sampel didestruksi dengan asam sulfat (H_2SO_4) dan nitrat pekat (HNO_3). Analisis kimia yang dilakukan adalah analisis kuantitatif fosfor dan besi dengan metode Spektrofotometri UV-VIS. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA-A pada taraf signifikansi 1%.

Dari analisis data diperoleh besarnya kadar fosfor pada sawi hijau didestruksi dengan H_2SO_4 pekat adalah $0,5621 \pm 0,9073$ % b/b dan dengan HNO_3 pekat adalah $0,8858 \pm 0,1884$ % b/b. Kadar besi pada sawi hijau yang didestruksi dengan H_2SO_4 pekat adalah $0,11318 \pm 0,0508$ % b/b dan dengan HNO_3 pekat adalah $0,13548 \pm 0,0524$ % b/b. Pada uji ANAVA-A menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kadar fosfor dan kadar besi dalam sawi hijau yang didestruksi dengan asam pekat.

Kata kunci : *Fosfor, besi, sawi, destruksi, asam pekat.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sayuran dalam kehidupan manusia sangat berperan dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan peningkatan gizi, karena sayuran merupakan salah satu sumber mineral, serat dan vitamin yang dibutuhkan manusia. Walaupun karbohidrat, protein dan lemak juga terdapat didalamnya, tetapi jumlahnya relatif kecil.

Sawi tergolong sayuran yang banyak digemari dan juga mudah untuk didapatkan. Selain itu jenis dan varietas sawi yang ada di Indonesia juga bermacam-macam. Sawi dapat dikonsumsi dalam berbagai bentuk makanan, antara lain dilalap mentah, disayur lodeh, dibuat asinan dan aneka masakan lainnya. Disamping kandungan seratnya yang cukup tinggi, sawi juga mengandung unsur-unsur mineral yang berguna untuk tubuh. Unsur-unsur mineral tersebut diantaranya yaitu natrium, kalium, kalsium, fosfor, dan besi.¹

Al-Qur'an telah mengajarkan kepada kita bahwasanya Allah menjadikan segala sesuatu yang hidup di atas bumi dan air ini banyak tersimpan unsur-unsur hara yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu sayuran juga memberikan manfaat bagi tubuh manusia dalam peningkatan gizi. Di dalam ayat

¹ Rahmat Rukmana (1994), Bertanam Petsai dan Sawi, Yogyakarta, Kanisius. Hal. 13

Alqur'an Allah menyuruh manusia supaya memperhatikan keberagaman dan keindahan yang diciptakan-Nya.²

Allah Berfirman dalam Qur'an Surat Al-An'aam ayat 99 yang berbunyi dibawah ini:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا كَثِيرًا وَمِمَّنْ لُتِخَلَّ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَبَاتٌ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya:

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (al-an'aam [6]: 99).³

Pada dasarnya unsur-unsur mineral yang berada didalam tubuh berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Unsur-unsur logam fosfor merupakan unsur-unsur yang berperan dalam peningkatan kesehatan manusia. Fosfor berfungsi untuk perkembangan normal tulang, juga merupakan unsur pokok yang penting bagi darah, limfe dan struktur nuklir kehidupan sel. Fosfor berfungsi untuk pembentukan tulang dan membentuk gigi. Sedangkan besi berfungsi dalam

²Departemen Agama RI, Alqur'an dan Terjemahannya, (Jakarta, 1971), hal. 202.

³Departemen Agama RI, Alqur'an dan Terjemahannya, (Jakarta, 1971), hal. 203.

badan sebagian terletak dalam sel-sel darah merah sebagai heme yaitu suatu pigmen yang mengandung inti sebuah atom besi.⁴

Kadar fosfor dan besi dalam sawi dapat diketahui dengan berbagai metode analisis, antara lain dengan metode spektrofotometri sinar tampak. Digunakan metode ini karena sangat tepat untuk analisis logam pada konsentrasi rendah dan dengan ketelitian yang cukup tinggi. Untuk dapat menggunakan metode tersebut terlebih dahulu dilakukan tahap destruksi sampel.

Destruksi yang umum dipakai untuk menentukan kandungan komponen dalam bahan makanan dikenal dengan dua macam yaitu kering dan basah. Destruksi kering menggunakan cara dengan mengabukan atau mengoksidasikan semua zat pada suhu yang relatif tinggi, sehingga diperoleh kadar abu (mineral total) dalam makanan secara gravimetri sampai diperoleh bobot konstan. Destruksi kering membutuhkan sedikit ketelitian dan mampu menganalisa bahan lebih banyak daripada pengabuan basah, sedangkan destruksi basah dilakukan dengan menambahkan pereaksi asam tertentu ke dalam bahan yang akan dianalisis sehingga terjadi destruksi secara sempurna. Destruksi suatu sampel merupakan suatu usaha untuk melepaskan unsur yang akan dianalisis dari keterikatannya dengan senyawa lain, terutama dengan senyawa organik.⁵

⁴F.G Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002), hal. 154-158

⁵Slamet Sudarmadji, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, (Yogyakarta: Liberty, 2003), hal. 158

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada maka identifikasi masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Baru beberapa orang yang meneliti kandungan mineral dalam sawi yang berguna untuk tubuh. Unsur-unsur mineral tersebut diantaranya yaitu natrium, kalium, kalsium, fosfor, dan besi.
2. Fosfor dan besi merupakan mineral yang esensial diperlukan oleh tubuh, sehingga kadar kedua mineral tersebut dalam sayuran, khususnya sawi perlu diketahui agar masyarakat pada umumnya mengetahui kandungan mineral pada sawi untuk dikonsumsi.

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi optimum proses destruksi basah pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*) yang meliputi jenis pelarut pendestruksi dan konsentrasi optimumnya?
2. Berapakah kadar fosfor dan besi pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*)?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Kondisi optimum proses destruksi meliputi jenis pelarut pendestruksi pada saat konsentrasi optimum.
2. Kadar fosfor dan besi pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*).

1.5 Kegunaan Penelitian

1. Bagi masyarakat

Sebagai pengetahuan ilmiah bagi masyarakat, khususnya yang berkaitan dengan penelitian ini dan sebagai upaya pemanfaatan sawi yang berguna untuk peningkatan gizi dan kesehatan tubuh.

2. Bagi peneliti

Dapat menambah wawasan keilmuan bagi peneliti dibidang penelitian kimia, khususnya tentang analisis kadar fosfor dan besi pada sawi menggunakan destruksi asam sulfat pekat.

3. Bagi mahasiswa

Dapat memberi dorongan kepada mahasiswa lain untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

4. Bagi lembaga

Sebagai tambahan pengetahuan dan informasi bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian lebih lanjut.

4. Dalam uji ANAVA-A terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar fosfor dan besi pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*) menggunakan destruksi basah.

5.2 Saran-saran

1. Perlu dilakukan penelitian tentang unsur-unsur mineral lainnya yang terkandung dalam sawi hijau (*Brassica juncea L.*) dengan asam pendestruksi yang berbeda.
2. Bagi masyarakat dapat mengetahui kandungan fosfor dan besi dalam sawi hijau (*Brassica juncea L.*) ternyata kandungan unsur fosfor lebih banyak daripada unsur besi.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Agama RI. 1971. *Alqur'an dan Terjemahannya*. Jakarta.
- Hedyanana Sumar dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi ke-1. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Khopkar, S. M. 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI-Press.
- Olson E. Robert dkk. 1988. *Pengetahuan Gizi Mutakhir Mineral*. Jakarta : PT Gramedia.
- Poedjiadi, Anna. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta : penerbit UI Press.
- Rahayu Styoningsih, Wiji. 2002. Perbandingan Hasil Analisis Kadar Kalsium dan Besi Dalam Sawi (*Brassica juncea.L*). *Laporan Skripsi*. FMIPA UNY.
- Rukmana, Rahmat. 1994. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soentono, Soedyartomo. 1983. *Program Pendidikan dan Latihan Instrumen kimia*. Yogyakarta : Liberty.
- Sudarmadji, Slamet. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty
- Suhardi. 1991. *Petunjuk Laboratorium Analisa Produk Buah-buahan dan Sayuran*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.
- Sumantri dan Abdul Rohman. 2007. *Analisis Makanan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2007. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Underwood, Day. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Ke-5. Jakarta : Erlangga.
- Vogel. 1979. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Bagian 1 Edisi Ke-5. Jakarta : Kalman Media Pustaka.
- Widayati Novari, Eti. 1996. *Penanganan dan Pengolahan Sayuran segar*. Jakarta: Penebar swadaya

Winarno F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

PENENTUAN GARIS REGRESI LINEAR

LARUTAN STANDAR FOSFOR

Tabel 1. Statistik Dasar untuk Penentuan Persamaan Garis Regresi Linear

No.	Konsentrasi (X)	Absorbansi (Y)	X ²	Y ²	XY
1.	20	0,235	400	0,055225	4,7
2.	40	0,335	1600	0,112225	13,4
3.	60	0,489	3600	0,239121	29,34
4.	80	0,628	6400	0,394384	50,24
5.	100	0,749	10000	0,561001	74,9
Σ	300	2,436	22000	1,361956	172,58

Dari data Tabel di atas dapat ditentukan persamaan garis linear $Y = aX + b$

$$a = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \qquad b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$
$$= \frac{5(172,58) - (300)(2,436)}{5(22000) - (300)^2} \qquad = \frac{(22000)(2,436) - (300)(172,58)}{5(22000) - (300)^2}$$
$$= \frac{862,9 - 730,8}{110000 - 90000} \qquad = \frac{(53592) - (51774)}{110000 - 90000}$$
$$= \frac{132,1}{20000} \qquad = \frac{1818}{20000}$$
$$a = 0,006605 \qquad b = 0,0909$$

Jadi persamaan garis linear $Y = aX + b$ adalah $Y = 0,006605 X + 0,0909$

Lampiran 2

PENENTUAN GARIS REGRESI LINEAR

LARUTAN STANDAR BESI

Tabel 2. Statistik Dasar untuk Penentuan Persamaan Garis Regresi Linear

No.	Konsentrasi (X)	Absorbansi (Y)	X ²	Y ²	XY
1.	10	0,108	100	0,011664	1,08
2.	20	0,280	400	0,0784	5,6
3.	30	0,484	900	0,234256	14,52
4.	40	0,676	1600	0,456976	27,04
5.	50	0,899	2500	0,808201	44,95
Σ	150	2,447	5500	1,589497	93,19

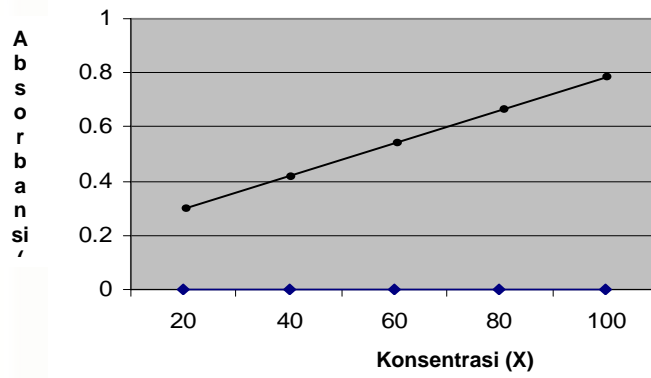
Dari data Tabel di atas dapat ditentukan persamaan garis linear $Y = aX + b$

$$a = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \qquad b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$
$$= \frac{5(93,19) - (150)(2,447)}{5(5500) - (150)^2} \qquad = \frac{(5500)(2,447) - (150)(93,19)}{5(5500) - (150)^2}$$
$$= \frac{465,95 - 367,05}{27500 - 22500} \qquad = \frac{13458,5 - 13978,5}{27500 - 22500}$$
$$= \frac{98,9}{5000} \qquad = \frac{-520}{5000}$$
$$a = 0,01978 \qquad b = -0,104$$

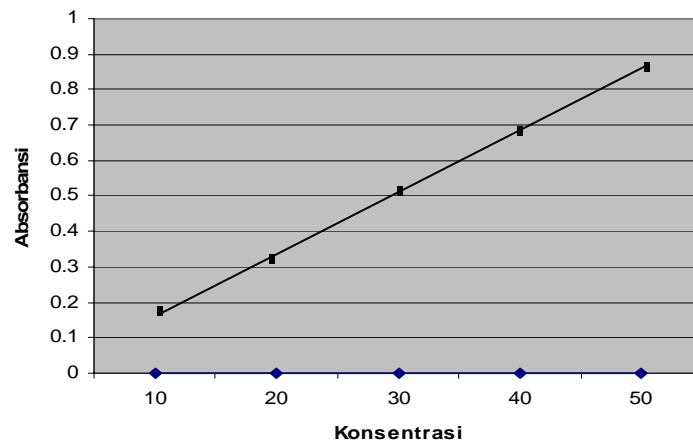
Jadi persamaan garis linear $Y = aX + b$ adalah $Y = 0,01978 X - 0,104$

Lampiran 3

Grafik Kurva Larutan Standar Fosfor



Grafik Kurva Larutan Standar Besi



Lampiran 4

PENENTUAN SIGNIFIKANSI KORELASI KONSENTRASI

LARUTAN STANDAR FOSFOR (X) DAN ABSORBANSI (Y)

Dengan teknik korelasi Momen Tangkar dari Pearson (*korelasi product moment*) dapat ditentukan korelasi X dan Y menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} r &= \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \\ &= \frac{5(172,58) - (300)(2,436)}{\sqrt{(5.22000 - (300)^2)(5.1,361956 - (2,436)^2)}} \\ &= \frac{862,9 - 730,8}{\sqrt{(110000 - 90000)(6,80978 - 5,934096)}} \\ &= \frac{132,1}{\sqrt{20000(0,875684)}} \\ &= \frac{132,1}{132,339261} \\ &= 0,99819206 \end{aligned}$$

Harga r tersebut kemudian dikonsultasikan dengan r_{tabel} pada taraf signifikansi 1 % dan N = 5 atau db (N - 2 = 3) adalah 0,959 diperoleh bahwa harga r > harga r_{tabel} , berarti ada hubungan yang positif dan signifikan antara konsentrasi larutan standar fosfor (X) dan absorbansi (Y).

Lampiran 5

PENENTUAN SIGNIFIKANSI KORELASI KONSENTRASI

LARUTAN STANDAR BESI (X) DAN ABSORBANSI (Y)

Dengan teknik korelasi Momen Tangkar dari Pearson (*korelasi product moment*) dapat ditentukan korelasi X dan Y menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} r &= \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \\ &= \frac{5(93,19) - (150)(2,447)}{\sqrt{(5.5500 - (150)^2)(5.1,589497 - (2,447)^2)}} \\ &= \frac{465,95 - 367,05}{\sqrt{(27500 - 22500)(7,947485 - 5,987809)}} \\ &= \frac{98,9}{\sqrt{(5000)(1,959676)}} \\ &= \frac{98,9}{98,9867668} \\ &= 0,99912345 \end{aligned}$$

Harga r tersebut kemudian dikonsultasikan dengan r_{tabel} pada taraf signifikansi 1 % dan $N = 5$ atau db ($N - 2 = 3$) adalah 0,959, diperoleh bahwa harga $r >$ harga r_{tabel} , berarti ada hubungan yang positif dan signifikan antara konsentrasi larutan standar besi (X) dan absorbansi (Y).

Lampiran 6

UJI LINEARITAS PERSAMAAN GARIS REGRESI LINEAR

LARUTAN STANDAR FOSFOR

Untuk menentukan linearitas persamaan garis regresi larutan standar fosfor, dapat dilakukan dengan cara menghitung F regresinya (F_{hitung}) menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\sum xy &= \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \\ &= 172,58 - \frac{(300)(2,436)}{5} \\ &= 172,58 - 146,16 \\ &= 26,42\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum x^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \\ &= 22000 - \frac{(300)^2}{5} \\ &= 22000 - 18000 \\ &= 4000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum y^2 &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \\ &= 1,361956 - \frac{(2,436)^2}{5} \\ &= 1,361956 - 1,1868192 \\ &= 0,1751368\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ reg} &= \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= \frac{(26,42)^2}{4000} \\
 &= 0,1745041
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ res} &= \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= 0,1751368 - \frac{(26,42)^2}{4000} \\
 &= 0,1751368 - 0,1745041 \\
 &= 0,0006327
 \end{aligned}$$

$$db \text{ reg} = 1$$

$$db \text{ res} = 5 - 2 = 3$$

$$\begin{aligned}
 RJK \text{ reg} &= \frac{JKreg}{dbreg} \\
 &= \frac{0,1745041}{1} = 0,1745041
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RJK \text{ res} &= \frac{JKres}{dbres} \\
 &= \frac{0,0006327}{3} = 0,0002109
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ reg} &= \frac{RJKreg}{RJKres} \\
 &= \frac{0,1745041}{0,0002109} = 827,425794
 \end{aligned}$$

Hasil F_{regresi} (F_{hitung}) kemudian dikonsultasikan dengan harga F_{tabel} pada taraf signifikansi 1 % dengan db pembilang = 1 dan db penyebut = 3, didapat harga F_{tabel} sebesar 34,12. harga $F_{\text{regresi}} > F_{\text{tabel}}$ sehingga persamaan garis regresi larutan standar fosfor adalah linear.

Lampiran 7

UJI LINEARITAS PERSAMAAN GARIS REGRESI LINEAR

LARUTAN STANDAR BESI

Untuk menentukan linearitas persamaan garis regresi larutan standar besi, dapat dilakukan dengan cara menghitung F regresinya (F_{hitung}) menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\sum xy &= \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \\ &= 93,19 - \frac{(150)(2,447)}{5} \\ &= 93,19 - 73,41 \\ &= 19,78\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum x^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \\ &= 5500 - \frac{(150)^2}{5} \\ &= 5500 - 4500 \\ &= 1000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum y^2 &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \\ &= 1,589497 - \frac{(2,447)^2}{5} \\ &= 1,589497 - 1,1975618 \\ &= 0,3919352\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ reg} &= \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= \frac{(19,78)^2}{1000} \\
 &= 0,3912484
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ res} &= \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= 0,3919352 - \frac{(19,78)^2}{1000} \\
 &= 0,3919352 - 0,3912484 \\
 &= 0,0006868
 \end{aligned}$$

$$db \text{ reg} = 1$$

$$db \text{ res} = 5 - 2 = 3$$

$$\begin{aligned}
 RJK \text{ reg} &= \frac{JKreg}{dbreg} \\
 &= \frac{0,3912484}{1} \\
 &= 0,3912484
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RJK \text{ res} &= \frac{JKres}{dbres} \\
 &= \frac{0,0006868}{3} \\
 &= 0,00022893
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ reg} &= \frac{RJKreg}{RJKres} \\
 &= \frac{0,3912484}{0,00022893} \\
 &= 1709,03071
 \end{aligned}$$

Hasil F_{regresi} (F_{hitung}) kemudian dikonsultasikan dengan harga F_{tabel} pada taraf signifikansi 1 % dengan db pembilang = 1 dan db penyebut = 3, didapat harga F_{tabel} sebesar 34,12. harga $F_{\text{regresi}} > F_{\text{tabel}}$ sehingga persamaan garis regresi larutan standar besi adalah linear.

Lampiran 8

ABSORBANSI LARUTAN SAMPEL

Tabel 3. Absorbansi fosfor dalam larutan hasil destruksi sampel

NO	Jenis Asam Pendestruksi	Sawi Hijau (<i>Brassica juncea L.</i>)					Faktor pengenceran	Volume larutan
		SH (1M)	SH (2M)	SH (3M)	SH (4M)	SH (5M)		
1	H ₂ SO ₄	0,81	0,61	0,46	0,27	0,16	10	100
2	HNO ₃	0,69	0,66	0,75	0,68	0,6	10	100

Tabel 4. Absorbansi besi dalam larutan hasil destruksi sampel

NO	Jenis Asam Pendestruksi	Sawi Hijau (<i>Brassica juncea L.</i>)					Faktor pengenceran	Volume larutan
		SH (1M)	SH (2M)	SH (3M)	SH (4M)	SH (5M)		
1	H ₂ SO ₄	0,07	0,08	0,13	0,15	0,17	10	100
2	HNO ₃	0,11	0,14	0,16	0,18	0,23	10	100

Lampiran 9

PERHITUNGAN KADAR FOSFOR DALAM LARUTAN HASIL DESTRUKSI SAMPEL

1. Perhitungan konsentrasi kadar fosfor dalam larutan hasil destruksi sampel

Berdasarkan data absorbansi larutan sampel yang telah dituliskan pada Tabel 3, maka konsentrasi fosfor larutan sampel dapat ditentukan dengan memasukkan data absorbansi tersebut ke dalam persamaan garis regresi linear larutan standarnya. Untuk larutan standar fosfor persamaan garis regresi linearnya adalah:

$$Y = 0,006605 X + 0,0909$$

Perhitungan konsentrasi fosfor dalam larutan sampel dapat dijabarkan sebagai berikut :

Sawi Hijau

Larutan sampel sawi hijau

Dengan pendestruksi H_2SO_4

$$a. 1) X = \frac{0,81-0,0909}{0,006605}$$

$$= 108,8721 \text{ ppm}$$

$$a. 2) X = \frac{0,61-0,0909}{0,006605}$$

$$= 78,5920 \text{ ppm}$$

$$a. 3) X = \frac{0,46-0,0909}{0,006605}$$

$$= 55,8819 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{a. 4) } X &= \frac{0,27-0,0909}{0,006605} \\ &= 27,1158 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. 5) } X &= \frac{0,16-0,0909}{0,006605} \\ &= 10,4618 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Larutan sampel sawi hijau

Dengan pendestruksi HNO_3

$$\begin{aligned} \text{b. 1) } X &= \frac{0,69-0,0909}{0,006605} \\ &= 90,7040 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. 2) } X &= \frac{0,66-0,0909}{0,006605} \\ &= 86,1620 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. 3) } X &= \frac{0,75-0,0909}{0,006605} \\ &= 99,7880 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. 4) } X &= \frac{0,68-0,0909}{0,006605} \\ &= 89,1900 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. 5) } X &= \frac{0,6-0,0909}{0,006605} \\ &= 77,0780 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil perhitungan konsentrasi fosfor dalam hasil destruksi sampel yang dinyatakan dalam ppm.

NO	Asam pendestruksi	Sawi Hijau				
		SH(1M)	SH(2M)	SH(3M)	SH(4M)	SH(5M)
1	H ₂ SO ₄	108,8721	78,5920	55,8819	27,1158	10,4618
2	HNO ₃	90,7040	86,1620	99,7880	89,1900	77,0780

2. Penentuan kadar fosfor yang dinyatakan dalam satuan % b/b.

Penentuan kadar fosfor dalam sampel yang dinyatakan dalam % b/b dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Ca} = \frac{V.X.P}{W.1000} \times 100\%$$

Dengan X = konsentrasi larutan sampel

P = faktor pengenceran

W = berat sampel mula-mula

V = volume larutan

Dengan demikian berdasarkan data konsentrasi yang disajikan dalam tabel 5, maka kadar fosfor dalam semua larutan hasil destruksi sampel sawi hijau dapat ditentukan dengan menggunakan rumus tersebut.

A. Sawi Hijau (H₂SO₄)

$$\begin{aligned}
 1) \quad \% \text{ P} &= \frac{\left(\frac{100}{1000} \right) \cdot 108,8721 \cdot 10}{10.1000} \times 100\% \\
 &= 1,09\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 78,5920 \cdot 10}{10.1000} && \times 100\% \\ &= 0,7859\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 55,819 \cdot 10}{10.1000} && \times 100\% \\ &= 0,5588\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 27,1158 \cdot 10}{10.1000} && \times 100\% \\ &= 0,2712\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 10,4618 \cdot 10}{10.1000} && \times 100\% \\ &= 0,1046\% \end{aligned}$$

B. Sawi Hijau (HNO_3)

$$\begin{aligned} 1) \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 90,740 \cdot 10}{10.1000} && \times 100\% \\ &= 0,9070\% \end{aligned}$$

$$2) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 86,1620 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,8616\%$$

$$3) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 99,7880 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,9979\%$$

$$4) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 89,1900 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,8919\%$$

$$5) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 77,0780 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,7708\%$$

Tabel 6. Hasil perhitungan kadar fosfor dalam larutan hasil destruksi sawi hijau yang dinyatakan dalam % b/b.

NO	Asam pendestruksi	Sawi Hijau(<i>Brassica juncea L.</i>)				
		SH(1M)	SH(2M)	SH(3M)	SH(4M)	SH(5M)
1	H ₂ SO ₄	1,09	0,7859	0,5588	0,2712	0,1046
2	HNO ₃	0,9070	0,8616	0,9979	0,8919	0,7708

Lampiran 10

PERHITUNGAN KADAR BESI DALAM LARUTAN HASIL DESTRUKSI SAMPEL

1. Perhitungan konsentrasi kadar besi dalam larutan hasil destruksi sampel

Berdasarkan data absorbansi larutan sampel yang telah dituliskan pada Tabel 4, maka konsentrasi besi larutan sampel dapat ditentukan dengan memasukkan data absorbansi tersebut ke dalam persamaan garis regresi linear larutan standarnya. Untuk larutan standar besi persamaan garis regresi linearnya adalah :

$$Y = 0,01978 X - 0,104$$

Dengan Y : absorbansi dan X : konsentrasi dan perhitungan konsentrasi besi dapat ditunjukkan sebagai berikut :

I. Sawi Hijau

1. Larutan sampel sawi hijau

Dengan pendestruksi H_2SO_4

$$a. 1) X = \frac{0,07 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 8,7968 \text{ ppm}$$

$$a. 2) X = \frac{0,08 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 9,3023 \text{ ppm}$$

$$a. 3) X = \frac{0,13 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 11,8301 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 4) } X = \frac{0,15 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 12,8412 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 5) } X = \frac{0,17 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 13,8524 \text{ ppm}$$

2. Larutan sampel sawi hijau

Dengan pendestruksi HNO_3

$$\text{a. 1) } X = \frac{0,11 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 10,8190 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 2) } X = \frac{0,14 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 12,3357 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 3) } X = \frac{0,16 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 13,3468 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 4) } X = \frac{0,18 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 14,3579 \text{ ppm}$$

$$\text{a. 5) } X = \frac{0,23 - (-0,104)}{0,01978}$$

$$= 16,8857 \text{ ppm}$$

Tabel 7. Hasil perhitungan konsentrasi besi dalam hasil destruksi sampel yang dinyatakan dalam ppm

NO	Asam pendestruksi	Sawi Hijau (<i>Brassica juncea L.</i>)				
		SB(1M)	SB(2M)	SB(3M)	SB(4M)	SB(5M)
1	H ₂ SO ₄	8,7968	9,3023	11,8301	12,8412	13,8524
2	HNO ₃	10,8190	12,3357	13,3468	14,3579	16,8857

2. Penentuan kadar besi yang dinyatakan dalam satuan % b/b.

Penentuan kadar besi dalam sampel yang dinyatakan dalam % b/b dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Ca} = \frac{V.X.P}{W.1000} \times 100\%$$

Dengan X = konsentrasi larutan sampel

P = faktor pengenceran

W = berat sampel mula-mula

V = volume larutan

Dengan demikian berdasarkan data konsentrasi yang disajikan dalam tabel 9, maka kadar besi dalam semua larutan hasil destruksi sampel sawi hijau dapat ditentukan dengan menggunakan rumus tersebut.

A. Sawi Hijau (H₂SO₄)

$$\begin{aligned}
 1) \quad \% P &= \frac{\left(\frac{100}{1000} \right) \cdot 8,7968 \cdot 10}{10.1000} \times 100\% \\
 &= 0,0877\%
 \end{aligned}$$

$$2) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 9,3023 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$
$$= 0,0930\%$$

$$3) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 11,8301 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$
$$= 0,1183\%$$

$$4) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 12,8412 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$
$$= 0,1284\%$$

$$5) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 13,8524 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$
$$= 0,1385\%$$

B. Sawi Hijau (HNO_3)

$$1) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 10,8190 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$
$$= 0,1082\%$$

$$2) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 12,3357 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,1233\%$$

$$3) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 13,3468 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,1335\%$$

$$4) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 14,3579 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,1436\%$$

$$5) \% P = \frac{\left(\frac{100}{1000}\right) \cdot 16,8857 \cdot 10}{10.1000} \quad \times 100\%$$

$$= 0,1688\%$$

Tabel 8. Hasil perhitungan kadar besi dalam larutan hasil destruksi sawi hijau yang dinyatakan dalam % b/b.

NO	Asam pendestruksi	Sawi Hijau (<i>Brassica juncea L.</i>)				
		SH(1M)	SH(2M)	SH(3M)	SH(4M)	SH(5M)
1	H ₂ SO ₄	0,0877	0,0930	0,1183	0,1284	0,1385
2	HNO ₃	0,1082	0,1233	0,1335	0,1436	0,1688

Lampiran 11

PENENTUAN SIMPANGAN BAKU DAN BATAS KETANGGUHAN KADAR FOSFOR DAN BESI DALAM LARUTAN HASIL DESTRUKSI SAMPEL

I. Penentuan simpangan baku kadar fosfor dan besi

Dengan menggunakan rumus simpangan baku berikut, maka simpangan baku kadar fosfor dan besi dalam larutan sampel dapat ditentukan.

$$SH = \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{n-1}}$$

Tabel 9. Statistik Dasar untuk Perhitungan Simpangan Baku Kadar Fosfor pada sawi hijau dengan pendestruksi H₂SO₄

No.	Kadar P (%)	$ X - \bar{x} $	$ X - \bar{x} ^2$
1	1,09	0,5279	0,27867841
2	0,7859	0,2238	0,05008644
3	0,5588	0,0033	0,00001089
4	0,2712	0,2909	0,08462281
5	0,1046	0,4575	0,20930625
\sum	2,8105		0,6227048
\bar{x}	0,5621		

$$\begin{aligned} SH &= \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,6227048}{4}} = 0,39455823 \end{aligned}$$

Tabel 10. Statistik Dasar untuk Perhitungan Simpangan Baku Kadar

Fosfor pada sawi hijau dengan pendestruksi HN0_3

No.	Kadar P (%)	$ X - \bar{x} $	$ X - \bar{x} ^2$
1	0,9070	0,02116	0,00044775
2	0,8616	0,02424	0,00058758
3	0,9979	0,11206	0,01255744
4	0,8919	0,00606	0,00003672
5	0,7708	0,11504	0,0132342
Σ	4,4292		0,02686369
\bar{x}	0,88584		

$$\begin{aligned}
 \text{SH} &= \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,02686369}{4}} = 0,08195072
 \end{aligned}$$

Tabel 11. Statistik Dasar untuk Perhitungan Simpangan Baku Kadar besi

pada sawi hijau dengan pendestruksi H_2SO_4

No.	Kadar P (%)	$ X - \bar{x} $	$ X - \bar{x} ^2$
1	0,0877	0,02548	0,00064923
2	0,0930	0,02018	0,00040723
3	0,1183	0,00512	0,00002621
4	0,1284	0,01522	0,00023165
5	0,1385	0,02532	0,0006411
Σ	0,5659		0,00195542
\bar{x}	0,11318		

$$\begin{aligned}
 SH &= \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,00195542}{4}} = 0,02211018
 \end{aligned}$$

Tabel 12. Statistik Dasar untuk Perhitungan Simpangan Baku Kadar Besi pada sawi hijau dengan pendestruksi HN0_3

No.	Kadar P (%)	$ X - \bar{x} $	$ X - \bar{x} ^2$
1	0,1082	0,02728	0,0007442
2	0,1233	0,01218	0,00014835
3	0,1335	0,00198	0,00000392
4	0,1436	0,00812	0,00006593
5	0,1688	0,03332	0,00111022
\sum	0,6774		0,00207262
\bar{x}	0,13548		

$$\begin{aligned}
 SH &= \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,00207262}{4}} = 0,02276313
 \end{aligned}$$

II. Penentuan Batas Ketangguhan Kadar Fosfor dan Besi

Batas ketangguhan kadar fosfor dan besi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{S_B}{\sqrt{n-1}}$$

1. Batas ketangguhan kadar fosfor

a) Sampel sawi hijau yang didestruksi dengan H_2SO_4

$$db = n - 1 = 4$$

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{S_B}{\sqrt{n-1}} = 0,5621 \pm \frac{0,3945}{\sqrt{4}} \cdot 4,60 = (0,5621 \pm 0,9073)\%$$

b) Sampel sawi hijau yang didestruksi dengan HNO_3

$$db = n - 1 = 4$$

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{S_B}{\sqrt{n-1}} = 0,88584 \pm \frac{0,0819}{\sqrt{4}} \cdot 4,60 = (0,8858 \pm 0,1884)\%$$

2. Batas Ketangguhan Kadar Besi

a) Sampel sawi hijau yang didestruksi dengan H_2SO_4

$$db = n - 1 = 4$$

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{S_B}{\sqrt{n-1}} = 0,11318 \pm \frac{0,0221}{\sqrt{4}} \cdot 4,60 = (0,11318 \pm 0,0508)\%$$

b) Sampel sawi hijau yang didestruksi dengan HNO_3

$$db = n - 1 = 4$$

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{S_B}{\sqrt{n-1}} = 0,13548 \pm \frac{0,0228}{\sqrt{4}} \cdot 4,60 = (0,13548 \pm 0,0524)\%$$

Lampiran 12

PERHITUNGAN ANAVA-A KADAR FOSFOR DAN BESI PADA SAWI HIJAU DENGAN ASAM SULFAT (H₂SO₄)

1. Hipotesis penelitian

- a. Ha = terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi yang signifikan pada sawi hijau
- b. Ho = tidak terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi yang signifikan pada sawi hijau

2. Hipotesis Penelitian

- a. Ha = salah satu ada yang \neq
- b. Ho = $\mu_A = \mu_B$

3. Tabel 13 statistik dasar yang diperlukan untuk ANAVA-A adalah :

No.	Kadar Sampel		Total
	A	B	
1	1,09	0,0877	
2	0,7859	0,0930	
3	0,5588	0,1183	
4	0,2712	0,1284	
5	0,1046	0,1385	
\bar{X}	0,0,5621	0,11318	
$\sum X$	2,8105	0,5659	3,3764
$\sum X^2$	2,8642	0,0659	2,9301

4. Perhitungan jumlah kuadrat rata-rata

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \sum X_r^2 - \frac{(\sum X_r)^2}{N} \\ &= 2,9301 - \frac{(3,3764)^2}{10} \\ &= 1,7901 \end{aligned}$$

5. Perhitungan jumlah kuadrat antar kelompok

$$\begin{aligned} JK_A &= \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} + \frac{(\sum X_B)^2}{n_B} - \frac{(\sum XT)^2}{N} \\ &= \frac{(2,8105)^2}{5} + \frac{(0,5659)^2}{5} - \frac{(3,3764)^2}{10} \\ &= 1,579 + 0,0640 - 1,1400 \\ &= 0,5038 \end{aligned}$$

6. Perhitungan jumlah kuadrat

$$JK_D = JK_T - JK_A = 1,7901 - 0,5038 = 1,2863$$

7. Derajat kebebasan rata-rata

$$db_T = N - 1 = 10 - 1 = 9$$

8. Derajat kebebasan antar kelompok

$$db_A = \alpha - 1 = 2 - 1 = 1$$

9. Derajat kebebasan dalam kelompok

$$db_D = N - \alpha = 10 - 2 = 8$$

10. Rata-rata jumlah kuadrat antar kelompok

$$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{0,5038}{1} = 0,5038$$

11. Rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok

$$RJK_D = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{0,5038}{8} = 0,062975$$

12. Harga $F_{\text{tabel}} = F_0$

$$F_0 = \frac{RJK_A}{RJK_D} = \frac{0,5038}{0,062975} = 7,999$$

13. Taraf signifikansi (α) = 0,01

$$14. F_{\text{tabel}} = F_{(1-\alpha)(dbA,dbD)}$$

$$= F_{(1-0,01)(1,8)}$$

Dengan menggunakan Tabel F didapat F_{tabel} sebesar 11,26

15. Tabel 14. Ringkasan ANAVA-A

Sumber variasi	Db	JK	RJK	Fo
Antar kelompok (A)	1	0,5038	0,5038	3,13
Dalam kelompok (D)	8	1,2863	0,1608	
Total (T)	9	1,7901	0,6646	

Fo hasil perhitungan ini dibandingkan dengan F_{tabel} (db_A lawan db_D) pada taraf signifikansi % F % (1,8) sebesar 11,26. Diperoleh bahwa $F_o > F_{\text{tabel}}$ berarti terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi pada sawi hijau.

Lampiran 13

PERHITUNGAN ANAVA-A KADAR FOSFOR DAN BESI PADA SAWI HIJAU DENGAN ASAM NITRAT (HNO₃)

1) Hipotesis penelitian

- a. Ha = terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi yang signifikan pada sawi hijau
- b. Ho = tidak terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi yang signifikan pada sawi hijau

2) Hipotesis Penelitian

- c. Ha = salah satu ada yang \neq
- d. Ho = $\mu A = \mu B$

3) Tabel 15 statistik dasar yang diperlukan untuk ANAVA-A adalah :

No.	Kadar Sampel		Total
	A	B	
1	0,9070	0,1082	
2	0,8616	0,1233	
3	0,9979	0,1335	
4	0,8919	0,1436	
5	0,7708	0,1688	
\bar{X}	0,88584	0,13548	
$\sum X$	4,4292	0,6774	5,1066
$\sum X^2$	3,9503	0,0938	4,0441

4) Perhitungan jumlah kuadrat rata-rata

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \sum X_r^2 - \frac{(\sum X_r)^2}{N} \\ &= 4,0441 - \frac{(5,1066)^2}{10} \\ &= 1,4364 \end{aligned}$$

5) Perhitungan jumlah kuadrat antar kelompok

$$\begin{aligned} JK_A &= \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} + \frac{(\sum X_B)^2}{n_B} - \frac{(\sum XT)^2}{N} \\ &= \frac{(4,4292)^2}{5} + \frac{(0,6774)^2}{5} - \frac{(5,1066)^2}{10} \\ &= 3,9236 + 0,0918 - 2,6077 \\ &= 1,4077 \end{aligned}$$

6) Perhitungan jumlah kuadrat

$$JK_D = JK_T - JK_A = 1,4364 - 1,4077 = 0,0287$$

7) Derajat kebebasan rata-rata

$$db_T = N - 1 = 10 - 1 = 9$$

8) Derajat kebebasan antar kelompok

$$db_A = \alpha - 1 = 2 - 1 = 1$$

9) Derajat kebebasan dalam kelompok

$$db_D = N - \alpha = 10 - 2 = 8$$

10) Rata-rata jumlah kuadrat antar kelompok

$$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{1,4077}{1} = 1,4077$$

11) Rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok

$$RJK_D = \frac{JK_D}{Db_D} = \frac{0,0287}{8} = 0,0035875$$

12) Harga F tabel = Fo

$$F_o = \frac{RJK_A}{RJK_D} = \frac{1,4077}{0,0035875} = 392,39$$

13) Taraf signifikansi (α) = 0,01

$$14) F_{\text{tabel}} = F_{(1-\alpha)(db_A, db_D)}$$

$$= F_{(1-0,01)(1,8)}$$

Dengan menggunakan Tabel F didapat F_{tabel} sebesar 11,26

15) Tabel 16. Ringkasan ANAVA-A

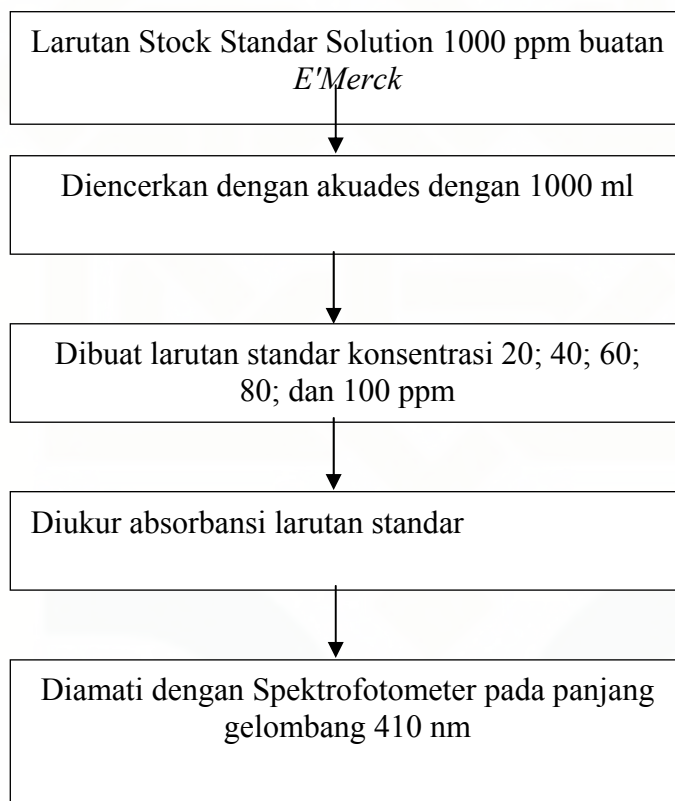
Sumber variasi	Db	JK	RJK	Fo
Antar kelompok (A)	1	1,4077	1,4077	392,39
Dalam kelompok (D)	8	0,0287	0,0035875	
Total (T)	9	1,4364	1,4112875	

Fo hasil perhitungan ini dibandingkan dengan F_{tabel} (db_A lawan db_D) pada taraf signifikansi % F % (1,8) sebesar 11,26. Diperoleh bahwa $F_o > F_{\text{tabel}}$ berarti terdapat perbedaan kadar fosfor dan besi pada sawi hijau.

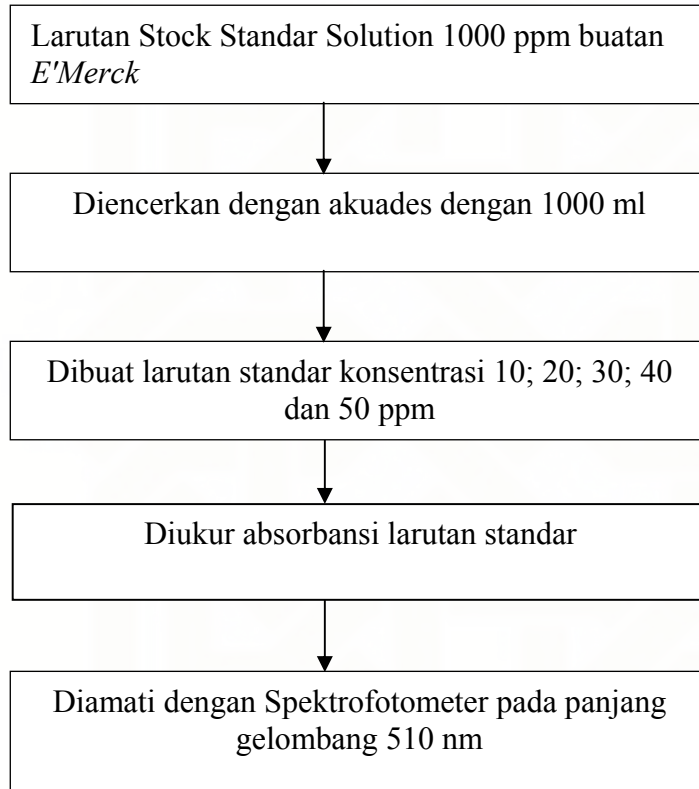
Lampiran 14

PROSEDUR PENELITIAN (DIAGRAM BLOK)

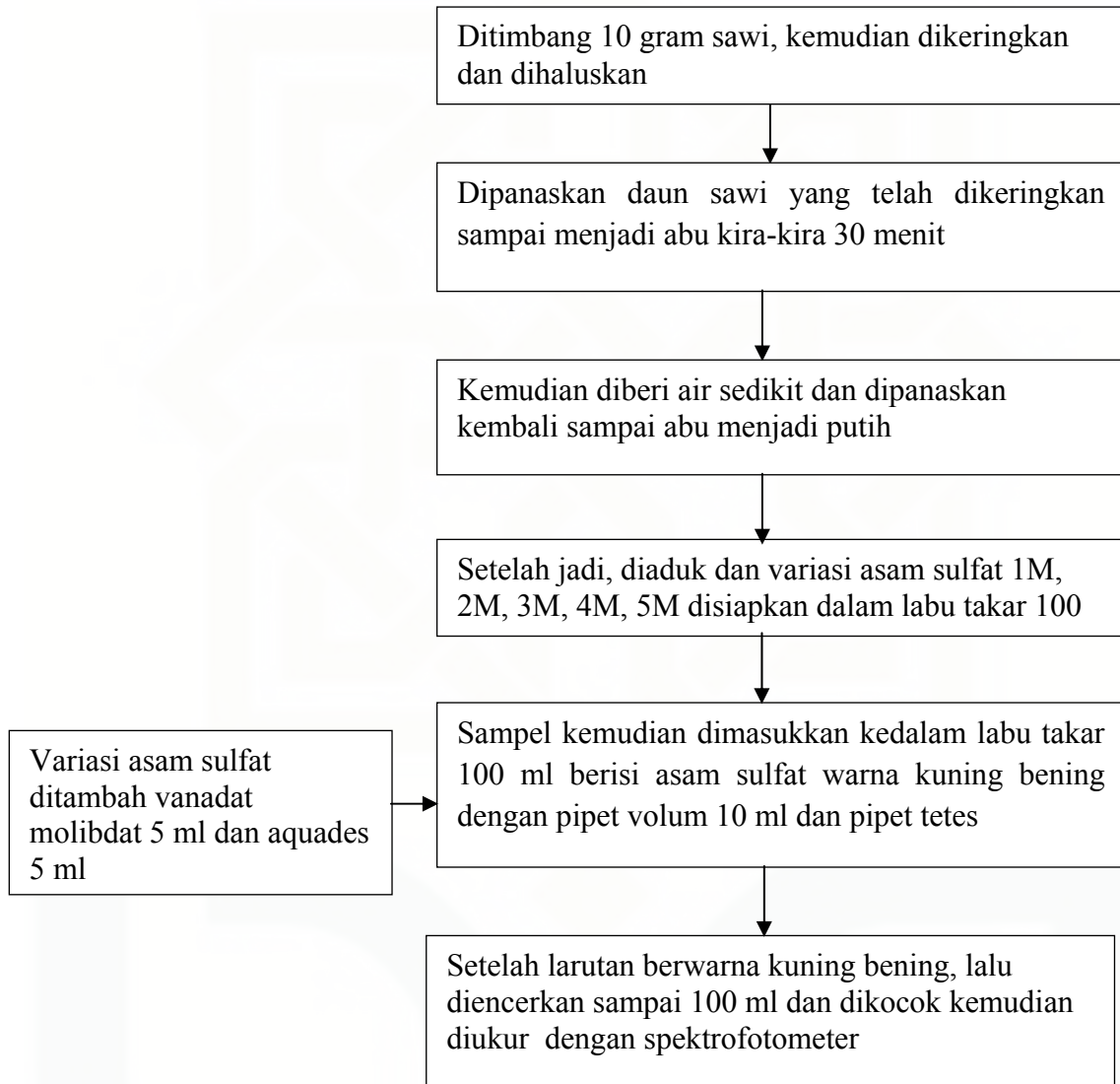
1. Pembuatan Larutan Standar Fosfor



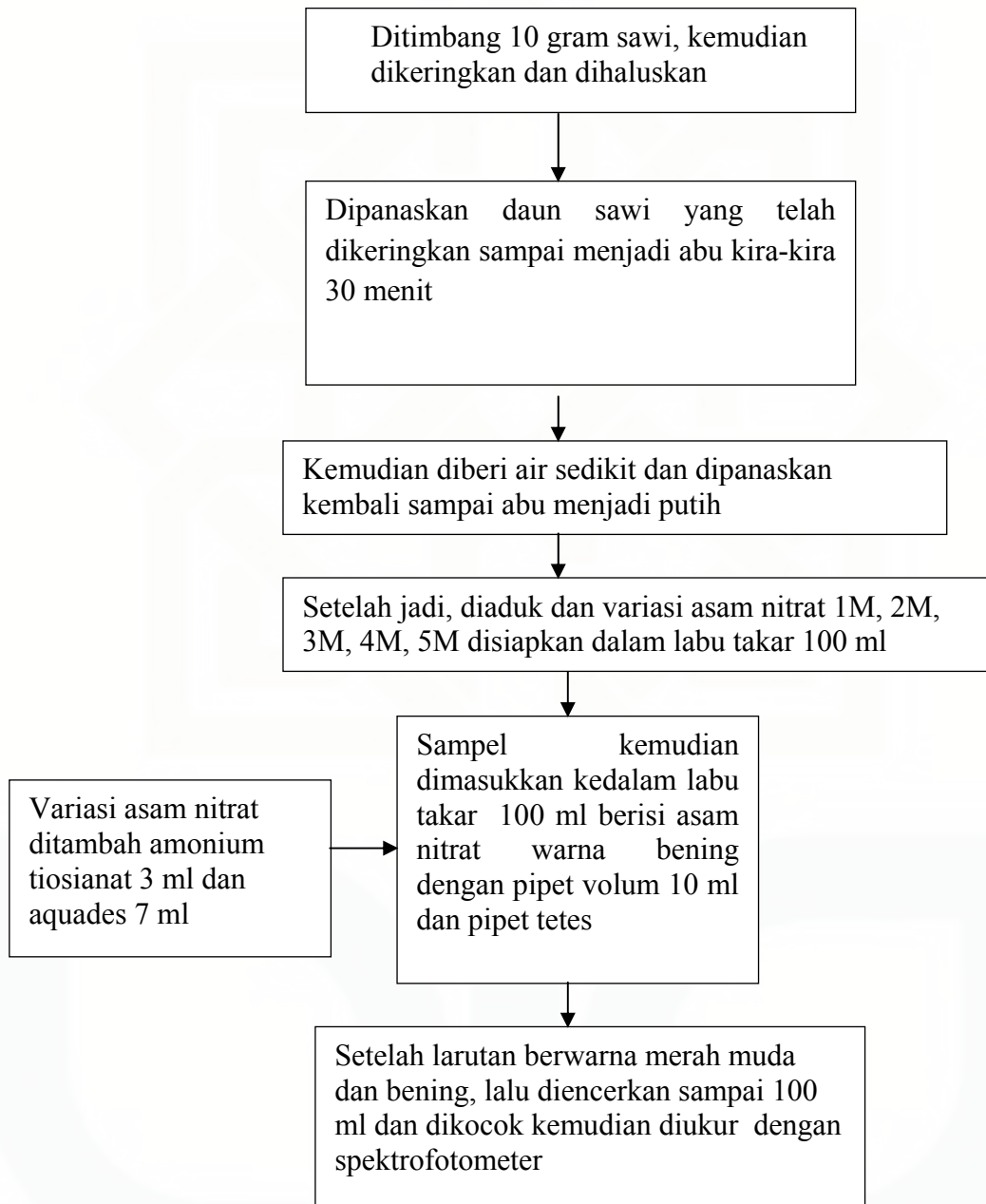
2. Pembuatan Larutan Standar Besi



3. Destruksi Dengan Asam Sulfat



4. Destruksi Dengan Asam Nitrat



Lampiran 15

Tabel 17 Sebaran –t

Nilai t untuk selang kepercayaan Nilai t untuk nilai P Banyaknya derajat kebebasan	90% 0,10	95% 0,05	98% 0,02	99% 0,01
1.	6,31	12,71	31,82	63,66
2.	2,92	4,30	6,96	9,92
3.	2,35	3,18	4,54	5,84
4.	2,13	2,78	3,75	4,60
5.	2,02	2,57	3,36	4,03
6.	1,94	2,45	3,14	3,71
7.	1,89	2,33	3,00	3,50
8.	1,86	2,31	2,90	3,36
9.	1,83	2,26	2,82	3,25
10.	1,81	2,23	2,76	3,17
12.	1,78	2,18	2,68	3,05
14.	1,76	2,14	2,62	2,98
16.	1,75	2,12	2,58	2,92
18.	1,73	2,10	2,55	2,88
20.	1,72	2,09	2,53	2,85
30.	1,70	2,04	2,46	2,75
50.	1,68	2,01	2,40	2,68
∞	1,64	1,96	2,33	2,58