

ISBN: 978-979-16240-0-8

KIMIA ANALITIK I (Kimia Analitik Dasar)

Manihar Situmorang



FMIPA UNIMED

KIMIA ANALITIK I **(Kimia Analitik Dasar)**

Manihar Situmorang

Penerbit:

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Jln. Willem Iskandar, Psr V Medan 20222; Telp (061)

6625970; Fax: (061) 6613319-6614002



Manihar Situmorang

KIMIA ANALITIK-I (Kimia Analitik Dasar) – Cetakan III,
Medan: Penerbit Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan 2012

viii, 274 hlm, 24 cm

ISBN: ISBN: 978-979-16240-0-8

Bibliografi: hal 274

Sampul depan diambil dari: Ilustrasi tumbukan di Large Hadron Collider

<http://sains.kompas.com/read/2012/07/03/18110348/Sinval.Keberadaan.Partikel.Tuhan.Ditemukan>

KIMIA ANALITIK I (Kimia Analitik Dasar)

Manihar Situmorang

Diterbitkan:

Penerbit Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Negeri Medan, Jln. Willem Iskandar, Psr V Medan 20222,
Telp (061) 6625970; Fax. (061) 6613319-6614002

Hak cipta dilindungi undang-undang

**Dilarang mengutip atau memperbanyak dalam bentuk apa pun
tanpa izin tertulis dari Penerbit**

Cetakan III: 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala penyertaan dan kasihNya yang sudah memberikan kesehatan sehingga Buku Kimia Analitik I ini dapat direvisi (Edisi III). Buku ini dipergunakan sebagai penuntun belajar bagi mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Kimia Analitik I atau Kimia Analitik Dasar.

Pengetahuan terhadap kimia analitik sangat diperlukan oleh mahasiswa, karena menyangkut kepada penguasaan dasar analitik. Banyak bidang ilmu yang menggunakan prinsip kimia analitik seperti bidang ilmu MIPA, pertanian, biologi, teknik, kimia lingkungan, geologi, kedokteran, farmasi, dll. Kimia analitik dasar memuat pokok bahasan analisis kualitatif seperti teknik dasar dalam analisis kualitatif, analisis anion, analisis kation, dan analisis kuantitatif meliputi analisis gravimetri dan volumetri atau titrimetri. Pembahasan kesetimbangan asam-basa diberikan sebagai pengayaan agar memahami konsep dasar dalam mempelajari titrimetri, diantaranya titrasi asam basa, titrasi kompleksometri dan titrasi oksidasi-reduksi (redoks). Isi buku ini merupakan kumpulan dari materi kuliah dan contoh-contoh soal yang relevan yang disarikan dari beberapa buku teks sumber untuk memudahkan mahasiswa mempelajari dasar kimia analitik.

Isi buku ini masih jauh dari sempurna dan perlu perbaikan dalam isi maupun cakupannya. Saran dan kritik yang membangun dari pembaca diharapkan sehingga dalam edisi berikutnya dapat tampilan yang lebih komunikatif dan mudah dimengerti oleh pembaca. Kiranya buku ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Medan, 1 September 2012

Penulis,

Manihar Situmorang

DAFTAR ISI	
	<i>Halaman</i>
Kata Pengantar	<i>i</i>
Daftar Isi	<i>ii</i>
Daftar Gambar	<i>viii</i>
Daftar Tabel	<i>xii</i>
Bab I PENGANTAR KIMIA ANALISIS	1
1.1. Pendahuluan	1
1.2. Pembagian Kimia Analitik	3
1.3. Langkah Dalam Analisis Kimia	5
1.3.1. Perencanaan analisis	5
1.3.2. Sampling	6
1.3.3. Perlakuan sampel	7
1.3.4. Mengurangi dan menghilangkan senyawa pengganggu	8
1.3.5. Pemilihan metode analisis	9
1.3.6. Pengukuran target analit di dalam sampel	10
Bab II TEKNIK DASAR DALAM ANALISIS	11
2.1. Pendahuluan	11
2.2. Reaksi pengujian dalam analisis kualitatif	12
2.2.1. Reaksi analisis kering	12
2.2.2. Reaksi analisis basah	19
2.3. Peralatan kimia analitik	20
2.3.1. Timbangan	20
2.3.2. Sentrifusi	22
2.3.3. pH-Meter	22
2.3.4. Lemari asam	26
2.3.5. Peralatan pendukung	26
2.4. Penyajian data analitik	30
2.4.1. Presisi dan akurasi pengukuran	31
2.4.2. Jenis-jenis kesalahan pengukuran	33
2.4.3. Hubungan kesalahan dengan presisi dan akurasi	34
2.4.4. Penyajian kesalahan dalam data analisis	37
2.4.5. Pemilihan data	37
Bab III ANALISIS ANION	39
3.1. Pendahuluan	39
3.2. Reaksi pendahuluan terhadap anion	42

3.3. Reaksi khusus terhadap anion	46
3.3.1. Pengujian anion sulfida (S^{2-})	46
3.3.2. Pengujian anion sulfit (SO_3^{2-})	46
3.3.3. Pengujian anion karbonat (CO_3^{2-})	47
3.3.4. Pengujian anion nitrit (NO_2^-)	47
3.3.5. Pengujian anion iodida (I ⁻), bromida (Br ⁻), klorida (Cl ⁻)	48
3.3.6. Pengujian anion fosfat (PO_4^{3-})	49
3.3.7. Pengujian anion kromat (CrO_4^{2-})	49
3.3.8. Pengujian anion nitrat (NO_3^-)	50
3.3.9. Pengujian anion sulfat (SO_4^{2-})	50
Bab IV ANALISIS KATION	51
4.1. Pendahuluan	51
4.2. Analisis kation golongan I (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+})	54
4.2.1. Langkah pemisahan kation golongan I	55
4.2.2. Pemisahan dan identifikasi ion raksa(I) (Hg_2^{2+})	57
4.2.3. Pemisahan dan identifikasi ion timbal(II) (Pb^{2+})	58
4.2.4. Pemisahan dan identifikasi ion perak(I) (Ag^+)	58
4.3. Analisis kation golongan II (Hg^{2+} , Cu^{2+} , SbO^+ , Sn^{2+} , Sn^{4+})	59
4.3.1. Langkah pemisahan kation golongan II	60
4.3.2. Pemisahan dan identifikasi ion raksa(II) (Hg^{2+})	65
4.3.3. Pemisahan dan identifikasi ion tembaga(II) (Cu^{2+})	66
4.3.4. Pemisahan dan identifikasi ion antimon(III) (Sb^{3+} , SbO^+)	67
4.3.5. Pemisahan dan identifikasi ion timah (Sn^{2+} dan Sn^{4+})	67
4.4. Analisis kation golongan III (Zn^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} atau Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+})	68
4.4.1. Langkah pemisahan Kation golongan III	70
4.4.2. Pemisahan dan identifikasi ion mangan(II) (Mn^{2+})	74
4.4.3. Pemisahan dan identifikasi ion besi (Fe^{2+} atau Fe^{3+})	75
4.4.4. Pemisahan dan identifikasi ion kobalt(II) (Co^{2+})	76
4.4.5. Pemisahan dan identifikasi ion nikel(II) (Ni^{2+})	77
4.4.6. Pemisahan dan identifikasi ion aluminium(III) (Al^{3+})	77
4.4.7. Pemisahan dan identifikasi ion krom(III) (Cr^{3+})	78
4.4.8. Pemisahan dan identifikasi ion seng(II) (Zn^{2+})	79
4.5. Analisis kation golongan IV (Ca^{2+} dan Ba^{2+})	79
4.5.1. Langkah pemisahan kation golongan IV	79
4.6. Analisis kation golongan V (Mg^{2+} , Na^+ , K^+ dan NH_4^+)	82
4.6.1. Langkah pemisahan dan identifikasi kation golongan V	83
4.6.2. Reaksi penting analisis kation golongan V	85

Bab V ANALISIS GRAVIMETRI	87
5.1. Pendahuluan	87
5.2. Mekanisme Pengendapan	88
5.2.1. Nukleasi	88
5.2.2. Pertumbuhan kristal	88
5.2.3. Pembentukan partikel	89
5.3. Pemurnian Kristal	90
5.4. Pembentukan Endapan	91
5.4.1. Jenis endapan	91
5.4.2. Pertumbuhan endapan karena nukleasi	92
5.4.3. Pengendapan koloid	93
5.5. Mengurangi Ketidakmurnian	94
5.6. Pemisahan dan Pencucian Endapan	95
5.7. Mengeringkan Endapan	96
5.8. Menghitung Hasil Endapan	98
5.9. Senyawa Pengendap	100
5.9.1. Senyawa pengendap anorganik	102
5.9.2. Senyawa pengendap organik	104
5.10. Teknik Analisis Gravimetri Khusus	105
5.10.1. Pengendapan homogen	106
5.10.2. Penguapan langsung	107
5.10.3. Penguapan tidak langsung	108
5.11. Aplikasi Gravimetri	108
5.12. Penentuan Secara Gravimetri	111
5.12.1. Penentuan Belerang	111
5.12.2. Penentuan Klorida	116
5.12.3. Penentuan Besi	119
5.12.4. Penentuan Nikel	120
5.12.5. Penentuan Karbon dan Hidrogen	120
Bab VI KESETIMBANGAN ASAM-BASA	122
6.1. Pendahuluan	122
6.2. Definisi Asam-Basa	122
6.3. Ionisasi Air	125
6.4. Ionisasi Asam dan Basa	127
6.4.1. Asam dan basa kuat	128
6.4.2. Asam dan basa lemah	129
6.4.3. Asam poliprotik dan basa poliekivalen	131

6.4.4. Hubungan K_a dan K_b untuk pasangan konyugasi	132
6.5. Menentukan pH	134
6.5.1. Menentukan pH asam dan basa kuat	135
6.5.2. Menentukan pH asam lemah monoprotik	138
6.5.3. Menentukan pH basa lemah monoekivalen	141
6.5.4. Menentukan pH Pasangan Asam-Basa Konyugasi	143
6.6. Larutan Buffer	147
6.6.1. Pengaruh penambahan asam atau basa	149
6.6.2. Kapasitas Buffer	150
6.6.3. Memilih larutan buffer	153
6.6.4. Membuat larutan buffer	154
6.7. Menentukan pH Asam Poliprotik dan Basa Poliekivalen	154
Bab VII. DASAR ANALISIS VOLUMETRI	160
7.1. Pendahuluan	160
7.2. Prinsip Analisis Volumetri	160
7.3. Beberapa Istilah Dalam Titrimetri	161
7.3.1. Larutan standar	161
7.3.2. Cakupan Metode Titrasi	162
7.4. Teknik Menentukan Titik Akhir Titrasi	164
7.4.1. Menggunakan data berdekatan dengan titik akhir titrasi	165
7.4.2. Menggunakan grafik kurva titrasi	166
7.4.3. Penentuan secara visual	168
7.5. Perhitungan Dalam Titrasi	170
7.5.1. Titrasi langsung	170
7.5.2. Titrasi tidak langsung	172
7.5.3. Titrasi balik	175
Bab VIII TITRASI ASAM-BASA	178
8.1. Pendahuluan	178
8.2. Titrasi Asam Kuat dengan Basa Kuat	178
8.3. Titrasi Asam Lemah dengan Basa Kuat	183
8.4. Titrasi Asam Kuat dengan Basa Lemah	188
8.5. Titrasi Campuran Asam atau Basa dengan Kekuatan Berbeda	189
8.6. Indikator Asam-Basa	197
8.7. Penyediaan dan Standarisasi Larutan Standar (Pentiter)	200
8.7.1. Penyediaan Pentiter Basa Natrium Hidroksida	200
8.7.2. Penyediaan Pentiter Asam Klorida	202
8.7.3. Membuat larutan standar primer	203

8.7.4. Membuat larutan standar sekunder	204
Bab IX TITRASI KOMPLEKSOMETRI	206
9.1. Pendahuluan	206
9.2. Pembentukan Senyawa Kompleks	207
9.3. Kegunaan Senyawa Koordinasi	209
9.4. Kompleks EDTA dan Ion Logam	212
9.4.1. Pengaruh pH terhadap komposisi EDTA	213
9.4.2. Pengaruh pengkompleks auksilari terhadap ion logam	215
9.5. Konstanta Pembentukan Kondisional	217
9.6. Titrasi Kompleksometri Menggunakan EDTA	222
9.6.1. Kurva titrasi EDTA	223
9.6.2. Faktor yang mempengaruhi bentuk kurva titrasi	227
9.7. Penentuan Titik Ekuivalen	228
9.8. Indikator Titrasi Kompleksometri	231
9.9. Teknik Titrasi Menggunakan EDTA	231
9.9.1. Standarisasi EDTA	232
9.9.2. Titrasi langsung	233
9.9.3. Titrasi balik	235
9.9.4. Titrasi pertukaran	236
9.9.5. Titrasi tidaklangsung	237
9.10. Senyawa Pelindung (Masking)	237
9.11. Senyawa Pembebas (<i>Demasking</i>)	238
Bab X TITRASI OXIDASI-REDUKSI (REDOKS)	239
10.1. Pendahuluan	239
10.2. Bentuk Kurva Titrasi Redoks	240
10.3. Titrasi Menggunakan Potensial Elektroda	242
10.4. Faktor yang Mempengaruhi Bentuk Kurva Titrasi	250
10.5. Titrasi Campuran	252
10.6. Menentukan Titik Ekuivalen	254
10.7. Perubahan warna menggunakan indikator	254
10.7.1. Indikator redoks nonspesifik	255
10.7.2. Indikator spesifik	258
10.8. Beberapa Larutan Redoks	259
10.9. Penyediaan dan Perlakuan Sampel	260
10.9.1. Senyawa Prereduksi	260
10.9.2. Senyawa Pengoksidasi	262
10.10. Senyawa Pengoksidasi Sebagai Pentiter Dalam Titrasi Redoks	263

10.10.1. Oksidasi menggunakan kalium permanganat	265
10.10.2. Penyediaan larutan dan standarisasi permanganat	265
10.10.3. Aplikasi titrasi permanganat	266
10.11. Senyawa Pereduksi Sebagai Pentiter Dalam Titrasi Redoks	269
10.11.1. Pereduksi menggunakan besi(II)	269
10.11.2. Pereduksi menggunakan iodida	270
10.12. Aplikasi titrasi iodium	271
DAFTAR PUSTAKA	274



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema nyala bunsen untuk pembakaran melalui peniupan: (1) nyala bunsen dalam keadaan normal, (2) nyala bunsen ditiup dengan pipa tepat dipangkal nyala, dan (3) nyala bunsen ditiup dengan pipa agak jauh dari dipangkal nyala	14
Gambar 2.2. Skema nyala bunsen untuk reaksi nyala	15
Gambar 3.1. Skema pengelompokan anion berdasarkan reaksi dengan asam	40
Gambar 3.2. Bagan untuk test pendahuluan pada analisis anion	42
Gambar 3.3. Bagan untuk pengelompokan anion berdasarkan golongan anion I-IV didasarkan pada reaksinya terhadap asam perklorat encer dan ion perak	44
Gambar 4.1. Skema analisis pemisahan kation-kation menjadi beberapa golongan	53
Gambar 4.2. Skema analisis pemisahan kation golongan I	56
Gambar 4.3. Skema analisis pemisahan kation golongan II	62
Gambar 4.4. Skema analisis pemisahan kation golongan III	72
Gambar 4.5. Skema analisis pemisahan kation golongan IV	81
Gambar 4.6. Skema analisis pemisahan dan identifikasi terhadap kation golongan V	84
Gambar 5.1. Partikel koloid perak klorida: (a) di dalam larutan AgNO_3 , (b) di dalam larutan KCl	90
Gambar 5.2. Pengaruh perbandingan supersaturasi terhadap kecepatan nukleasi dan pertumbuhan kristal	93
Gambar 5.3. Instrumen termografimetri (<i>thermobalance</i> TGA Q500 by TA Instruments UK) dilengkapi autosampler dan indikator perubahan berat senyawa berdasarkan suhu pemanasan	97

Gambar 5.4. Kurva termografimetri pemanasan endapan kalsium oksalat menggunakan *thermobalance* yang menunjukkan perubahan senyawa berdasarkan suhu

97

Gambar 5.5. Peralatan gravimetry penentuan karbon dan hidrogen dilengkapi tabung wadah untuk analisa karbon dan hidrogen: (1) tempat sampel, (2) logam perak, (3) penyekat asbestos, (4) katalis campuran tembaga oksida-timbal kromat, (5) timbal dioksida

121

Gambar 6.1. (a) Kurva plot perubahan konsentrasi dengan berubahnya volume titrasi, (b) Kurva titrasi dengan plot antara volume terhadap $-\log [A]$

174

Gambar 6.2. Penentuan titik akhir titrasi terhadap kurva titrasi (bila bentuk kurva titrasi simetri dan menaik tajam) dengan menggunakan metode dua arah (*bisection*) melalui slop maksimum

175

Gambar 6.3. Penentuan titik akhir titrasi terhadap kurva titrasi (bila bentuk kurva titrasi tidak simetri dan naik melandai) dengan menggunakan Metode Konstruksi.

176

Gambar 7.1. (a) Kurva plot perubahan konsentrasi dengan berubahnya volume titrasi, (b) Kurva titrasi dengan plot antara volume terhadap $-\log [A]$.

166

Gambar 7.2. Penentuan titik akhir titrasi terhadap kurva titrasi (bila bentuk kurva titrasi simetri dan menaik tajam) dengan menggunakan metode dua arah (*bisection*) melalui slop maksimum.

167

Gambar 7.3. Penentuan titik akhir titrasi terhadap kurva titrasi (bila bentuk kurva titrasi tidak simetri dan naik melandai) dengan menggunakan Metode Konstruksi.

168

Gambar 7.4. Pembacaan angka meniskus titik akhir titrasi secara visual.

168

Gambar 8.1. Bentuk kurva titrasi untuk NaOH dititrasi dengan HCl pada variasi konsentrasi berturut-turut (•) 0,1 M, (□) 0,01 M, dan (▲) 0,001M.

179

Gambar 8.2. Bentuk kurva titrasi untuk 50 ml 0,020 M KOH dititrasi dengan 0,10 M HBr

181

Gambar 8.3. Bentuk kurva titrasi untuk titrasi 50 ml 0,020 M MES dititrasi dengan 0,10 M NaOH.

187

Gambar 8.4. Bentuk kurva titrasi untuk titrasi 20 ml 0,10 M asam malonat dititrasi dengan 0,10 M HCl

196

Gambar 8.5. Kurva titrasi 100 ml 0,01 M basa ($pK_b = 5,0$) dengan 0,050 M HCl menggunakan indikator bromokresol hijau dan bromokresol ungu

198

Gambar 9.1. Tiga daerah pada kurva titrasi kompleksometri ion logam dengan EDTA

223

Gambar 9.2. Kurva titrasi kompleksometri 50 ml 0,050 M Mg^{2+} yang dititrasi dengan 0,050 M EDTA dalam suasana buffer pada pH 10,0.

225

Gambar 9.3. Kurva titrasi kompleksometri 50 ml Mg^{2+} dititrasi dengan EDTA, masing-masing konsentrasi analit (Mg^{2+}) dan EDTA (Y^{4-}) sama berturut-turut pada (x) 0,001 M, (○) 0,01 M, dan (■) 0,1M, pada pH 10,0

227

Gambar 9.4. Kurva titrasi kompleksometri 50 ml Mg^{2+} dititrasi dengan EDTA pada konsentrasi yang sama tetapi pH larutan berbeda, berturut-turut pada (○) pH 10,0, (■) pH 8,0, dan (Δ) pH 6,0.

228

Gambar 10.1. Disain peralatan elektrokimia untuk titrasi potensiometri Fe^{3+} dengan Ce^{4+} .

241

Gambar 10.2. Bentuk kurva titrasi redoks untuk titrasi 25 ml 0,1 M Fe^{2+} dititrasi dengan 0,1 M Ce^{4+} (Potensial elektroda standar setengah sel untuk $Fe^{3+}/Fe^{2+} = 0,762$ V; dan untuk untuk $Ce^{4+}/Ce^{2+} = 1,70$ V.

248

Gambar 10.3. Curva titrasi 25 ml 0,10 M Sn^{2+} dititrasi dengan pengoksidasi yang mempunyai potensial

elektroda standar berbeda sebesar

$$E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} = 0,15 \text{ V}$$

251

Gambar 10.4. Bentuk kurva titrasi 25 ml 0,10 M Fe^{2+} dititrasi dengan 0,020 M MnO_4^- pada konsentrasi ion hidrogen berbeda 0,01M – 1,0 M

252

Gambar 10.5. Curva titrasi 25 ml 0,10 M Sn^{2+} dan 0,10 M Fe^{2+} dititrasi dengan 0,040 M KMnO_4 . Konsentrasi ion hidrogen dijaga tetap 1,0 M

254

Gambar 10.6. Reduktor logam yang dikenal dengan nama Reduktor Jones

262



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Warna nyala beberapa logam atau oksida logam pada test nyala menggunakan kawat platina dan kawat kobalt	16
Tabel 2.2. Perubahan warna beberapa senyawa logam dalam analisis menggunakan test fosfat	18
Tabel 2.3. Hasil pengukuran Pb di dalam sampel secara gravimetri	32
Tabel 2.4. Contoh toleransi timbangan dan gelas ukur (Berdasarkan Data ASTM Standard Specification E617-78 dan E694-79)	36
Tabel 2.5. Critical values of Q ($P=0,05$)	38
Tabel 3.1. Pengelompokan anion berdasarkan Golongan Anion A dan Golongan Anion B	41
Tabel 3.2. Nama senyawa anion pengoksidasi dan pereduksi	43
Tabel 3.3. Sifat-sifat anion berdasarkan reaksi dengan asam sulfat pekat	45
Tabel 4.1. Warna ion kompleks kation golongan III yang dapat dipergunakan sebagai identifikasi	69
Tabel 5.1. Senyawa pengendap anorganik yang dapat dipergunakan secara selektif mengendapkan ion target dalam penentuan gravimetri	103
Tabel 5.2. Senyawa pengendap organik yang dipergunakan secara selektif pada penentuan gravimetri	104
Tabel 5.3. Senyawa kimia (larutan) yang dapat dipergunakan sebagai pengendap homongen	107
Tabel 6.1. Beberapa jenis asam kuat dan basa kuat	127
Tabel 6.2. Beberapa senyawa buffer yang sering dipergunakan	153

Tabel 7.1. Perubahan pA larutan oleh perubahan konsentrasi analit [A] (M) pada saat dititrasi dengan pentiter (T, ml)	165
Tabel 8.1. Perhitungan titrasi dan perhitungan pH titrasi 50 ml 0,020M KOH dititrasi dengan 0,10M HBr	181
Tabel 8.2. Data titrasi dan perhitungan pH untuk titrasi 50 ml 0,020 M MES dititrasi dengan 0,10 M NaOH	186
Tabel 8.3. Data titrasi untuk titrasi 20 ml 0,10 M asam malonat dititrasi dengan 0,10 M HCl	195
Tabel 8.4. Konstanta pembentukan untuk kompleks logam-EDTA (MY)	199
Tabel 9.1. Beberapa ligan monodentat sebagai donor yang dipergunakan dalam titrasi kompleksometri	208
Tabel 9.2. Beberapa contoh ligan polidentat yang dapat dipergunakan dalam titrasi kompleksometri	209
Tabel 9.3. Besar $\alpha_{Y^{4-}}$ untuk EDTA pada pH berbeda	214
Tabel 9.4. Konstanta pembentukan untuk kompleks logam-EDTA (MY)	219
Tabel 9.5. Beberapa indikator yang dapat dipergunakan dalam titrasi kompleksometri	230
Tabel 10.1. Berbagai jenis senyawa indikator redoks yang dapat digunakan dalam titrasi redoks	256
Tabel 10.2. Beberapa senyawa pengoksidasi dan pereduksi yang digunakan dalam titrasi redoks.	259
Tabel 10.3. Reaksi yang terjadi dengan pereduksi logam	261
Tabel 10.4. Aplikasi titrasi permanganat untuk beberapa jenis analit	264
Tabel 10.5. Aplikasi titrasi iodometri untuk penentuan analit	270