

**Studi keberhasilan belajar larutan asam dan basa ditinjau dari
kemampuan awal dan kemampuan konseptual siswa kelas 2
semester II smu negeri 4 Surakarta
tahun pelajaran 2002/2003**



SKRIPSI

Oleh :

Afri Nur Cahyanti
K 3398017

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2006

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

	Halama n
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN ABSTRAK	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
	Halama n
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
A. Tempat dan Waktu Penelitian	44
B. Metode Penelitian	
..	44

C. Populasi dan Sampel	
.....	44
1. Populasi	
.....	
.....	44
2. Sampel	
.....	
.....	44
D. Teknik Pengumpulan Data	
.....	44
1. Variabel Penelitian	
.....	44
2. Instrumen Penelitian	
.....	45
3. Uji Coba Instrumen	
.....	46
E. Teknik Analisis Data	
.....	50
1. Uji Prasyarat Analisis	
.....	50

2.Menghitung Koefisien Korelasi rij	52
.....	
3.Menghitung Koefisien Jalur (pij)	53
.....	
4.Pengujian Koefisien Jalur	55
.....	
5.Efek Langsung dan Tidak Langsung	56
.....	
BAB IV HASIL PENELITIAN	57
A.Deskripsi Data	
.....	
.....	57
B.Pengujian Prasyarat Analisis	
.....	
...	60
C.Pengujian Hipotesis	
.....	
.....	61
D.Pembahasan Hasil Analisis Data	
.....	62
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	67

A. Kesimpulan

.....
..... **67**

B. Implikasi

.....
..... **67**

C. Saran

.....
..... **68**

DAFTAR PUSTAKA

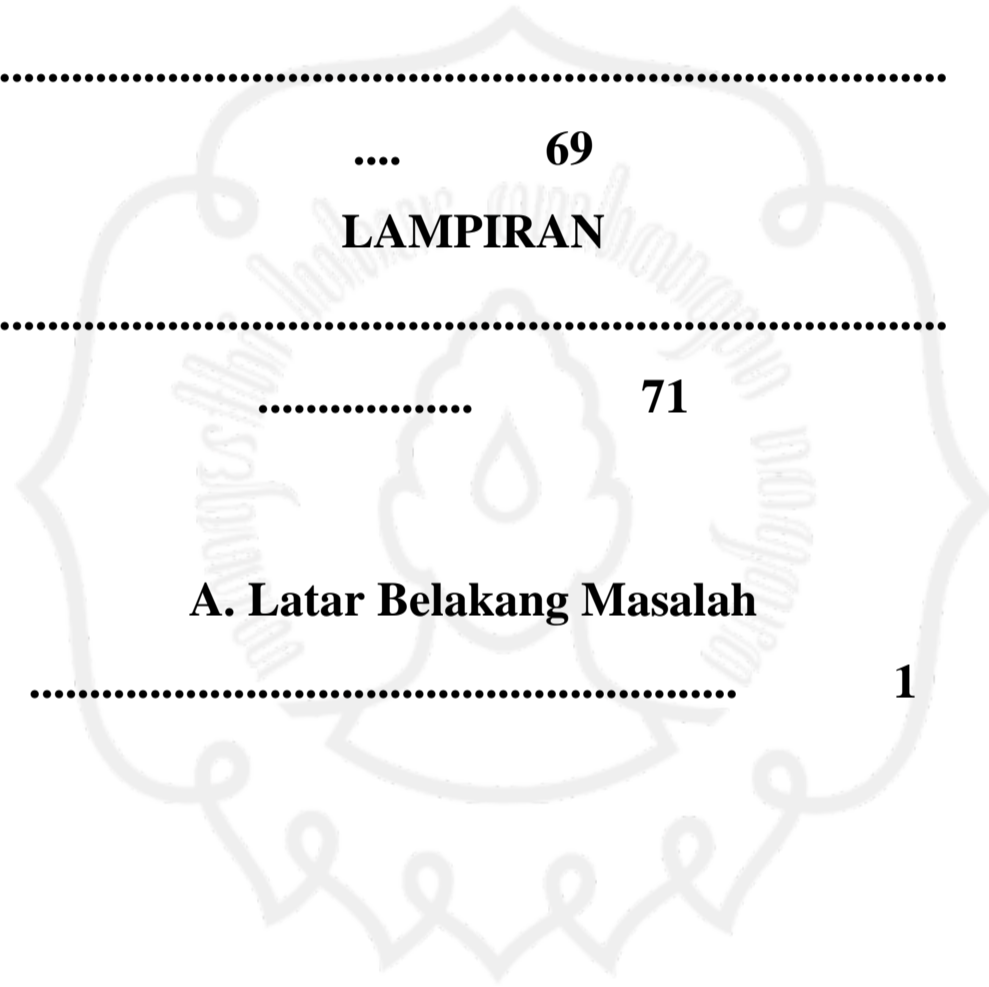
.....
.... **69**

LAMPIRAN

.....
..... **71**

A. Latar Belakang Masalah

..... **1**



B. Identifikasi

Masalah.....
... 4

C. Pembatasan Masalah

.....
4

D. Perumusan Masalah

.....
5

E. Tujuan Penelitian

.....
5

F. Manfaat Penelitian

.....
5

BAB II LANDASAN TEORI 6

A. Tinjauan Pustaka

.....
6

1.	Penelitian Hubungan Kausal	P 6
2.	Pengaruh Belajar Siswa	K 7
3.	Belajar	B 9
4.	Kemampuan Awal Materi Larutan Asam Basa	K 10
5.	Kemampuan Konseptual Materi Larutan Asam Basa	K 17

B. Kerangka Pemikiran

C. Hipotesis

.....
.... 43

A. Latar Belakang Masalah

..... 1

B. Identifikasi

Masalah.....
... 4

C. Pembatasan Masalah

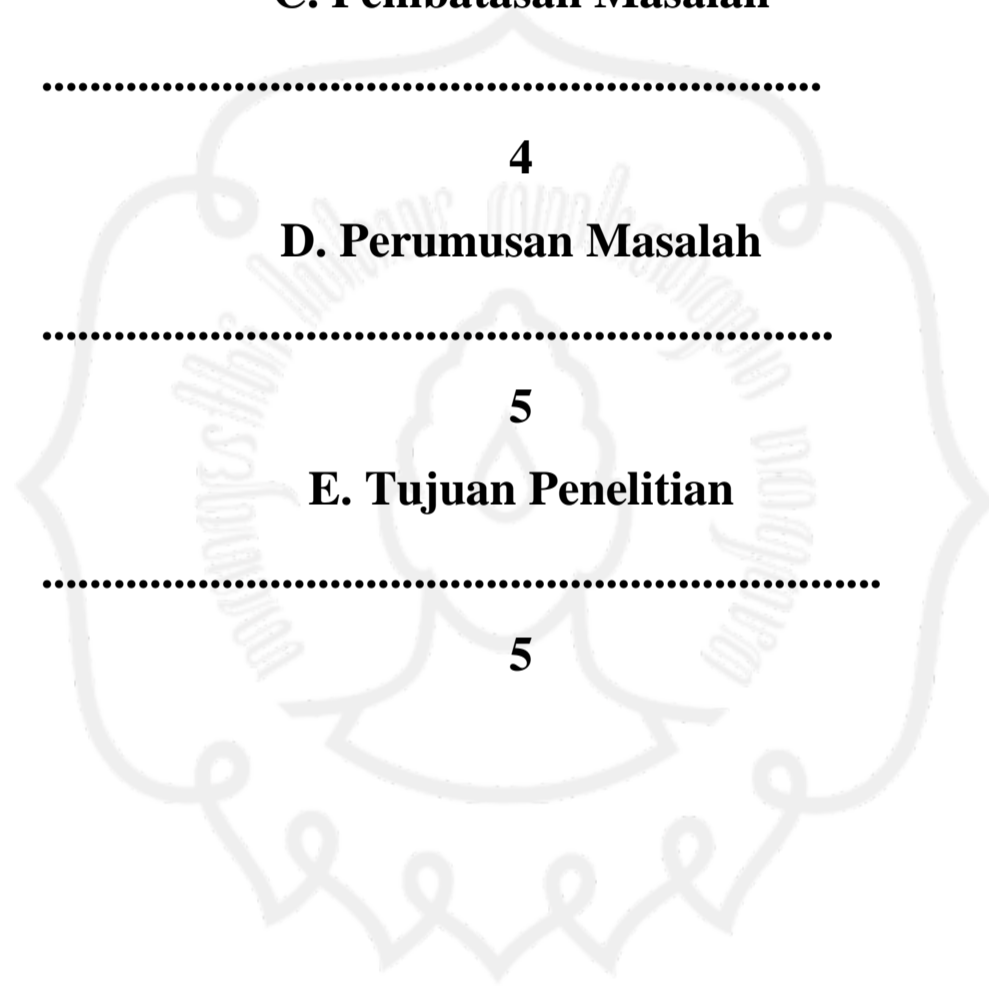
.....
4

D. Perumusan Masalah

.....
5

E. Tujuan Penelitian

.....
5



F. Manfaat Penelitian

.....
5

BAB II LANDASAN TEORI 6

A. Tinjauan Pustaka

.....
6

6. **Penelitian Hubungan Kausal** **P**

..... 6

7. **Pengaruh Belajar Siswa** **K**

..... 7

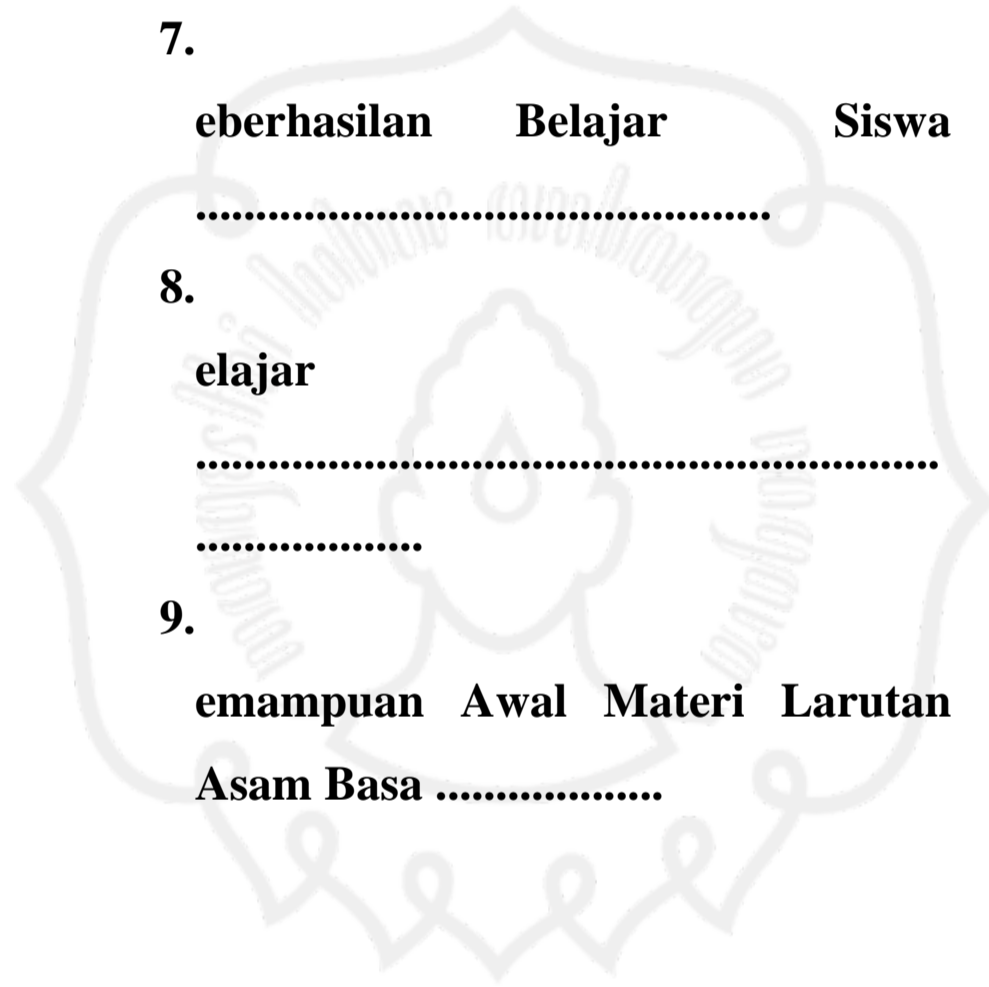
8. **Belajar** **B**

.....

..... 9

9. **Kemampuan Awal Materi Larutan Asam Basa** **K**

..... 10



10.	K
emampuan Konseptual Materi	
Larutan Asam Basa	17

B. Kerangka Pemikiran

.....

42

C. Hipotesis

.....

.... **43**

**STUDI KEBERHASILAN BELAJAR LARUTAN ASAM DAN BASA
DITINJAU DARI KEMAMPUAN AWAL DAN KEMAMPUAN
KONSEPTUAL SISWA KELAS 2 SEMESTER II
SMU NEGERI 4 SURAKARTA
TAHUN PELAJARAN 2002/2003**

Oleh :

Afri Nur Cahyanti
K 3398017

Skripsi

Ditulis dan diajukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan

Program Pendidikan Kimia Jurusan P.MIPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2006

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya hubungan kausal antara : (1) kemampuan awal dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa, (2) kemampuan konseptual dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa, (3) kemampuan awal dengan kemampuan konseptual larutan asam dan basa.

Sejalan dengan tujuan penelitian tersebut, maka penelitian ini menggunakan metode kausal korelasional, yaitu mengkaji hubungan kausal antara kemampuan awal, kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa. Populasi penelitian adalah siswa kelas 2 SMUN 4 Surakarta tahun pelajaran 2002/2003. Penentuan sampel menggunakan teknik random sampling dengan undian kelas dan dari populasi berjumlah 9 kelas diperoleh sampel kelas yang terdiri 37 orang. Teknik pengumpulan data adalah dengan tes. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah analisis jalur.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada hubungan kausal antara

- 1) kemampuan awal dengan keberhasilan belajar dengan koefisien jalur $P_{31} = 0,245$
- 2) kemampuan konseptual dengan keberhasilan belajar dengan koefisien jalur $P_{32} = 0,368$
- 3) kemampuan awal dengan kemampuan konseptual dengan koefisien jalur $P_{21} = 0,373$

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, karya ini kupersembahkan untuk :

- 1. Bapak dan Ibu (untuk cinta dan doa yang tak terbatas yang terus mengalir seperti sungai)*
- 2. Mas Seno dan Era 'nandut' (untuk cinta, semangat dan dukungan yang tiada henti)*
- 3. Sahabatku Rosse, Wahyu, Erwan (dukungan dan semangat kalian membuat aku bangkit lagi)*

HALAMAN PENGESAHAN

**Skripsi ini Telah Dipertahankan di hadapan
Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu
Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta dan
diterima untuk memenuhi persyaratan dalam
mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan.**

Pada hari : Jumat
Tanggal : 28 April 2006

Tim Penguji Skripsi :

Nama Terang

Tanda Tangan

Ketua : Dra. Hj. Kus Sri Martini, M.Si

.....

Sekretaris

: Endang

Susilowati, S.Si. M.Si

.....

Anggota I : Dr. H. Ashadi

.....

Anggota II : Drs.

Sulistyo Saputro, M.Si.

.....

Disahkan oleh
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret
Dekan,

Drs. H. Trisno Martono, M.M.

NIP. 130 529 720

MOTTO

“Aku adalah diriku. Aku tidak dapat melakukan banyak hal, namun aku mampu melakukan sesuatu. Aku tidak akan menolak untuk melakukan sesuatu yang sanggup aku lakukan”

(Hellen Keller)

“Kesuksesan tidak pernah berakhir, kegagalan tidak pernah menghancurkan, yang terpenting adalah keberanian untuk mencoba”

(Winston Churchil)

“Engkau dapat menyelesaikan banyak hal dalam satu jam dengan Tuhan daripada hanya seumur hidup tanpa diriNya”

(Penulis)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Studi Keberhasilan Belajar Larutan Asam dan Basa Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Kemampuan Konseptual Siswa Kelas 2 Semester II SMU Negeri 4 Surakarta Tahun Pelajaran 2002/2003” dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak bantuan dari berbagai pihak yang diberikan kepada penulis. Untuk itu atas segala bentuk bantuannya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1. Bapak Drs. Trisno Martono, M.M., selaku Dekan FKIP UNS yang telah memberikan ijin penelitian.**
- 2. Ibu Dra. Sri Dwiastuti, M.Si, selaku Ketua Program yang telah memberikan ijin penelitian.**
- 3. Ibu Dra. Kus Sri Martini, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan ijin penelitian.**
- 4. Bapak Dr. H. Ashadi, selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.**
- 5. Bapak Drs. Sulistyو Saputro, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.**
- 6. Bapak Drs. Soedjinto SF, M.M, selaku Kepala Sekolah SMU Negeri 4 Surakarta yang telah memberikan ijin penelitian.**
- 7. Bapak Yohanes Sutopo, S.Pd, selaku guru kimia SMU Negeri 4 Surakarta yang telah memberikan ijin penelitian dan membantu terselesaikannya skripsi ini.**

8. Rekan-rekan Kimia 1998 dan semua pihak yang dengan tulus telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Semoga amal kebaikan semua pihak mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan di masa datang. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan.

**Surakarta,
April 2006**

Penulis

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Hasil Kali Ion Air pada Berbagai Suhu	27
Tabel 2. Tetapan Pengionan Asam-asam dalam Larutan Air 25°C	29

Tabel 3.	Tetapan Pengionan Basa dalam Larutan Air 25°C	33
Tabel 4.	Hubungan antara pH dengan pOH pada 25°C.....	34
Tabel 5.	Trayek Perubahan Warna Beberapa Indikator Asam Basa	35
Tabel 6.	Sebaran Frekuensi Nilai Kemampuan Awal	57
Tabel 7.	Sebaran Frekuensi Nilai Kemampuan Konseptual	58
Tabel 8.	Sebaran Frekuensi Nilai Keberhasilan Belajar	59
Tabel 9.	Rangkuman Hasil Uji Normalitas	60
Tabel 10.	Rangkuman Uji Linearitas	60
Tabel 11.	Rangkuman Uji Keberartian Regresi	61

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman	
Lampiran 1.	Tujuan Pembelajaran Khusus Kemampuan Awal	71
Lampiran 2.	Kisi-kisi Instrumen Kemampuan Awal	72
Lampiran 3.	Soal Kemampuan Awal	73
Lampiran 4.	Tujuan Pembelajaran Khusus Kemampuan Konseptual	78
Lampiran 5.	Kisi-kisi Instrumen Kemampuan Konseptual	79
Lampiran 6.	Soal Kemampuan Konseptual	80
Lampiran 7.	Tujuan Pembelajaran Khusus Keberhasilan Belajar Larutan Asam dan Basa	86
Lampiran 8.	Kisi-kisi Instrumen Keberhasilan Belajar	88
Lampiran 9.	Soal Keberhasilan Belajar Larutan Asam dan Basa	89
Lampiran 10.	Kunci Jawaban	96
Lampiran 11.	Uji Validitas, Reliabilitas, Taraf Kesukaran, Daya Pembeda Soal Kemampuan Awal Pokok Bahasan Larutan Asam dan Basa	98
Lampiran 12.	Uji Validitas, Reliabilitas, Taraf Kesukaran, Daya Pembeda Soal Kemampuan Konseptual Pokok Bahasan Larutan Asam dan Basa	102

Lampiran 13. Uji Validitas, Reliabilitas, Taraf Kesukaran, Daya Pembeda Soal Keberhasilan Belajar Pokok Bahasan Larutan Asam dan Basa	105
Lampiran 14. Data Induk Penelitian	107
Lampiran 15. Uji Normalitas	111
Lampiran 16. Uji Regresi Linear	114
Lampiran 17. Uji Hipotesis	117
Lampiran 18. Tabel Statistik	121
Lampiran 19. Tabel Nilai <i>Product Moment</i>	125

PERIJINAN

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Kurva Titrasi Asam Kuat dengan Basa Kuat	39
Gambar 2. Kurva Titrasi Asam Lemah dengan Basa Kuat.....	40
Gambar 3. Kurva Titrasi Basa Lemah dengan Asam Lemah	41
Gambar 4. Skema Kerangka Pemikiran	42
Gambar 5.	Diagram Analisis Jalur
Gambar 6. Histogram Kemampuan Awal (X_1)	58
Gambar 7. Histogram Kemampuan Konseptual (X_2)	59
Gambar 8. Histogram Keberhasilan Belajar Larutan Asam Basa	60

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Belajar dalam ilmu kimia merupakan suatu proses yang kompleks, sebab siswa tidak hanya sekedar menerima dan menyerap informasi yang

diberikan guru, tetapi melibatkan diri dalam proses untuk mendapatkan ilmu itu sendiri. Ilmu kimia termasuk ilmu pengetahuan eksak yang mengutamakan produk, proses dan sikap.

Ilmu Kimia merupakan bagian dari IPA. Tujuan pengajaran kimia itu sendiri adalah untuk memperoleh fakta, kemampuan mengenal, memecahkan masalah, mempunyai keterampilan dalam penggunaan laboratorium serta mempunyai sikap ilmiah yang dapat ditampilkan dalam kehidupan sehari-hari.

Ilmu kimia mempelajari sifat, struktur, transformasi, dinamika dan energetika zat yang dipelajari melalui kegiatan yang melibatkan keterampilan dan penalaran. Pengajaran ilmu kimia perlu dikaitkan dengan kehidupan nyata, seperti dalam bidang IPTEK, pertanian, kesehatan, industri, dan lingkungan kehidupan sehari-hari (Depdikbud, 1994 : 1).

Pada umumnya para siswa menganggap bahwa ilmu eksakta merupakan ilmu yang sulit karena

banyak melibatkan perhitungan. Ilmu kimia sebagai bagian dari ilmu eksakta juga dirasakan sulit, karena selain melibatkan perhitungan juga melibatkan materi yang tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, misalnya : molekul, ion dan elektron. Untuk itu perlu diusahakan cara untuk mengatasi kesulitan tersebut antara lain dengan menggunakan metode dan strategi belajar mengajar yang tepat, menggunakan media yang sesuai, dan kelengkapan sarana dan prasarana yang memadai. Dengan berbagai usaha perbaikan tersebut diharapkan kesulitan yang dirasakan oleh para siswa dapat teratasi sehingga prestasi belajar kimianya meningkat.

Dalam teori belajar bermakna yang dikemukakan oleh Ausubel dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 112), belajar bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Peristiwa psikologi tentang belajar bermakna menyangkut

asimilasi informasi baru pada pengetahuan yang telah ada dalam struktur kognitif seseorang.

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi belajar bermakna menurut Ausubel dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 116), ialah struktur kognitif yang ada, stabilitas dan kejelasan pengetahuan dalam suatu bidang tertentu dan pada waktu tertentu. Sifat-sifat struktur kognitif menentukan validitas dan kejelasan arti-arti yang timbul waktu informasi baru masuk ke dalam struktur kognitif itu, demikian pula sifat proses interaksi yang terjadi. Jika struktur kognitif itu stabil, jelas, dan diatur dengan baik maka arti-arti yang sah dan jelas atau tidak meragukan akan timbul, dan cenderung bertahan. Tetapi sebaliknya jika struktur kognitif itu tidak stabil, meragukan dan tidak teratur, maka struktur kognitif itu cenderung menghambat belajar.

Prasyarat-prasyarat dari belajar bermakna adalah sebagai berikut :

- 1. Materi yang akan dipelajari harus bermakna secara potensial.**

2. Anak yang akan belajar atau siswa harus bertujuan untuk melaksanakan belajar bermakna.

Untuk melaksanakan teori Ausubel dalam mengajar perlu diperhatikan inti teori belajar dari Ausubel ini yang menyatakan “Faktor yang paling penting yang mempengaruhi belajar ialah apa yang telah diketahui siswa”. Jadi agar terjadi belajar bermakna, konsep baru atau informasi baru harus dikaitkan dengan konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitif siswa.

Belajar merupakan suatu proses berkesinambungan untuk membentuk konsep-konsep baru atau pengalaman baru berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang baru, yang memerlukan pengetahuan materi yang telah dipelajari pada waktu sebelumnya. Dalam mempelajari kimia kemampuan untuk mengkaji konsep kimia yang ada sangatlah penting, sebab dalam kimia terkandung banyak konsep yang saling terkait satu dengan yang lainnya. Kenyataan menunjukkan bahwa pokok bahasan dalam

pelajaran kimia, pada umumnya saling berkaitan atau berhubungan sehingga pemahaman dan penguasaan terhadap materi yang telah diterima akan menjadi bekal dan pengalaman yang ikut menentukan keberhasilan belajar siswa pada materi berikutnya yang berhubungan. Oleh karena itu dalam mempelajari larutan asam dan basa perlu untuk mengkaji konsep-konsep yang ada, sebab dalam materi larutan asam dan basa banyak terkandung konsep yang saling terkait satu sama lain.

Untuk mempelajari larutan asam dan basa diperlukan suatu kemampuan awal yang mendukung dikuasainya materi tersebut. Hal ini disebabkan karena materi larutan asam dan basa berkaitan dengan persamaan reaksi, stoikiometri, kesetimbangan kimia, serta larutan elektrolit dan nonelektrolit yang akan mempengaruhi prestasi yang diperoleh siswa. Pentingnya kemampuan awal bagi keberhasilan belajar siswa, maka sebelum siswa mulai mempelajari tugas-tugas untuk hari-hari

berikutnya, dia harus mengulangi kembali pelajaran-pelajaran yang lampau yang ada hubungannya dengan bahan pelajaran yang akan dipelajarinya. Selain itu hal inipun akan mempengaruhi kemampuan konseptual dari materi larutan asam dan basa.

Keberhasilan siswa dalam belajar kimia dipengaruhi pula oleh kemampuan konseptual. Hal ini sesuai dengan pendapat Ausubel dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 117) bahwa “Faktor yang paling penting dalam mempengaruhi belajar ialah apa yang telah diketahui siswa. Konsep baru atau informasi baru harus dikaitkan dengan konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitif”. Jadi, sebelum siswa mempelajari suatu materi, konsep-konsep yang relevan harus sudah ada dalam struktur kognitif siswa, dengan kata lain konsep-konsep sebelumnya yang relevan harus telah dipahami dan dikuasai sehingga siswa tidak akan mengalami kesulitan dalam menerima materi baru. Hal ini dikarenakan materi dalam ilmu eksakta termasuk kimia

materinya tersusun secara terstruktur artinya materi pelajaran yang disusun untuk kelas di bawah merupakan dasar untuk mempelajari materi-materi pelajaran yang berada di atasnya.

Penelitian yang mengkaji tentang hubungan kemampuan awal dan kemampuan konsep juga dilakukan oleh Rosse Meilina (2002). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antara kemampuan awal dan penguasaan konsep terhadap prestasi belajar pada mahasiswa jurusan P.MIPA FKIP UNS Surakarta tahun akademik 2001/2002. Dari penelitian tersebut didapat hasil bahwa ada hubungan kausal antara kemampuan awal dengan prestasi belajar Kimia Dasar II Pokok Bahasan Larutan Penyangga dan Hidrolisis, hubungan kausal antara penguasaan konsep dengan prestasi belajar, dan hubungan kausal antara kemampuan awal dengan penguasaan konsep. Dari hasil penelitian tersebut maka perlu dilakukan penelitian lain tentang hubungan antara kemampuan awal dan kemampuan konsep terhadap

prestasi belajar. Penelitian tersebut dilakukan pada jenjang tingkat pendidikan yang lebih rendah yaitu di tingkat sekolah menengah atas dan dengan materi pelajaran yang berbeda.

Mengingat hal-hal tersebut diatas maka perlu untuk meneliti hubungan kausal antara kemampuan awal dan kemampuan konseptual terhadap keberhasilan belajar larutan asam dan basa .

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka timbul berbagai masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

Bagaimana cara penyampaian materi larutan asam dan basa yang tepat sehingga dapat memperoleh hasil belajar yang optimal

Apakah kemampuan awal yang dimiliki siswa mempengaruhi keberhasilan belajar larutan asam dan basa

Apakah kemampuan konseptual yang dimiliki siswa mempengaruhi keberhasilan belajar larutan asam dan basa

Bagaimana hubungan antara kemampuan awal dan kemampuan konseptual larutan asam dan basa

C. Pembatasan Masalah

1. Obyek Penelitian

Sehubungan dengan luasnya permasalahan yang muncul dari topik kajian (penelitian) yang dilakukan, maka masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini hanyalah yang bersumber pada pembuktian ada atau tidaknya hubungan kausal antara kemampuan awal dan kemampuan konseptual terhadap keberhasilan belajar larutan asam dan basa. Dalam penelitian ini kemampuan awal berisi tentang persamaan reaksi, stoikiometri (terutama konsep mol dan kemolaran), kesetimbangan kimia, dan larutan elektrolit dan non elektrolit sedangkan kemampuan konseptual yang dimaksudkan adalah teori asam basa, kekuatan asam basa, derajat keasaman (pH), dan stoikiometri larutan (asam basa). Hal ini dilakukan agar memperoleh suatu kedalaman untuk pengkajian pemecahan masalah dan agar penelitian dapat terarah dan terfokus pada masalah yang diteliti.

2. Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah siswa kelas 2 SMU Negeri 4 Surakarta tahun pelajaran 2002/2003.

D. Perumusan Masalah

Adapun masalah-masalah yang timbul dari penelitian ini adalah adakah hubungan kausal antara :

1. kemampuan awal terhadap keberhasilan belajar larutan asam dan basa
2. kemampuan konseptual terhadap keberhasilan belajar larutan asam dan basa
3. kemampuan awal terhadap kemampuan konseptual larutan asam dan basa

E. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan masalah yang dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan kausal antara :

1. kemampuan awal dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.
2. kemampuan konseptual dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.
3. kemampuan awal dan kemampuan konseptual larutan asam dan basa.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan :

1. gambaran tentang hubungan kausal antara kemampuan awal dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.
2. gambaran hubungan kausal antara kemampuan konseptual dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.

3. informasi yang berguna bagi guru mata pelajaran kimia, agar dalam proses belajar mengajar memperhatikan kemampuan awal dan kemampuan konsep siswa.

BAB II

LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Penelitian Hubungan Kausal

Pengertian hubungan kausal adalah jaringan yang terwujud karena interaksi antara satuan yang satu sebagai penyebab dan satuan yang lain sebagai akibat sehingga dapat disederhanakan lagi, hubungan kausal adalah hubungan yang bersifat sebab akibat. Untuk mencari jenis hubungan tersebut dalam bukunya Nana Sudjana (1995 : 77) dikenal adanya jenis penelitian korelasional, dimana studi korelasional digunakan untuk mempelajari hubungan dua variabel atau lebih, yaitu sejauh mana variansi dalam satu variabel berhubungan dengan variansi lain berdasarkan koefisien korelasi. Adapun fungsi dari koefisien korelasi adalah untuk menyatakan derajat hubungan sejumlah variabel. Berdasarkan adanya korelasi tersebut Sudjana (2001

: 293) menyatakan bahwa dapat diketahui seberapa kuat keterkaitan yang ada antara variabel yang satu dengan yang lain melalui jalur-jalur hubungan diantara variabel tersebut dengan tidak menyatakan atau menyimpulkan bahwa terjadi kausal diantara variabel-variabel tersebut tanpa informasi tambahan yang dapat diandalkan.

Dalam penelitian hubungan kausal, Sudjana (2001 : 293) menyebutkan bahwa hubungan kausal tidak digunakan untuk menemukan penyebab-penyebab, melainkan merupakan suatu metode yang digunakan pada model kausal yang telah dirumuskan oleh peneliti atas dasar pertimbangan-pertimbangan teoritis dan pengetahuan tertentu. Untuk itu digunakan analisis jalur yang berfungsi untuk menguji kausal yang telah diteorikan bukan untuk menurunkan teori kausal tersebut.

Untuk keperluan analisis jalur menggunakan diagram jalur, diperlukan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Hubungan antara variabel-variabel dalam model adalah linear dan kausal.
 2. variabel-variabel residual dalam model tidak berkorelasi dengan variabel-variabel yang mendahuluinya dan tidak pula saling berkorelasi.
 3. Dalam sistem hanya terjadi arus kausal searah.
 4. Variabel-variabel diukur oleh skala interval.
- (Sudjana 2001 : 297)

Dari asumsi jelas bahwa kemampuan awal merupakan variabel *eksogenus* yang merupakan penyebab dari kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.

Sedangkan kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar merupakan variabel *endogenus*, yaitu variabel yang terjelaskan oleh variabel eksogenus. Di sini terjadi hubungan variabel yang lurus antara variabel kemampuan awal dengan kemampuan konseptual, hubungan variabel yang lurus antara kemampuan awal dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa, dan hubungan

variabel yang lurus antara kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.

Di samping itu di dalam sistem hanya terjadi satu arah yaitu variabel kemampuan awal mempengaruhi kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa, tetapi tidak dapat dipengaruhi oleh kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar.

2. Keberhasilan Belajar Siswa

Keberhasilan siswa dalam belajar ditandai dengan prestasi yang dicapai siswa. Prestasi belajar diperoleh setelah siswa mengikuti proses belajar mengajar. Dari hasil belajar yang berupa prestasi belajar ini dapat dilihat seberapa jauh siswa menguasai materi pelajaran yang telah diberikan selama proses belajar mengajar atau seberapa jauh pengetahuan siswa tentang materi pelajaran yang sedang dipelajari.

Kata prestasi berasal dari bahasa Belanda yaitu *prestatie*. Lalu dalam bahasa Indonesia menjadi prestasi yang berarti hasil usaha. Menurut Zaenal Arifin (1990 :3), "Prestasi adalah kemampuan, keterampilan dan sikap seseorang dalam

menyelesaikan suatu hal”. Sedangkan menurut Oemar Hamalik (1980 : 28), “Prestasi adalah hasil yang dicapai seseorang setelah melakukan kegiatan”. Menurut Purwodarminto (1976 : 245), “Prestasi adalah hasil buah cipta yang telah didapatkan dalam suatu karya atau usaha yang telah dilakukan”. Jika dihubungkan dengan belajar kimia, maka pengertian prestasi belajar kimia adalah suatu hasil yang telah dicapai setelah mengalami proses belajar kimia di sekolah selama beberapa waktu.

Zainal Arifin (1990 : 3), menyebutkan bahwa prestasi belajar semakin terasa penting untuk dipermasalahkan karena mempunyai beberapa fungsi utama, antara lain :

1. Prestasi belajar sebagai indikator kualitas dan kuantitas pengetahuan yang telah dikuasai anak didik.
2. Prestasi belajar sebagai lambang pemuasan hasrat ingin tahu.
3. Prestasi belajar sebagai bahan informasi dalam inovasi pendidikan. Prestasi belajar sebagai pendorong anak didik dalam meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan berperan sebagai umpan balik dalam meningkatkan mutu pendidikan.
4. Prestasi belajar sebagai indikator intern dan ekstern dari suatu institusi pendidikan. Indikator intern menunjukkan tingkat produktivitas suatu institusi pendidikan. Indikator ekstern dalam arti bahwa tinggi rendahnya prestasi belajar dapat dijadikan indikator tingkat kesuksesan anak didik dalam masyarakat.

Prestasi belajar yang dicapai seseorang/individu merupakan hasil interaksi antara berbagai faktor yang mempengaruhinya baik dari dalam diri maupun dari luar individu itu sendiri. Ngalm Purwanto (1990 ; 107), membedakan faktor-faktor tersebut menjadi 2, yaitu :

- a. Faktor luar yang terdiri dari faktor lingkungan (alam dan sosial) dan faktor instrumental (kurikulum, guru, fasilitas dan administrasi).

b. Faktor dari dalam individu yaitu faktor fisiologis (kondisi fisik dan panca indera) dan

faktor psikologis (bakat, minat, kecerdasan, motivasi serta kemampuan kognitif).

Dari pendapat prestasi belajar diatas, maka dapat disimpulkan pengertian prestasi belajar adalah suatu hasil yang dicapai seseorang dalam proses belajar mengajar yang dinyatakan dengan perubahan tingkah laku dalam dirinya yang berupa penambahan pengetahuan dan keterampilan dari suatu materi yang ditunjukkan dengan angka.

Pengukuran prestasi belajar dilakukan dengan alat ukur berupa tes maupun non tes dalam suatu proses evaluasi. Alat evaluasi biasanya berupa tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan siswa terutama yang bersifat kognitif baik tentang pengetahuan akademik maupun kemampuan siswa yang lain seperti bakat khusus (misalnya bakat bahasa, bakat seni, dan lain sebagainya), bakat umum seperti intelegensi.

Banyak ahli yang berpendapat mengenai pengertian belajar. Winkel (1987 : 36) mengemukakan bahwa belajar merupakan suatu aktivitas mental/psikis, yang berlangsung dalam interaksi aktif dengan lingkungan, yang menghasilkan perubahan-perubahan dalam pengetahuan-pemahaman, keterampilan dan nilai-sikap. Perubahan itu bersifat relatif konstan dan berbekas.

Ada teori belajar lain yang dapat mendukung teori diatas, yaitu teori belajar dari Brunner dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 103) yang dikenal dengan belajar penemuan. Menurut teori ini belajar penemuan adalah belajar yang secara aktif mencari pengetahuan dan permasalahannya, kemudian berusaha memecahkan masalah sehingga menghasilkan pengetahuan yang benar-benar bermakna. Jadi menurut teori ini siswa hendaknya dalam belajar dapat menghasilkan pengetahuan dan memecahkan masalah sendiri yang ditemui selama siswa belajar. Dengan demikian siswa akan memiliki pengetahuan yang benar-benar hasil kerja otaknya, sehingga akan lebih mudah dipahami dan bertahan lama atau lebih mudah diingat.

Nana Sudjana (1987 : 17) mengemukakan bahwa belajar adalah suatu proses yang ditandai dengan perubahan pada diri seseorang. Perubahan sebagai hasil dari proses belajar dapat ditunjukkan dalam berbagai bentuk seperti perubahan pengetahuan, pemahaman, sikap dan tingkah laku, serta perubahan aspek-aspek lain yang ada pada individu yang belajar.

Menurut pendapat Morgan (Ngalim Purwanto, 1990 : 84) belajar adalah setiap perubahan yang relatif menetap dalam tingkah laku

yang terjadi sebagai latihan dan pengalaman.

Belajar disini sifatnya baru dan tumbuhnya hasil belajar ini didapat dari interaksi dengan lingkungan dan latihan-latihan yang diikuti.

Sedangkan menurut Oemar Hamalik (1989 : 60), belajar merupakan proses perubahan tingkah laku sebagai hasil daripada pengalaman dan latihan. Pengalaman disini tidak lain adalah interaksi antara individu dengan lingkungannya.

Gagne dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 162), mengungkapkan bagaimana suatu teori dapat bertahan lama. Menurutnya belajar merupakan suatu proses, dimana proses tersebut memungkinkan terjadinya perubahan tingkah laku pada diri siswa.

Dengan demikian siswa yang belajar memiliki kemampuan-kemampuan tertentu yang dapat diamati sebagai hasil belajar. Lebih lanjut Gagne berpendapat bahwa kemampuan-kemampuan yang dapat diamati sebagai hasil dari proses belajar adalah keterampilan-keterampilan intelektual, kemampuan menggunakan strategi-strategi kognitif,

perubahan sikap yang ditunjukkan oleh perilaku yang mencerminkan pilihan tindakan terhadap kegiatan-kegiatan sains, belajar informasi verbal dan yang terakhir adalah keterampilan-keterampilan motorik. Jadi, menurut teori belajar Gagne hasil belajar perlu diperhatikan dengan suatu cara yang dapat melatih kemampuan intelektual siswa sehingga dapat mengembangkan kemampuan yang dimiliki siswa sehingga tujuan belajar dapat tercapai.

Berdasarkan pendapat-pendapat tentang belajar tersebut dapat disimpulkan bahwa belajar adalah suatu proses perubahan tingkah laku seseorang melalui pengalaman dan latihan yang diperoleh karena interaksi dengan lingkungannya.

Perubahan disini mengandung pengertian ada peningkatan dalam bentuk penguasaan, pengetahuan, maupun kecakapan- kecakapan yang diperoleh dan merupakan penambahan atau peningkatan perilaku.

4. Kemampuan Awal Materi Larutan Asam Basa

Di dalam proses belajar, menurut Bloom terdapat tiga variabel pokok yaitu karakteristik siswa (perilaku kognitif awal), pembelajaran dan hasil belajar. Karakteristik siswa dan kualitas pembelajaran sangat menentukan hasil belajar siswa. Pengertian perilaku kognitif awal/*cognitive entry behavior* menurut istilah Bloom adalah suatu kondisi berupa pengetahuan, keterampilan atau kompetensi yang dimiliki oleh seseorang pada awal studinya dan merupakan prasyarat bagi orang tersebut dalam mengikuti proses belajar yang akan dihadapinya dalam subyek tertentu.

Jadi, yang dimaksud kemampuan awal kimia disini adalah kemampuan awal kimia yang berhubungan dengan materi larutan asam dan basa yang telah diterima oleh siswa sebelumnya yang dikenal dengan materi awal atau prasyarat.

Bruner dalam Ratna Wilis Dahar (1991 : 98) mengemukakan bahwa kesiapan terdiri atas penguasaan keterampilan-keterampilan yang lebih sederhana yang dapat mengizinkan seseorang untuk mencapai keterampilan-keterampilan yang lebih tinggi. Gagne mengungkapkan bahwa kemampuan yang telah dipelajari oleh siswa sebelumnya akan menyempurnakan kondisi internal yang diperlukan dalam menghadapi tugas-tugas pembelajaran berikutnya. Oleh karena itu, maka kondisi kognitif awal menjadi bagian yang penting (sebagai prasyarat) dalam menjalankan tugas pelajaran selanjutnya. Setiap siswa memiliki pengalaman, kondisi dan potensi sewaktu memasuki situasi belajar. Ia telah memiliki sikap-sikap dan intelegensi tertentu serta pengalaman belajar sebelumnya, semua ini merupakan latar belakang siswa.

Menurut Kean dan Middlecamp (1985 : 7), ada ciri-ciri tertentu dalam mempelajari kimia diantaranya adalah bahwa materi yang dipelajari harus berurutan. Hal ini dikarenakan untuk membentuk konsep-konsep baru, ide-ide

baru atau pengetahuan baru didasarkan pada pengalaman-pengalaman dan pengetahuan sebelumnya. Begitu juga dalam mempelajari materi larutan asam dan basa, juga didasarkan pada pengalaman-pengalaman dan pengetahuan sebelumnya yang berkaitan.

Pengetahuan dasar diartikan sebagai pengetahuan yang dimiliki oleh siswa sebelum ia belajar lebih lanjut. Pengetahuan dasar sangat berpengaruh terhadap kemampuan siswa untuk memahami konsep atau materi berikutnya. Hal ini disebabkan adanya saling keterkaitan antara konsep yang satu dengan konsep yang lainnya.

Nana Sudjana (1995 : 158) mengatakan bahwa pengetahuan dan kemampuan dasar baru membutuhkan pengetahuan sebelumnya dan kemampuan yang lebih rendah dari kemampuan baru tersebut.

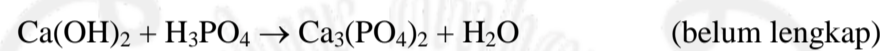
Sedangkan Ngalm Purwanto (1990 : 134) mengemukakan : “Belajar merupakan suatu proses yang berkesinambungan untuk membentuk konsep-konsep baru, ide-ide baru atau pengetahuan baru berdasarkan pengalaman-pengalaman dan pengetahuan sebelumnya”. Adapun Gagne dalam Winkel (1987 : 198) mengatakan bahwa “Komponen-komponen dapat dirangkaikan secara berurutan, dalam arti komponen yang satu tidak mungkin dikuasai tanpa menguasai komponen yang lain terlebih dahulu”.

Kemampuan awal yang merupakan syarat untuk memahami materi larutan asam dan basa meliputi :

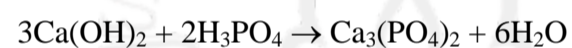
a. **Persamaan Reaksi**

Persamaan reaksi menggambarkan reaksi kimia yang terdiri atas rumus kimia pereaksi dan hasil reaksi disertai koefisiennya. Rumus zat-zat yang bereaksi ada pada sisi sebelah kiri dan rumus dari hasil-hasil reaksi pada sisi sebelah kanan (Vogel, 1990 : 5). Kedua sisi tersebut tidak dapat dipertukarkan satu sama lain. Antara dua sisi tersebut dipisahkan de \rightleftharpoons tanda panah yang arahnya ke kanan (\rightarrow) atau dengan tanda panah bolak-balik (\rightleftharpoons) untuk reaksi-reaksi kesetimbangan dimana reaksi dapat berlangsung dalam kedua arah.

Persamaan reaksi kimia harus ditulis sedemikian rupa sehingga memenuhi hukum kekekalan massa yang benar-benar berlaku untuk semua reaksi kimia. Ini berarti, bahwa persamaan harus seimbang dengan memakai bilangan-bilangan stoikiometri sehingga jumlah dari masing-masing atom pada kedua sisi sama. Sebagai contoh, kita menyatakan persamaan reaksi antara kalsium hidroksida dan asam fosfat menghasilkan kalsium fosfat dan air.



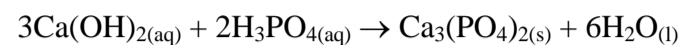
Sekarang kita coba membuat persamaan itu setimbang dengan menambahkan bilangan-bilangan stoikiometri atau koefisien yang sesuai.



Sangat berguna bila menyebutkan keadaan fisika dari masing-masing spesi.

Untuk maksud ini, dipakai lambang huruf yang menyatakan kondisi zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi. Untuk zat padat dilambangkan s (=solid), l untuk zat cair (=liquid), g untuk zat gas (=gas) dan aq (=aqueous) untuk spesi yang larut dalam air. Huruf-huruf tersebut ditulis dalam tanda kurung di belakang rumus

kimia (Vogel, 1990 : 6,7). Sehingga persamaan reaksi di atas secara lengkap menjadi :



b. Stoikiometri

1) Konsep mol

Hubungan paling pokok pada perhitungan kimia adalah meliputi jumlah relatif atom-atom, ion atau molekul. Dalam ilmu kimia banyaknya atom, ion, elektron atau molekul dalam suatu zat perlu diberi suatu satuan. Menurut satuan internasional, satuan dasar dari banyaknya zat disebut mol.

Satu mol zat adalah jumlah dari suatu zat yang mengandung partikel zat sebanyak partikel yang dikandung oleh 12 gram atom karbon-12. Jumlah atom yang terdapat dalam 12 g atom karbon-12 adalah $6,0225 \times 10^{23}$ (dibulatkan $6,02 \times 10^{23}$) dan disebut bilangan Avogadro. Dengan kata lain, apabila menimbang 12 g karbon-12 berarti mengambil atom C-12 sebanyak $6,02 \times 10^{23}$ atau sejumlah satu mol.

Massa satu mol merupakan massa atom relatif atau massa molekul relatif atau massa rumus relatif suatu zat yang dinyatakan dalam gram. Massa satu mol zat dinamakan massa molar (Mr), satuan massa molar adalah gram/mol. Satu mol unsur adalah banyaknya gram unsur itu yang sesuai dengan massa atomnya, misal : massa atom S = 32, 1 mol S = 32 gram. Satu mol suatu senyawa adalah banyaknya gram senyawa sesuai dengan massa rumusnya. Misalnya : massa

rumus oksigen (O_2) = 32, 1 mol Oksigen = 32 gram; massa rumus H_2O = 18, 1 mol H_2O = 18 gram.

Hubungan antara mol unsur dengan gram unsur dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Mol unsur} = \frac{\text{gram unsur}}{A_r}$$

Hubungan antara mol senyawa dengan gram senyawa dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Mol senyawa} = \frac{\text{gram senyawa}}{M_r}$$

Untuk persamaan reaksi secara umum :



atau

perbandingan jumlah mol zat yang terlihat dalam reaksi kimia sama dengan perbandingan koefisien persamaan reaksinya.

2) **Kemolaran**

Untuk sejumlah reaksi kimia, yaitu reaksi dimana beberapa peraksi dan atau hasil reaksinya berada dalam larutan. Jumlah zat terlarut yang dapat dilarutkan dalam sebuah pelarut sangat bervariasi. Oleh karena itu, perlu diketahui susunan atau konsentrasi yang tepat dari suatu larutan bila harus dilakukan perhitungan

pada reaksi kimia dalam larutan. Dalam hal ini adalah susunan larutan yang berdasarkan konsep mol.

Susunan atau konsentrasi larutan yang dinyatakan dengan jumlah mol zat terlarut per liter larutan disebut konsentrasi molar atau Molaritas (M).

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{jumlah mol zat terlarut}}{\text{jumlah liter larutan}}$$

Satuan molaritas dilambangkan dengan M. Misalnya 0,500 mol urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, dilarutkan dalam air sehingga volume larutan 1,00 L maka konsentrasi molarnya

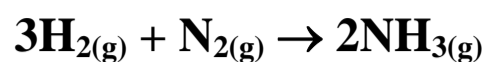
$$\text{adalah } \frac{0,500 \text{ mol } \text{CO}(\text{NH}_2)_2}{1,00 \text{ L larutan}} = 0,500 \text{ M } \text{CO}(\text{NH}_2)_2$$

Selain itu analog dengan rumus diatas maka dapat dicari pula banyaknya mol zat terlarut dalam sejumlah larutan. Misalnya untuk membuat soda kue (natrium bikarbonat), NaHCO_3 , 0,350 M sebanyak 150 ml maka molnya adalah

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya mol zat terlarut} &= 0,350 \text{ M } \text{NaHCO}_3 \times 0,15 \text{ L larutan} \\ &= 0,0525 \text{ mol } \text{NaHCO}_3 \end{aligned}$$

c. **Kesetimbangan Kimia**

Dalam reaksi kimia yang reversibel, terdapat suatu kondisi kesetimbangan kimia bila sepasang reaksi yang berlawanan, yakni reaksi maju dan reaksi balik, berlangsung dengan laju yang sama. Contoh bersenyawanya hidrogen dengan nitrogen untuk membentuk amonia, persamaan (1), dan reaksi kebalikannya, penguraian amonia untuk menghasilkan hidrogen dan nitrogen, persamaan (2) :



.....(1)



.....(2)

Dari studi eksperimen sejumlah besar sistem kesetimbangan diperoleh ungkapan matematis yang dapat ditulis untuk menghubungkan konsentrasi-konsentrasi pada kesetimbangan. Bentuk umum persamaan bergantung semata-mata pada persamaan berimbang untuk kesetimbangan itu.

Jika kesetimbangan itu dinyatakan oleh



maka tetapan kesetimbangan umum dinyatakan

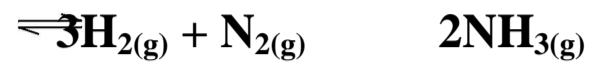
sebagai :

$$K_c = \frac{[\text{C}]^y [\text{D}]^z}{[\text{A}]^m [\text{B}]^n}$$

Dengan m, n, y, dan z adalah koefisien dalam persamaan berimbang itu, dan kuantitas dalam tanda kurung siku menyatakan mol per liter (konsentrasi) A, B, C, dan D. Produk pada ruas kanan persamaan muncul sebagai pembilang dan

konsentrasi tiap zat dipangkatkan dengan koefisien dalam persamaan itu.

Contoh :



$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

Harga-harga Kc dapat sangat beraneka antara sistem-sistem itu. Untuk suatu sistem dalam mana konsentrasi zat-zat pada ruas kanan tinggi dibandingkan konsentrasi di ruas kiri, harga Kc akan besar; jika konsentrasi di ruas kiri relatif tinggi, maka harga Kc kecil.

d. Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit, sedangkan larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan non elektrolit (Keenan, 1996 : 390). Suatu larutan elektrolit mengandung ion-ion yang menarik ataupun melepaskan elektron-elektron. Ion-ion inilah yang menghantarkan arus listrik melalui

larutan. Bila semua ion yang semula berada dalam larutan telah diubah menjadi partikel netral, tak ada lagi partikel negatif maupun positif untuk memberikan maupun menerima elektron. Arus tak dapat mengalir.

Larutan dari senyawa ion maupun larutan beberapa senyawa kovalen tertentu merupakan penghantar listrik yang sangat bagus. Daya hantar listrik larutan elektrolit bergantung pada jenis dan konsentrasinya. Larutan yang mempunyai daya hantar relatif baik walaupun konsentrasinya relatif rendah disebut elektrolit kuat, sedangkan larutan yang daya hantarnya buruk walaupun konsentrasinya relatif besar disebut elektrolit lemah. Pada konsentrasi yang sama, larutan elektrolit kuat menghantarkan listrik lebih baik daripada larutan elektrolit lemah. Perbedaan daya hantar listrik larutan ditandai oleh nyala atau tidaknya nyalanya lampu.

Contoh larutan elektrolit kuat : larutan garam dapur, larutan asam sulfat, dan larutan natrium hidroksida.

Contoh larutan elektrolit lemah : larutan asam cuka dan larutan amonia.

Contoh larutan nonelektrolit : larutan gula, larutan urea, larutan alkohol dan larutan glukosa.

Untuk memahami sifat elektrolit, pentinglah untuk mengenali cara-cara yang berlainan dari terbentuknya larutan ion itu. Larutan ion timbul dari dua sumber yaitu senyawa ion dan senyawa kovalen polar.

1.Senyawa Ion

Senyawa ion terdiri dari ion-ion. Jika senyawa ion dilarutkan maka ion-ion dapat bergerak bebas dan larutan dapat menghantarkan listrik. Semua senyawa ion yang larut dalam air tergolong elektrolit kuat. Kristal senyawa ion tidak dapat menghantarkan listrik, sebab walaupun kristal mengandung ion-ion tetapi ion-ion itu tidak dapat bergerak bebas. Akan tetapi, jika kristal itu

dipanaskan hingga meleleh, maka ion-ion dapat bergerak bebas. Jadi, lelehan senyawa ion juga dapat menghantar listrik. Semua senyawa ion adalah elektrolit.

2.Senyawa Kovalen Polar

Seperti diketahui bahwa molekul kovalen polar sebagai suatu molekul keseluruhan adalah partikel netral secara listrik. Hidrogen klorida cair murni (HCl), air murni (H₂O), amonia cair murni (NH₃), asam asetat cair murni (HC₂H₃O₂) dan kebanyakan senyawa organik merupakan penghantar listrik yang jelek. Tetapi larutan HCl dalam H₂O merupakan penghantar listrik yang baik karena, molekul hidrogen klorida kovalen mampu membentuk ion-ion dalam larutan air.



Tipe reaksi ini, yaitu jika dua molekul bereaksi untuk membentuk ion, disebut suatu reaksi pengionan.

Asam asetat, $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, bila dilarutkan dalam air, membentuk suatu larutan yang menghantar listrik. Asam asetat adalah suatu senyawa kovalen polar yang mengion dalam air dengan reaksi sebagai berikut :



5. Kemampuan Konseptual Materi Larutan Asam Basa

Belajar konsep merupakan hasil utama pendidikan. Konsep-konsep merupakan batu-batu pembangun (*building blocked*) berpikir. Konsep-konsep merupakan dasar bagi proses-proses mental yang lebih tinggi untuk merumuskan prinsip-prinsip dan generalisasi-generalisasi. Untuk pemecahan masalah seorang siswa harus mengetahui aturan-aturan yang relevan dan aturan-aturan itu didasarkan pada konsep-konsep yang diperolehnya (Ratna Wilis Dahar, 1989 : 79). Dasar belajar konsep

adalah asosiasi stimulus dan respons. Dalam belajar konsep anak yang belajar memberikan satu respons terhadap sejumlah stimulus yang berbeda, jadi bukan memberikan satu respons terhadap satu stimulus.

Belajar konsep bukanlah belajar menghafalkan definisi konsep tapi memperhatikan hubungan antara konsep dengan konsep lainnya. Dengan demikian konsep baru yang masuk dalam struktur kognitif tidak berdiri sendiri dan mempunyai arti sehingga konsepsi yang diperoleh benar.

Jenjang kemampuan yang biasa diukur melalui tes-tes hasil belajar, khususnya aspek kognitif, sesuai yang dikemukakan Bloom meliputi jenjang kemampuan pengenalan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, dan evaluasi.

Pemahaman merupakan jenjang proses berpikir menurut seseorang untuk dapat memahami arti dan makna dari suatu konsep, situasi serta fakta yang diketahui.

Konsep menurut Rosser (1984) adalah suatu abstraksi yang mewakili satu kelas obyek-obyek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan, atau hubungan-hubungan yang mempunyai atribut-atribut yang sama. Secara singkat dapat dikatakan suatu konsep merupakan suatu abstraksi mental yang mewakili satu kelas stimulasi-stimulasi (Ratna Wilis Dahar, 1989 : 80).

Pemahaman suatu konsep bukan sesuatu yang sekali jadi, namun setahap demi setahap. Apalagi dalam kimia yang konsep-konsepnya saling berhubungan, sehingga kemampuan konsep yang satu terhadap konsep lain berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam kimia, setiap konsep berhubungan atau berkaitan dengan konsep lain, antara teori dengan teori, antara topik dengan topik. Oleh karena itu agar siswa dalam belajar kimia lebih berhasil, siswa harus lebih banyak diberi kesempatan untuk melihat kaitannya.

Semua konsep bersama membentuk jaringan pengetahuan di dalam kepala manusia. Semakin lengkap, terpadu hubungan antara konsep-konsep di dalam kepala manusia, semakin pandai orang tersebut. Seringkali siswa hanya menghafal definisi konsep tanpa memperhatikan hubungan antar konsep tersebut dengan konsep lainnya. Dengan demikian konsep berdiri sendiri tanpa berhubungan dengan konsep lainnya. Maka konsep yang baru tersebut tidak dapat digunakan oleh siswa dan tidak mempunyai arti sebagaimana telah disebutkan, bahwa arti konsep berasal dari hubungan dengan konsep-konsep lain, sehingga harus selalu diperhatikan hubungan antar konsep (Euwe Van den Berg, 1991 : 8,9).

Konsep itu mempunyai arti yang jelas. Setiap konsep tidak berdiri sendiri melainkan saling berhubungan dengan konsep-konsep lain, sehingga dapat dikatakan bahwa konsep itu mempunyai arti dalam hubungannya dengan konsep lain. Di dalam ilmu kimia konsep-konsep yang ada selalu berkaitan

dengan konsep-konsep yang lainnya, sehingga tidak mungkin dapat memahami konsep dengan baik tanpa memahami konsep-konsep lain yang berhubungan karena keberadaan konsep pada dasarnya didukung oleh konsep-konsep yang lain yang merupakan unsur prasyarat dari konsep tersebut. Misalnya konsep larutan asam basa dengan konsep-konsep lain yang ada di dalam ilmu kimia karena tidak mungkin dapat memahami konsep larutan asam basa dengan baik tanpa memahami konsep-konsep lain yang berhubungan yang merupakan prasyarat dari konsep larutan asam basa. Konsep larutan asam basa kemungkinan mempunyai hubungan dengan persamaan reaksi, konsep mol, kemolaran, kesetimbangan kimia, dan larutan elektrolit dan non elektrolit.

Uraian di atas sesuai dengan tujuan pengajaran bidang studi kimia antara lain agar siswa mampu menguasai konsep-konsep kimia dan saling keterkaitannya konsep-konsep kimia serta mampu menggunakannya untuk memecahkan masalah

dalam hidupnya sehingga penguasaan konsep merupakan indikator penting dari hasil proses belajar mengajar kimia dari aspek kognitif.

a. **Teori Asam Basa**

1) **Teori Asam Basa Arrhenius**

Menurut Arrhenius, asam (*acid*) adalah zat yang dapat menghasilkan H^+ di dalam larutan. $HClO_4$ dan HNO_3 yang terionisasi seluruhnya di dalam air, masing-masing menjadi H^+ dan ClO_4^- , dan H^+ dan NO_3^- , pada semua konsentrasi di bawah 1 M, disebut asam kuat (*strong acid*). $HC_2H_3O_2$, asam asetat, dan HNO_2 , asam nitrit, hanya terionisasi sebagian menjadi H^+ dan $C_2H_3O_2^-$ dan menjadi H^+ dan NO_2^- dalam konsentrasi yang berkisar antara encer tak berhingga sampai 1 M, dan zat demikian disebut asam lemah (*weak acid*).

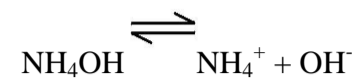
Contoh :



Basa (*base*) adalah zat yang dapat menghasilkan OH^- dalam air. $NaOH$ adalah suatu basa kuat (*strong base*) sehingga akan terionisasi dalam air seluruhnya menjadi Na^+ dan OH^- , bahkan hidroksida yang relatif tak larut, seperti $Ca(OH)_2$, memberikan larutan (dalam batas-batas kelarutannya) yang terionisasi seluruhnya.

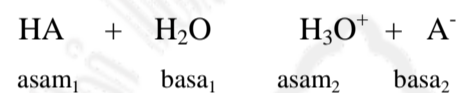
Basa lemah (*weak base*) seperti NH_4OH , yang dalam larutan air hanya menghasilkan sebagian OH^- .

Contoh :



2) Asam Basa Bronsted-Lowry

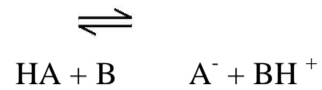
Dalam konsep Bronsted-Lowry, protonlah yang merupakan unsur penting dapat menentukan asam dan basa. Menurut konsep ini, asam ialah zat yang dapat memberikan proton kepada zat lain (donor proton), dan zat lain ini mungkin ialah pelarut itu sendiri. Basa ialah zat, yang mungkin saja pelarut, yang dapat menerima proton dari asam. Asam seperti HCl , HNO_3 dan $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, mempunyai molekul yang mampu menyumbangkan satu proton ke sebuah molekul air. Karena penyumbangan proton adalah suatu reaksi yang reversibel, tiap asam haruslah membentuk basa dengan menyumbangkan protonnya itu. Serupa pula, tiap basa harus membentuk suatu asam dengan menerima sebuah proton. Hubungan ini dikatakan sebagai konjugat :



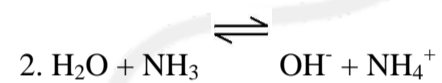
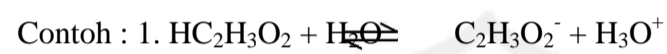
Basa yang dihasilkan bila suatu asam menyumbangkan protonnya disebut basa konjugat dari asam itu. Dengan memandang reaksi umum tersebut di atas mulai dari kiri ke kanan, A^- adalah basa konjugat HA ; untuk reaksi kebalikannya, H_2O adalah basa konjugat dari H_3O^+ . Asam yang dihasilkan bila suatu basa menerima sebuah proton disebut asam konjugat dari basa itu. Dalam reaksi umum yang berlangsung dari kiri ke kanan, H_3O^+ adalah asam konjugat dari H_2O ; untuk reaksi kebalikannya, HA adalah asam konjugat dari A^- . Jadi

H_3O^+ dan H_2O , serta HA dan A^- , adalah pasangan-pasangan asam-basa konjugat (*conjugate acid-base pair*).

Bentuk umum reaksi perpindahan proton ini dapat dinyatakan sebagai berikut :



Dalam persamaan ini HA/A^- dan B/BH^+ merupakan pasangan asam basa konjugasi. Baik HA ataupun B tidak perlu merupakan spesies netral, tetapi muatan basa yang berkonjugasi dengan HA , secara aljabar, selalu satu satuan lebih rendah dari muatan HA dan muatan asam yang berkonjugasi dengan basa B selalu lebih tinggi satu satuan positif dari muatan pada B .



Pada reaksi (1) H_2O berperan sebagai basa dan pada reaksi (2) H_2O berperan sebagai asam.

Untuk asam okso dari klor :

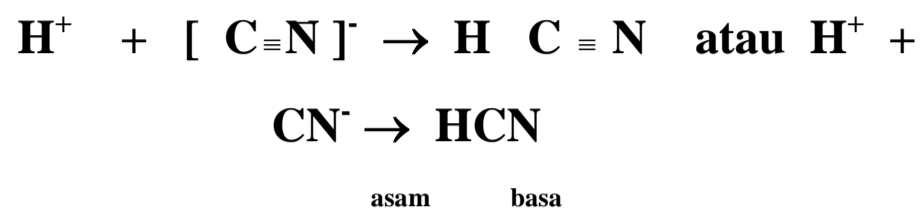
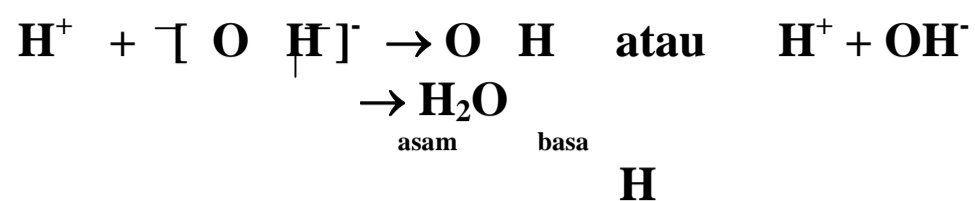
Asam hipoklorit	HClO
Asam klorit	HClO_2
Asam klorat	HClO_3
Asam perklorat	HClO_4

Jika kita beranjak dari HClO ke HClO_4 , banyaknya oksigen menyendiri bertambah, jadi ikatan O-H menjadi lebih polar. Artinya molekul-molekul

menjadi donor proton yang lebih baik. Lagi pula, jika kita beranjak dari HClO ke HClO_4 banyaknya oksigen yang akan ditebari muatan negatif dalam anion akan bertambah, sehingga kemampuan anion untuk memperoleh proton berkurang dari ClO^- ke ClO_4^- . Kedua faktor itu jika digabung akan menghasilkan pernyataan bahwa kecenderungan menyumbangkan sebuah proton dan tidak menariknya kembali meningkat dari HClO ke HClO_4 . Jadi keasaman meningkat dari HClO ke HClO_4 .

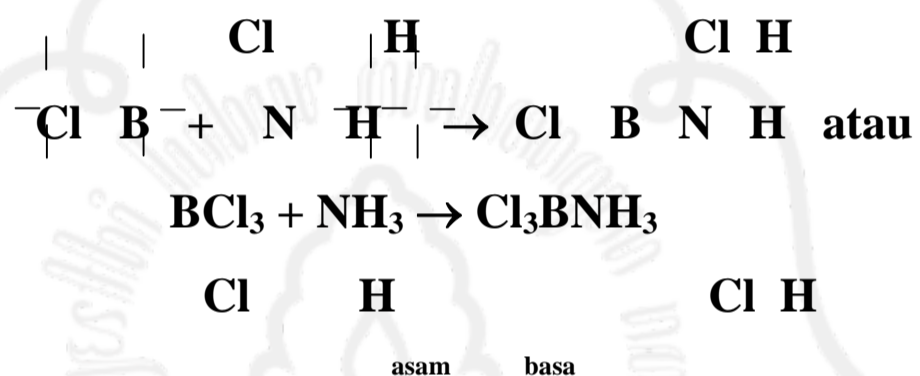
3) Teori Asam Basa Lewis

Teori yang sangat umum mengenai perilaku asam dan basa dinyatakan oleh G.N. Lewis. Menurut konsep ini, suatu asam Lewis didefinisikan sebagai spesi apa saja yang bertindak sebagai penerima pasangan-elektron dalam reaksi kimia, dan suatu basa Lewis adalah donor pasangan-elektron. Definisi Lewis taat azas dengan pandangan Bronsted Lowry, karena proton dapat dipandang sebagai suatu penerima pasangan-elektron. Suatu zat yang dapat menerima proton dapat dipandang sebagai suatu donor pasangan-elektron. Ini dilukiskan oleh reaksi berikut :



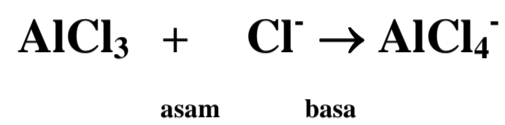
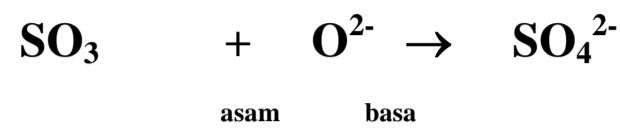
Definisi Lewis memperluas konsep hubungan asam-basa ke sejumlah reaksi yang tidak melibatkan transfer proton. Misalnya, dalam reaksi berikut ini, boron triklorida bertindak sebagai asam dan amonia

sebagai basa :



Suatu keuntungan konsep Lewis adalah bahwa konsep ini mengenali zat-zat tertentu sebagai asam yang tidak mengandung hidrogen tetapi mempunyai fungsi seperti asam berhidrogen biasa. Contoh-contoh lain dari reaksi-reaksi asam-basa yang tidak

melibatkan transfer proton tetapi sesuai dengan definisi Lewis antara lain



b. Kekuatan Asam Basa

1) Asam Kuat

Asam kuat dalam air akan terionisasi sempurna, sehingga konsentrasi $[\text{H}^+]$ dengan mudah dapat dicari dengan rumus yang sederhana.

$$[\text{H}^+] = a \times M$$

dimana,

a = jumlah H^+ pada asam

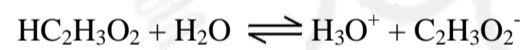
M = konsentrasi asam yang dilarutkan

Contoh asam kuat :

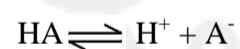


2) Asam Lemah

Suatu asam lemah misalnya $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ dalam air sangat sedikit mengalami ionisasi.



Untuk asam lemah monoprotik pada umumnya (HA) ionisasi sederhana dapat dituliskan :



Adapun jumlah H^+ dalam larutan asam lemah hanya dapat dihitung apabila kita mengetahui derajat ionisasi atau tetapan ionisasi. Derajat ionisasi adalah banyak sedikitnya zat elektrolit yang terion dalam larutan dan dinyatakan dengan α .

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a}$$

$$[H^+] = \alpha \times M_a$$

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah zat yang terion}}{\text{Jumlah zat yang dilarutkan}}$$

Harga α berkisar dari 0 sampai 1. Elektrolit kuat (asam kuat dan basa kuat) mempunyai harga $\alpha = 1$ atau mendekati 1, sedangkan elektrolit lemah (asam dan basa lemah) mempunyai harga $\alpha < 1$, atau bahkan mendekati 0.

Persen disosiasi =

$$\frac{\text{banyaknya asam/basa yang terionisasi}}{\text{banyaknya asam/basa mula - mula}} \times 100 \%$$

Contoh asam lemah : $HC_2H_3O_2$, H_2S dan H_2CO_3 .

3) Basa Kuat

Basa kuat dalam air terionisasi sempurna, konsentrasi OH^- dicari dengan rumus yang sederhana.

$$[OH^-] = b \times M$$

dimana, b = jumlah OH^- pada basa

M = konsentrasi basa yang dilarutkan

Contoh basa kuat :



4) Basa Lemah

Untuk basa lemah, misalnya NH_3

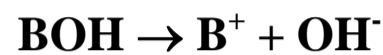


Untuk basa lemah monokromatik secara umum

dapat dituliskan :



Atau secara sederhana dapat dituliskan :



Jumlah OH^- dalam larutan basa lemah hanya dapat dihitung apabila kita mengetahui derajat ionisasi atau tetapan ionisasi.

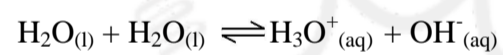
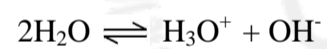
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times M_b}$$

$$[\text{OH}^-] = \alpha \times M_b$$

c. Kesetimbangan Ionisasi Asam Basa Dalam Air

Air merupakan elektrolit yang sangat lemah. Reaksi antara molekul air dapat menghasilkan ion H_3O^+ dan OH^- meskipun dalam jumlah sangat kecil.

Oleh karena air dapat berfungsi sebagai asam maupun basa, maka setiap larutan air mengalami proses auto-ionisasi, dimana satu molekul H_2O menyerahkan satu proton ke molekul H_2O yang lain. Kesetimbangan auto-ionisasi air harus dipenuhi, baik bila asam atau basa terdapat dalam larutan atau tidak.



Reaksi ionisasi tersebut merupakan reaksi kesetimbangan, sehingga dapat

dinyatakan :

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]}$$

Pada suhu tetap konsentrasi air tetap, sehingga $K[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]$ juga tetap.

$$K[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$K[\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Pada suhu 25°C, $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^{-14}$

Dalam air murni yang tidak mengandung asam maupun basa, konsentrasi H^+ dan OH^- harus sama.

Oleh karena itu, pada suhu 25°C

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{1,0 \times 10^{-14}} = 1,00 \times 10^{-7}$$

Jadi, larutan netral dapat didefinisikan sebagai larutan dimana $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w}$ (nilai K_w tergantung pada suhu). Jadi pada 0°C dalam air murni $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 0,34 \times 10^{-7}$. Pada 25°C, larutan asam adalah larutan dimana $[\text{H}^+]$ lebih besar dari 10^{-7} , atau $[\text{OH}^-]$ kurang dari 10^{-7} , larutan basa adalah larutan dimana $[\text{H}^+]$ kurang dari 10^{-7} , dan $[\text{OH}^-]$ lebih dari 10^{-7} .

1) Hasil kali ion untuk air (K_w)

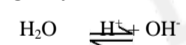
Ada dua cara untuk menentukan K_w air.

a) Disosiasi air

Air terurai sesuai dengan persamaan reaksi :



atau singkatnya



Pada suhu 25°C, tetapan kesetimbangannya adalah sebagai berikut :

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \times 10^{-16}$$

$$K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

Untuk larutan encer, $[\text{H}_2\text{O}]$ adalah tetap.

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{1000 \text{ g L}^{-1}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 55,5 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\begin{aligned} K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] &= K [\text{H}_2\text{O}] \\ &= 1,8 \times 10^{-16} \times 55,5 \\ &= 1,0 \times 10^{-14} \end{aligned}$$

b) Dari data daya hantar.

Pada suhu 25°C diperoleh secara eksperimen daya hantar jenis air sebesar $5,5 \times 10^{-5} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

$$\begin{aligned} \lambda &= kV = 5,5 \times 10^{-5} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1} \left(\frac{18,0 \text{ cm}^3}{\text{mol}} \right) \\ &= 9,9 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1} \\ \left(V = \frac{18,0 \text{ g/mol}}{1,0 \text{ g/cm}^3} = \frac{18,0 \text{ cm}^3}{\text{mol}} \right) \end{aligned}$$

Menurut hukum Kohlrausch,

$$\begin{aligned} \lambda_o [\text{H}_2\text{O}] &= \lambda_o [\text{H}^+] + \lambda_o [\text{OH}^-] \\ &= 349,8 + 198,0 \\ &= 547,8 \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_o} = \frac{9,9 \times 10^{-4}}{547,8} = 1,81 \times 10^{-6}$$

Pada suhu 25°C berat jenis air $0,997 \text{ gL}^{-1}$

$$\text{Konsentrasi air} = \frac{1 \times 0,997}{18} = 5,53 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$$

Dari $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= [\text{OH}^-] = \alpha \times c \\ &= 1,81 \times 10^{-6} \times 5,53 \times 10^{-2} \\ &= 1,0 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

Tetapan K_w disebut hasil kali ion air. Ini menunjukkan bahwa dalam air murni atau larutan (dalam) air apa saja, baik ion hidrogen dan hidroksil haruslah ada dan hasil kali konsentrasi keduanya haruslah konstan. Larutan asam mengandung ion hidroksil (basa) yang kecil, dan larutan basa mengandung konsentrasi ion hidrogen (asam) yang kecil. Lebih jauh, jika konsentrasi salah satu ion ini diketahui, maka konsentrasi ion yang lain mudah dihitung karena hasil kali keduanya harus sama dengan $1,0 \times 10^{-14}$ (K_w pada 25°C).

Misalnya, dalam HCl $1,0 \times 10^{-4}$ M terdapat $1,0 \times 10^{-4}$ M ion H^+ , dan konsentrasi ion OH^- dapat dihitung sebesar :

$$K_w = [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-]$$

$$1,0 \times 10^{-4} = (1,0 \times 10^{-4}) \times [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,0 \times 10^{-4}} = 1,0 \times 10^{-10} \text{ M}$$

Dalam larutan air, sifat asam yang biasa dikaitkan dengan ion hidrogen (ion hidronium) dan sifat basa yang biasa dikaitkan ion hidroksil. Karena hasil kali konsentrasi molar ion-ion ini konstan sebesar 1×10^{-14} , maka perlu untuk menyatakan konsentrasi dari satu ion saja untuk memerikan keasaman atau kebasaaan larutan itu.

Dalam air murni yang tidak mengandung asam maupun basa, konsentrasi H^+ dan OH^- harus sama.

Oleh karena itu, pada suhu 25°C

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{1,0 \times 10^{-14}} = 1,00 \times 10^{-7}$$

Jadi, larutan netral dapat didefinisikan sebagai larutan dimana $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w}$ (nilai K_w tergantung pada suhu).

Jadi, dalam larutan asam $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ dan $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ M}$

dalam larutan basa $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ dan $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ M}$

dalam larutan netral $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ dan $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$

Pentingnya hasil kali ion air terletak pada fakta, bahwa nilainya dapat dianggap konstan, bukan saja dalam air murni, tetapi juga dalam larutan yang encer, seperti yang dipakai dalam analisis anorganik kualitatif. Ini berarti bahwa jika, misalnya, suatu asam dilarutkan dalam air, (yang ketika berdisosiasi menghasilkan ion hidrogen), konsentrasi ion hidrogen dapat bertambah hanya dengan dibarengi pengurangan konsentrasi ion-hidroksil. Di lain pihak, jika suatu basa dilarutkan, konsentrasi ion hidroksil bertambah dan konsentrasi ion-hidrogen berkurang.

Disosiasi air adalah proses endoterm. Oleh karena itu derajat ionisasi air akan bertambah besar jika suhu dinaikkan. Harga K_w dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Hasil Kali Ion Air pada Berbagai Suhu

Suhu (°C)	K_w	Suhu (°C)	K_w
0	$0,12 \times 10^{14}$	53	$2,09 \times 10^{14}$
5	$0,19 \times 10^{14}$	40	$2,92 \times 10^{14}$
10	$0,29 \times 10^{14}$	45	$4,02 \times 10^{14}$
15	$0,45 \times 10^{14}$	50	$5,48 \times 10^{14}$
20	$0,68 \times 10^{14}$	55	$7,30 \times 10^{14}$
25	$1,01 \times 10^{14}$	60	$9,62 \times 10^{14}$
30	$1,47 \times 10^{14}$	—	—

(Vogel, 1990 : 38)

Dari tabel dapat dihitung bahwa pada suhu lebih besar dari 25°C, $[H^+]$, lebih besar dari $10^{-7} \text{ molL}^{-1}$. Jadi pada 40°C pH air lebih kecil dari 7.

2) Tetapan Pengionan asam Lemah

a) Asam Lemah Monoprotik

Suatu kesetimbangan antara ion dan molekul dapat ditangani secara matematis dengan cara yang sama seperti suatu kesetimbangan dalam mana semua spesiesnya adalah molekul. Perhatikan pengionan asam monoprotik (berproton satu) lemah apa saja, HA, dalam larutan air :



Tetapan kesetimbangan, K_c , yang didasarkan pada Persamaan (1) adalah

$$K_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]} \quad (2)$$

Untuk semua larutan encer, konsentrasi molar dari air, $[H_2O]$, praktis sama, yakni sekitar 55 M. Dengan pengetahuan ini, Persamaan (2) dapat ditulis sebagai :

$$K_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA](55)} \quad (3)$$

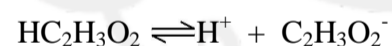
Karena H_3O^+ dan H^+ sekedar lambang yang berlainan untuk proton dalam larutan air, maka $[H_3O^+] = [H^+]$. Setelah menggantikan $[H_3O^+]$ dengan $[H^+]$ dalam Persamaan (3) dan menata ulang persamaan diperoleh

$$K_c \times 55 = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = K_a \quad (4)$$

Perkalian dua tetapan $K_c \times 55$ diungkapkan dengan tetapan K_a , yang disebut tetapan pengionan asam.

Reaksi pengionan seringkali ditulis dalam suatu bentuk sederhana dengan air dihilangkan. Untuk asam monoprotik lemah HA, persamaan pengionan yang disederhanakan adalah $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$. Dapatlah dipandang bahwa tetapan pengionan asam yang diungkapkan untuk HA didasarkan pada persamaan yang disederhanakan ini. Namun harus diingat bahwa tetapan, K_a , mencakup konsentrasi molar air, $[H_2O]$, sebagai suatu tetapan.

Dalam kasus khusus asam asetat, $HC_2H_3O_2$, persamaan pengionan yang disederhanakan adalah



Dan rumus untuk tetapan pengionan asam adalah

$$K_a = \frac{[H^+][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]} \quad (5)$$

Kuat suatu asam dihubungkan dengan derajat pengionannya, yang besarnya dicerminkan oleh harga tetapan pengionan (lihat Tabel 2). Makin kecil harga K_a , makin lemah asam itu.

Tabel 2. Tetapan Pengionan Asam-asam dalam Larutan Air 25°C

Nama	Reaksi pengionan yang Disempurnakan	K_a
Asam klorida	$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$	besar
Asam sulfat	$H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$	besar
	$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$	1.2×10^{-2}
Asam sulfit	$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$	1.3×10^{-2}
	$HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{2-}$	6.3×10^{-8}
Asam klorit	$HClO_2 \rightleftharpoons H^+ + ClO_2^-$	1.1×10^{-2}
Asam fosfat	$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$	7.5×10^{-3}
	$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$	6.2×10^{-8}
	$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$	4.4×10^{-13}
Asam florida	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$	6.6×10^{-4}
Asam nitrit	$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + CHO_2^-$	5.1×10^{-4}
Asam format	$HCHO_2 \rightleftharpoons H^+ + CHO_2^-$	1.8×10^{-4}
Asam asetat	$HC_2H_3O_2 \rightleftharpoons H^+ + C_2H_3O_2^-$	1.8×10^{-5}
Asam karbonat	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	4.3×10^{-7}
	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	5.6×10^{-11}
Asam sulfida	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$	1.1×10^{-7}
	$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S_2^-$	1.0×10^{-14}
Asam hipoklorit	$HClO \rightleftharpoons H^+ + ClO^-$	3.0×10^{-8}
Asam sianida	$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$	6.2×10^{-10}
Sangat kuat	K_a lebih besar daripada 1×10^3	
Kuat	K_a dalam jangka 1×10^3 sampai 1×10^{-2}	
Lemah	K_a dalam jangka 1×10^{-2} sampai 1×10^{-7}	
Sangat lemah	K_a kurang dari 1×10^{-7}	

(Keenan dkk, 1996 : 604)

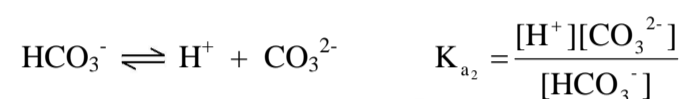
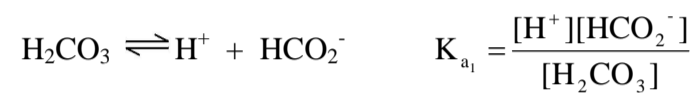
b) Asam Poliprotik Lemah

Asam-asam yang mengandung 2 atau lebih atom H dapat mengalami pengionan secara bertahap sehingga mempunyai lebih dari satu harga K_a . Tiap tahap pengionan melibatkan rumus tetapan pengionan yang berlainan. Untuk pengionan asam poliprotik, H_2S , H_2CO_3 , dan H_3PO_4 , persamaan kesetimbangan dan rumus tetapan pengionannya adalah sebagai berikut :

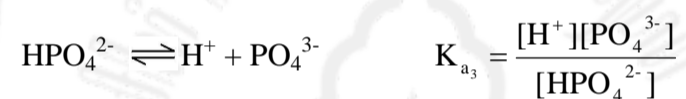
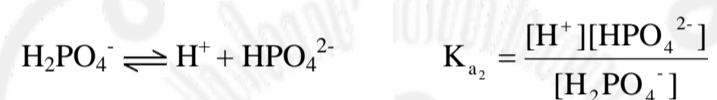
Untuk H_2S



Untuk H_2CO_3 :



Untuk H_3PO_4 :



Dalam suatu larutan asam diprotik, konsentrasi ion-ion yang dibentuk dalam tahap pertama jauh lebih besar daripada yang dibentuk dalam tahap kedua. Dengan memeriksa Tabel 2, akan nampak bahwa harga numeris K_{a_1} berjangka dari 10^4 samapi 10^7 kali harga K_{a_2} . Angka banding untuk tiap tahap dalam pengionan asam tripotik seperti asam fosfat, H_3PO_4 juga demikian.

Penting untuk memperhatikan bahwa semua tahap dalam pengionan asam poliprotik berlangsung dalam larutan yang itu juga. Dalam larutan H_2CO_3 , terdapat hanya satu konsentrasi H^+ dalam hanya satu konsentrasi HCO_3^- . Harga numeris yang sama untuk konsentrasi-konsentrasi ini digunakan dalam menghitung baik K_{a_1} maupun K_{a_2} .

Contoh soal :

Gas H_2S adalah gas yang berbau telur busuk, dapat dihasilkan dari peruraian senyawa organik oleh bakteri anaerob. Jika gas H_2S dilarutkan dalam air hingga jenuh (0,1 M), tentukan besarnya konsentrasi ion-ion H^+ , HS^- , S^{2-} serta H_2S dalam larutan !

Penyelesaian :



Misal H_2S yang terdisosiasi = x

	Konsentrasi awal(M)	Perubahan	Konsentrasi setelah kesetimbangan
H^+	0,0	+ x	x
HS^-	0,0	+ x	x
H_2S	0,1	+ x	0,1 - x

Karena K_{a_1} sangat kecil, maka x dapat diabaikan terhadap 0,1, sehingga :

$$\text{H}_2\text{S} = (0,1 - x) \text{ M} \sim 0,1 \text{ M}$$

$$1,1 \times 10^{-7} = \frac{x \times x}{0,1}$$

$$x^2 = 1,1 \times 10^{-8}$$

$$x = 1,0 \times 10^{-4}$$

Jadi pada kesetimbangan disosiasi yang pertama

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{HS}^-] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{S}] = 0,10 - 1,0 \times 10^{-4} \text{ M} = 0,10 \text{ M.}$$

Misal pada disosiasi tahap ke dua HS^- yang terdisosiasi :

	Konsentrasi awal (M)	Perubahan	Konsentrasi setelah kesetimbangan
H^+	$1,0 \times 10^{-4}$	+ y	$1,0 \times 10^{-4} + y$
S^{2-}	0,0	+ y	y
HS^-	$1,0 \times 10^{-4}$	+ y	$1,0 \times 10^{-4} - y$

Karena K_{a2} sangat kecil HS^- yang terdisosiasi juga sangat kecil, sehingga y dapat diabaikan terhadap $1,0 \times 10^{-4}$.

$$K_{a2} = 1,0 \times 10^{-14} = \frac{\{1,0 \times 10^{-4} + y(y)\}}{1,0 \times 10^{-4} - y}$$

$$1,0 \times 10^{-14} = \frac{1,0 \times 10^{-4} y}{1,0 \times 10^{-4}} = 1,0 \times 10^{-14}$$

jadi setelah terjadi kesetimbangan

$$[H^+] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[HS^-] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[S^{2-}] = 1,0 \times 10^{-14} \text{ M}$$

$$[H_2S] = 0,1 \text{ M}$$

c) Tetapan Pengionan Basa Lemah

Rumus untuk tetapan kesetimbangan untuk larutan encer basa lemah dapat diperoleh dengan cara yang sama seperti untuk asam lemah. Perhatikan larutan encer dalam air dari basa Bronsted-Lowry lemah dan tak bermuatan, yang ditandai dengan lambang B. Persamaan kesetimbangan dan rumus K_c -nya adalah :



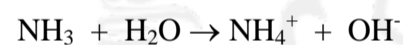
$$K_c = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B][H_2O]} \quad (7)$$

untuk larutan encer, dengan suatu konsentrasi H_2O sekitar 55,5 M,

$$K_c \times 55,5 = K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \quad (8)$$

K_b disebut **tetapan pengionan basa**.

Untuk basa lemah monoprotik misalnya NH_3 dalam air



Dengan cara yang sama dengan disosiasi asam lemah dapat dinyatakan :

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

Tabel 3. Tetapan Pengionan Basa dalam Larutan Air 25°C

Nama	Pengionan Reaksi	K_b
dimetilamina	$(CH_3)_2NH + H_2O \rightleftharpoons (CH_3)_2NH_2^+ + OH^-$	5.9×10^{-4}
metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	4.2×10^{-4}
etilenadamina	$H_2NCH_2CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2NCH_2CH_2NH_3^+ + OH^-$	3.6×10^{-4}
	$H_2NCH_2CH_2NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3NCH_2CH_2NH_3^{2+} + OH^-$	5.4×10^{-7}
trimetilamina	$(CH_3)_3N + H_2O \rightleftharpoons (CH_3)_3NH^+ + OH^-$	6.3×10^{-5}
Amonia	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	1.8×10^{-5}
Hidrazina	$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$	9.8×10^{-7}
	$N_2H_5^+ + H_2O \rightleftharpoons N_2H_6^{2+} + OH^-$	1.3×10^{-15}
hidroksilamina	$HONH_2 + H_2O \rightleftharpoons HONH_3^+ + OH^-$	9.1×10^{-9}

(Keenan dkk, 1996 : 605)

d. Derajat Keasaman (pH) Larutan

Derajat atau tingkat keasaman larutan bergantung pada ion H^+ dalam larutan. Untuk pentederhanaan penulisan, seorang kimiawan dari Denmark bernama Sorensen (1868 – 1939), mengusulkan konsep pH untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ . Huruf p ini berasal dari istilah *Potenz* (Jerman) yang berarti pangkat atau eksponen sehingga pH dapat dibaca pangkat hidrogen atau eksponen hidrogen, *puissance* (Perancis), *power* (Inggris).

Nilai pH sama dengan logaritma dari konsentrasi ion hidrogen dengan diberi tanda negatif, atau logaritma dari kebalikan konsentrasi ion hidrogen. Secara matematik diungkapkan dengan persamaan :

$$pH = -\log [H^+] = \log \frac{1}{[H^+]} \text{ atau } [H^+] = 10^{-pH}$$

Keasaman (*acidity*) atau kebasaaan (*alkalinity*) larutan biasanya dinyatakan dengan pH. pH larutan-larutan air dalam kebanyakan kasus akan terletak antara nilai-nilai 0 dan 14. Dalam larutan 1 M asam kuat berbasaa satu

$$pH = -\log 1 = 0$$

sedang pH dari larutan 1 M basa kuat monovalen adalah

$$pH = -\log 10^{-14} = 14$$

Jika larutan netral,

$$pH = -\log 10^{-7} = 7$$

Dari definisi di atas, akibatnya adalah

untuk larutan asam $pH < 7$

untuk larutan basa $pH > 7$

Makin kecil (rendah) pH, larutan makin *asam*.

Makin besar (tinggi) pH, larutan makin *basa*.

Istilah pOH dipakai secara analog untuk eksponen ion hidroksi, yaitu

$$pOH = -\log [OH^-] = \log \frac{1}{[OH^-]} \text{ atau } [OH^-] = 10^{-pOH}$$

Untuk sembarang larutan air, berlaku korelasi

$$pH + pOH = 14$$

Tabel 4. Hubungan antara pH dengan pOH pada 25°C

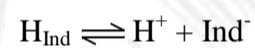
PH	$[H^+]$ (M)	$[OH^-]$ (M)	pOH
----	-------------	--------------	-----

	14			0
	13	10^{-13}	10^{-1}	1
	12			2
basa	11	10^{-11}	10^{-3}	3 [OH ⁻] » [H ⁺]
	10			4
	9	10^{-9}	10^{-5}	5
	8			6
netral	7	10^{-7}	10^{-7}	7 [H ⁺] ~ [OH ⁻]
	6			8
	5	10^{-5}	10^{-9}	9
	4			10
asam	3	10^{-3}	10^{-11}	11 [H ⁺] » [OH ⁻]
	2			12
	1	10^{-1}	10^{-13}	13
	0			14
	-1	10	10^{-15}	15

(Hiskia Achmad, 1990 : 95)

e. Indikator Asam Basa

Indikator asam basa biasanya berupa senyawa organik yang bersifat asam basa lemah. Warna indikator dalam medium dengan pH tertentu dapat berbeda bila berada dalam medium dengan pH lain. Jika suatu indikator asam lemah diberi simbol H_{Ind} , maka kesetimbangan ionisasi H_{Ind} dapat ditulis :



$$K_{H_{Ind}} = \frac{[H^+][Ind^-]}{[H_{Ind}]} \quad \frac{[Ind^-]}{[H_{Ind}]} = \frac{K_{H_{Ind}}}{[H^+]}$$

Karena $K_{H_{Ind}}$ tetap pada suhu tetap, jika indikator berada dalam larutan yang $[H^+]$ -nya rendah, $\frac{[Ind^-]}{[H_{Ind}]}$ menjadi besar atau kesetimbangan bergeser ke arah Ind^- sehingga warna Ind^- menjadi lebih dominan. Jika indikator berada dalam larutan yang $[H^+]$ -nya tinggi $\frac{[Ind^-]}{[H_{Ind}]}$ menjadi lebih kecil atau kesetimbangan bergeser ke arah H_{Ind} , sehingga warna H_{Ind} menjadi lebih dominan. Atau secara kualitatif jika $[H^+]$

dari H_{Ind} besar $[OH^-]$ ini akan bereaksi dengan H^+ dari H_{Ind} membentuk H_2O sehingga kesetimbangan ke arah Ind^- .

Salah satu contoh indikator yang bersifat asam lemah misalnya fenolftalein. Fenolftalein merupakan molekul organik dengan gugus fenol. Fenolftalein tidak berwarna, tetapi bila melepaskan ion H^+ akan membentuk ion yang terstabilkan oleh resonansi dan berwarna merah. Sehingga bila pp berada dalam larutan yang pH-nya rendah tidak berwarna, sedang dalam larutan yang pH nya tinggi berwarna merah. Trayek perubahan warna pp pada pH 8-10, maka pp dalam larutan HCl tidak berwarna sedangkan dalam larutan NaOH berwarna merah.

Trayek perubahan warna beberapa indikator asam basa seperti pada tabel berikut.

Tabel 5. Trayek Perubahan Warna Beberapa Indikator Asam Basa

Nama Indikator	Trayek pH	Perubahan Warna
kuning metil	2 - 6	merah - kuning
dinitrofenol	2,4 - 4,0	tak berwarna - kuning
jingga metil	8 - 4,5	merah - kuning
merah metil	0,4 - 6,6	merah - kuning
lakmus	6 - 8	merah - biru
fenolftalein	8 - 10	tak berwarna - merah
timolftalein	10 - 12	kuning - ungu
trinitrobanrena	12 - 13	tak berwarna - kuning

(Agus Budiharto &Tri Redjeki, 1999 : 39)

Penggunaan indikator asam basa misalnya pada titrasi asam basa. Penulisan indikator titrasi berdasarkan pada trayek perubahan warna indikator serta pH pada saat titrasi mencapai titik ekuivalen. Misalnya pada titrasi larutan HCl dengan larutan NaOH digunakan indikator pp.

f. Reaksi Asam Basa

1) Asam Kuat dan Basa Kuat

Bila kuantitas ekuiemolar dari suatu asam kuat seperti asam klorida, HCL, dan suatu basa kuat seperti natrium hidroksida, NaOH, dicampur dalam suatu larutan air, ion hidronium dari asam dan ion hidroksida dari basa, akan

bersenyawa membentuk air. Reaksi ini dikenal sebagai **penetralan**. Persamaan

ion lengkapnya adalah



Atau lebih sederhana



Persamaan ion nettonya

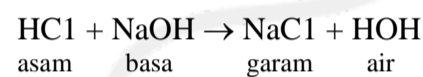


Atau lebih sederhana



Bila spesi asam dan basa bereaksi, dikatakan spesi-spesi ini saling menetralkan. Setelah reaksi antara asam klorida dan natrium hidroksida lengkap, tinggalah larutan dari ion Na^+ dan Cl^- . Meskipun kedua ion penonton ini tidak terlibat dalam penetralan, dapatlah dikatakan bahwa larutan NaCl terbentuk sebagai akibat reaksi asam basa.

Pemaparan lama dari reaksi penetralan hanya menunjukkan asam dan basa yang dicampur dan zat-zat yang ada pada saat reaksi ini selesai, tanpa memperhatikan pelarut yang digunakan, jika ada. Reaksi antara HCl dan NaOH , baik dalam bentuk murni maupun dalam larutan air, ditafsirkan sebagai



Persamaan penetralan keseluruhan masih sering ditulis dengan cara ini. Contoh lain :

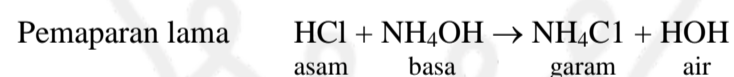


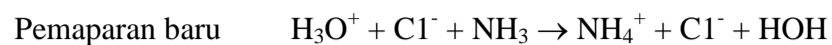
Perhatikan bahwa dalam netralisasi asam diprotik, asam sulfat, dengan natrium hidroksida, 2 mol NaOH diperlukan untuk tiap mol H_2SO_4 .

2) Asam Kuat dan Basa Lemah

Meskipun istilah penetralan lazim digunakan untuk reaksi apa saja antara asam dengan basa, tak selalu akan dihasilkan larutan yang benar-benar netral. Memang larutan netral hanya diperoleh bila asam dan basa itu sama kuatnya.

Perhatikan apa yang terjadi bila asam kuat, seperti HCl , dan amonia, NH_3 , suatu basa dicampur dalam larutan air. Persamaan berikut dapat digunakan untuk memaparkan reaksi ini :

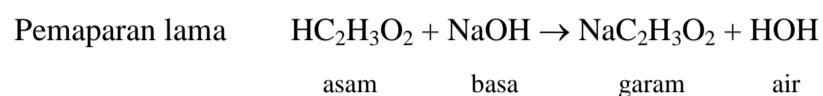




Larutan amonium klorida yang diperoleh bersifat agak asam karena ion NH_4^+ berfungsi sebagai suatu asam dalam larutan air.

3) Asam Lemah dan Basa Kuat

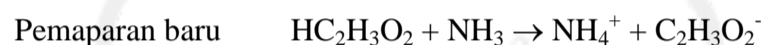
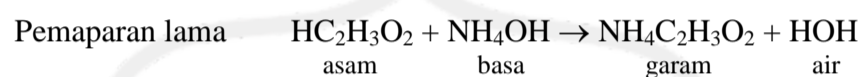
Reaksi dalam larutan air dari asam lemah seperti asam asetat, $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, dengan basa kuat NaOH dapat dinyatakan oleh persamaan berikut :



Larutan natrium asetat yang dihasilkan bersifat agak basa karena ion asetat berfungsi sebagai basa dalam larutan air.

4) Asam Lemah dan Basa Lemah

Reaksi dalam larutan air dari asam asetat yang lemah itu dengan basa lemah amonia. Persamaan berikut ini :



Larutan amonium asetat, $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$, yang dihasilkan, praktis netral. Ini karena kuat asam ion NH_4^+ tepat diimbangi oleh kuat basa dari ion $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$.

Sebagai ringkasan, reaksi asam dan basa yang sama kekuatannya, akan menghasilkan larutan netral. Asam dan basa yang bereaksi dapat keduanya kuat maupun keduanya lemah. Reaksi asam dan basa dengan kekuatan yang berlainan akan menghasilkan larutan yang bersifat asam lemah atau basa lemah, bergantung pada kekuatan asam konjugat dan basa konjugat yang dihasilkan. Jika asam yang dihasilkan itu lebih kuat daripada basa yang dihasilkan, maka diperoleh larutan asam lemah. Sebaliknya jika basa yang dihasilkan lebih kuat daripada asam yang dihasilkan, akan diperoleh larutan basa lemah. Terlepas dari kekuatan relatif asam dan basa yang terlibat, semua reaksi asam-basa semacam itu lazim dirujuk sebagai reaksi penetralan.

g. Titration Asam dan Basa

Titration is a process of determining the amount of a solution with a known concentration that is required to react completely with a certain amount of a substance to be analyzed. Acid-base neutralization reactions can be used to determine the concentration of an acid or base solution. In this case, a certain amount of acid solution is titrated with a base solution, or vice versa, until the equivalence point (acid and base react completely). If the concentration of one solution (acid or base) is known, then the concentration of the other solution can be determined. The process of determining the concentration of a solution in this way is called *acid-base titration*.

To determine the equivalence point, an indicator can be used. The indicator must change color around the equivalence point. Titration (dropwise) is stopped exactly when the indicator shows a color change. Because of this, the point of color change of the indicator is called the **end point of titration.**

**Contoh : Menetapkan kemolaran larutan HCl
dengan larutan NaOH 0,1 M.**

**Sebanyak 25 mL larutan HCl dan 3 tetes
larutan fenolftalein ditempatkan dalam sebuah gelas
Erlenmeyer, kemudian ditetesi dengan larutan
NaOH 0,1 M melalui buret. Penetesan dilanjutkan
hingga larutan berubah warna menjadi merah.**

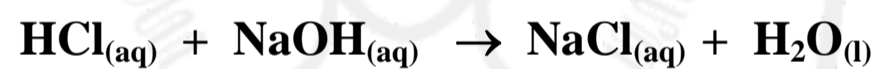
**Setelah larutan berwarna merah, penetesan
dihentikan dan volum NaOH yang terpakai dicatat.**

**Data ini dapat digunakan untuk menentukan
kemolaran larutan HCl sebagai berikut :**

**Misal volum larutan NaOH yang terpakai adalah 20
mL.**

$$\begin{aligned}\text{Jumlah mol NaOH} &= 20 \times 0,1 \text{ mmol} \\ &= 2 \text{ mmol}\end{aligned}$$

**2 mmol NaOH ~ 2 mmol HCl (lihat persamaan
reaksi)**



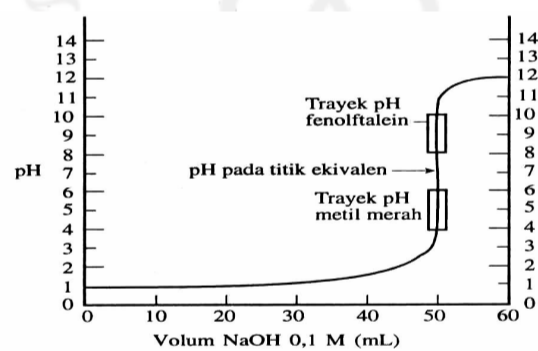
$$\begin{aligned}\text{Kemolaran larutan HCl, } M &= \frac{n}{V} \\ &= \frac{2 \text{ mmol}}{25 \text{ mL}}\end{aligned}$$

$$= 0,08 \text{ mol L}^{-1}$$

Jika larutan asam ditetesi dengan larutan basa maka pH larutan akan naik. Sebaliknya, jika larutan basa ditetesi dengan larutan asam maka pH larutan akan turun. Grafik yang menyatakan perubahan pH pada penetesan asam dengan basa (atau sebaliknya) disebut kurva titrasi. Kurva titrasi berbentuk huruf S, yang pada titik tengahnya merupakan titik ekuivalen. Pada bagian berikut akan dibahas tiga jenis kurva titrasi.

1) Penetralan Asam Kuat oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam kuat oleh basa kuat, sebagai contoh 50 mL larutan HCl 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 60 mL.



Gambar 1. Kurva titrasi asam kuat dengan basa kuat, dalam hal ini titrasi larutan HCl dengan larutan NaOH.

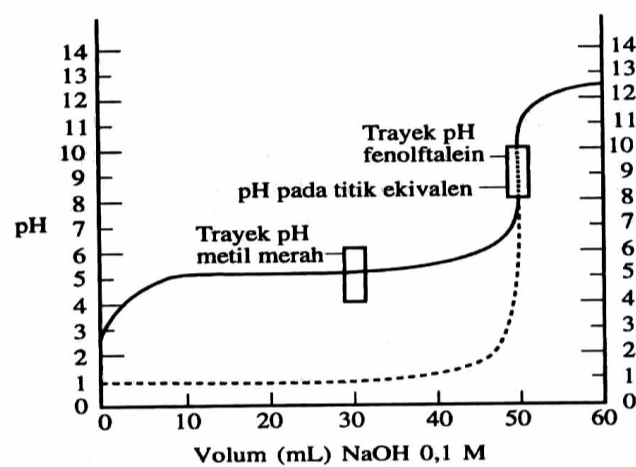
Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari kurva di atas adalah :

- a. Mula-mula pH larutan naik sedikit demi sedikit, tetapi perubahan yang cukup drastis terjadi sekitar titik ekuivalen. Secara stoikiometri, titik ekuivalen tercapai pada saat volum NaOH yang ditambahkan sebanyak 50 mL. Kurva memperlihatkan bahwa sedikit sebelum dan sedikit sesudah titik ekuivalen, terjadi perubahan pH dari sekitar 4 menjadi 10.**
- b. Titik ekuivalen, pH larutan pada saat asam dan basa tepat habis bereaksi adalah 7 (netral).**
- c. Untuk menunjukkan titik ekuivalen dapat digunakan indikator metil merah, bromtimol biru, atau fenolftalein. Indikator-indikator itu berubah warna pada sekitar titik ekuivalen. Oleh karena perubahan warna fenolftalein lebih tajam**

(lebih mudah diamati), maka fenolftalein lebih sering digunakan.

2) Penetralan Asam Lemah oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam lemah oleh basa kuat, dalam hal ini 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 60 mL.



Gambar 2. Kurva Titrasi Asam Lemah oleh Basa Kuat

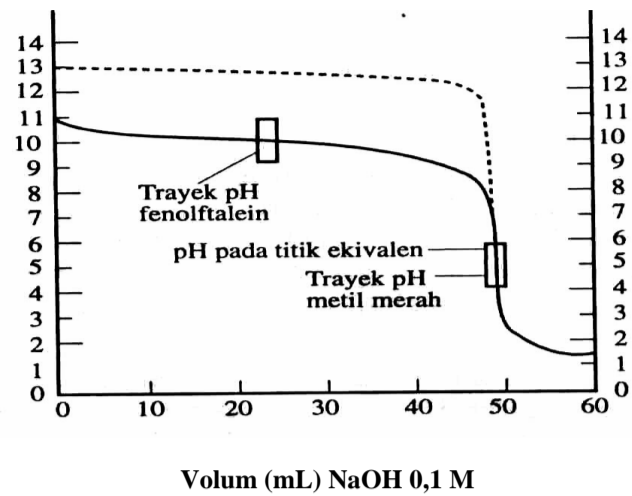
Garis tebal hitam memperlihatkan kurva titrasi asam lemah dengan basa kuat, dalam hal ini asam

asetat dengan NaOH. Garis putus-putus memperlihatkan kurva titrasi asam kuat dengan basa kuat.

Dari gambar 2 dapat disimpulkan :

- a. Titik ekuivalen berada di atas 7, yaitu antara 8-9.**
 - b. Lonjakan perubahan pH pada sekitar titik ekuivalen lebih sempit, hanya sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ± 7 hingga pH ± 10 .**
 - c. Untuk menunjukkan titik ekuivalen dapat digunakan fenolftalein. Metil merah tidak dapat digunakan karena akan mengalami perubahan warna jauh sebelum tercapai titik ekuivalen.**
- 3) Penetralan Basa Lemah oleh Asam Kuat

Perubahan pH pada penetralan basa lemah oleh asam kuat, misalnya 50 mL larutan NH_3 0,1 M yang ditetesi dengan larutan HCl 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 60 mL.



Gambar 3. Kurva Titrasi Basa Lemah oleh Asam Kuat

Garis hitam tebal menunjukkan kurva titrasi basa lemah dengan asam kuat, dalam hal ini larutan NH_3 dengan larutan HCl . Garis putus-putus merupakan kurva titrasi basa kuat dengan asam kuat.

Dari gambar 3 di atas dapat disimpulkan :

- Titik ekuivalen, pH larutan pada penetralan basa lemah oleh asam kuat berada di bawah 7.
- Lonjakan pH sekitar titik ekuivalen juga lebih sempit, hanya sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ± 7 hingga pH ± 4 .

- c. Untuk menunjukkan titik ekuivalen dapat digunakan indikator metil merah (trayek 4,2 - 6,3).

B. Kerangka Pemikiran

Keberhasilan dalam belajar merupakan tujuan yang dikehendaki, baik oleh pendidik maupun peserta didik. Tingkat keberhasilan belajar dipengaruhi beberapa faktor antara lain siswa yang belajar, kurikulum, guru, lingkungan, fasilitas dan administrasi.

Dalam belajar ilmu kimia, untuk memperoleh pembelajaran yang optimal diperlukan pengetahuan dan pengalaman materi sebelumnya yang berhubungan. Materi stoikiometri, persamaan

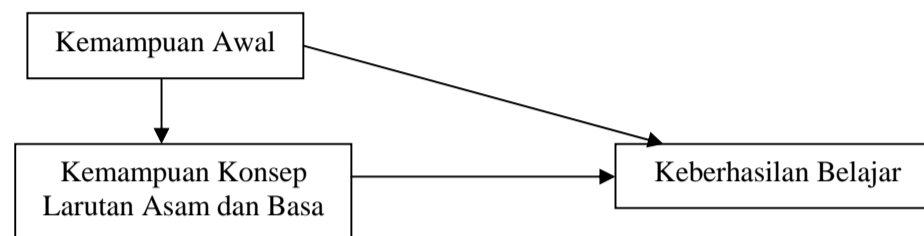
reaksi, dan kesetimbangan kimia merupakan materi yang berhubungan dengan pokok bahasan larutan asam dan basa. Karena pada dasarnya materi ini adalah memadukan juga mengembangkan materi sebelumnya yang saling berkaitan. Materi pelajaran kimia yang berisi konsep-konsep yang saling berhubungan satu sama lain, menuntut siswa untuk memahami konsep-konsep tersebut.

Ketidakmampuan siswa dalam memahami konsep yang mendahului akan berpengaruh terhadap keberhasilan siswa dalam mempelajari materi lebih lanjut. Dengan demikian siswa yang telah menguasai materi stoikiometri, persamaan reaksi dan kesetimbangan kimia memiliki pembelajaran kimia yang optimal pada pokok bahasan larutan asam dan basa daripada siswa yang kurang memahami materi tersebut.

Dengan demikian prestasi yang belajar yang diperoleh akan optimal pula. Jika kemampuan awal telah dikuasai dengan baik, maka kemampuan konseptual larutan asam dan basa akan baik

sehingga diharapkan akan dapat mempengaruhi keberhasilan belajar siswa pada pokok bahasan larutan asam dan basa.

Dari uraian di atas dapat diilustrasikan kerangka pemikiran seperti ditunjukkan pada skema sebagai berikut :



Gambar 4. Skema Kerangka Pemikiran

C. Hipotesis

Dari kajian teori dan kerangka pemikiran di atas dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

1. Ada hubungan kausal antara kemampuan awal dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.
2. Ada hubungan kausal antara kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.

3. Ada hubungan kausal antara kemampuan awal dan kemampuan konseptual larutan asam dan basa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada siswa kelas 2 semester II SMU Negeri 4 Surakarta tahun pelajaran 2002/2003.

Waktu penelitian dilaksanakan pada semester dua pada bulan Maret 2003 sesuai dengan alokasi waktu dari materi larutan asam dan basa.

B. Metode Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka penelitian ini menggunakan metode kausal korelasional. Metode ini mengkaji hubungan kausal antara kemampuan awal, kemampuan konseptual dan keberhasilan belajar larutan asam dan basa.

Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut

:

1. Observasi dan perijinan penelitian di SMU Negeri 4 Surakarta.
2. Menentukan kelas yang akan digunakan untuk penelitian.
3. Melaksanakan uji coba instrumen, mengolah hasil uji coba sehingga instrumen dianggap baik dan dapat digunakan.
4. Memberi tes kepada sampel, mengelola data serta analisis data.

5. Menguji hipotesis dan menarik kesimpulan.

C. Populasi dan Sampel

Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas 2 SMU Negeri 4 Surakarta tahun pelajaran 2002/2003 yang berjumlah sembilan kelas.

Sampel

Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik random sampling sehingga diperoleh sampel kelas yang terdiri dari 37 siswa.

D. Teknik Pengumpulan Data

6. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Variabel <i>eksogenus</i>	Variabel <i>endogenus</i>	
X₁	X₂	X₃
Kemampuan awal	Kemampuan konseptual	Keberhasilan belajar

- a. Variabel *eksogenus* yaitu variabel yang variabilitasnya diasumsikan terjadi oleh karena penyebab-penyebab di luar model kausal.

- b. Variabel *endogenus* yaitu variabel yang variabilitasnya dijelaskan oleh variabel *eksogenus* dan variabel *endogenus* dalam sistem.

3. Instrumen penelitian

Berdasarkan variabel-variabel yang diteliti, selanjutnya disusun instrumen yang relevan. Adapun instrumen yang dimaksud adalah :

a. Instrumen untuk mengukur kemampuan awal

Untuk memperoleh data tentang kemampuan awal, maka disusun instrumen berdasarkan indikator-indikator yang ada.

Bentuk tes berupa tes objektif

b. Instrumen untuk mengukur kemampuan konseptual

Untuk memperoleh data tentang kemampuan konseptual siswa, maka disusun instrumen yang berisi soal-soal dari materi larutan asam dan basa yang berupa tes obyektif beralasan.

Tes obyektif beralasan adalah suatu cara yang ditempuh antara lain dengan mengontrol suatu item, menggunakan suatu item yang lain dimana keduanya mempersoalkan hal yang sama atau

mengontrol lewat pilihan beralasan. Dengan cara ini siswa dianggap benar atau bisa mengerjakan kalau pilihan dan alasannya benar. Dengan tes obyektif beralasan ini dapat mengetahui kemampuan pemahaman siswa dalam arti mengetahui jalan pikiran untuk sampai pada jawaban yang benar. Dengan memperhatikan alasan yang dipilih, merupakan dasar untuk memilih jawaban yang benar, sehingga apabila siswa belum betul-betul paham materi yang diujikan maka siswa tersebut tidak mempunyai kemungkinan yang cukup benar untuk menebak. Dengan adanya alasan secara otomatis menuntut pemikiran yang benar.

c. Instrumen untuk mengukur keberhasilan belajar larutan asam dan basa

Untuk memperoleh data tentang keberhasilan belajar larutan asam dan basa disusun suatu instrumen yang berisis soal-soal materi larutan asam dan basa. Bentuk soal adalah tes obyektif beralasan yang dibuat mengacu pada Tujuan

**Instruksional Khusus (TIK) pokok bahasan
larutan asam dan basa dalam Garis-Garis Besar
Program Pengajaran.**

4. Uji Coba Instrumen

**Uji coba instrumen sangat diperlukan dalam
suatu penelitian untuk mengetahui kelayakan
instrumen yang digunakan dalam penelitian. Uji
coba instrumen dimaksudkan untuk mendapatkan
alat pengukuran yang benar-benar sesuai dengan
sasaran. Untuk itu perlu dilakukan uji validitas dan
reliabilitas item.**

a. Validitas

**Validitas suatu tes adalah taraf sampai dimana
suatu tes mampu mengukur apa yang seharusnya
diukur (Masidjo, 1995 : 243). Suatu uji validitas
digunakan untuk mengetahui valid atau tidaknya
tiap item soal atau angket. Sebuah item dikatakan
valid apabila mempunyai dukungan yang besar
terhadap skor total. Jadi untuk menguji validitas
setiap butir soal maka skor-skor yang ada pada**

butir-butir yang dimaksud dikorelasikan dengan skor total. Skor butir dipandang sebagai nilai X dan skor total dipandang sebagai nilai Y. Butir soal yang valid digunakan dalam pengambilan data siswa.

Teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui validitas instrumen dalam penelitian ini adalah teknik korelasi *product moment* dari Karl

Pearson sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

(Masidjo, 1995

: 246)

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi suatu butir item

N = cacah subyek

X = skor butir item tertentu

Y = skor total

Klasifikasi validitas soal adalah sebagai berikut :

0,91 – 1,00 = sangat tinggi

0,71 – 0,90 = tinggi

0,41 – 0,70 = cukup

0,21 – 0,40 = rendah

negatif – 0,20 = sangat rendah

(Masidjo, 1995 : 243)

Uji validitas dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 12 dan lampiran 13.

b. Reliabilitas

Reliabilitas suatu tes adalah taraf sampai dimana suatu tes mampu menunjukkan konsistensi hasil pengukuran yang diperlihatkan dalam taraf ketepatan dan ketelitian hasil. Suatu tes yang reliabel menunjukkan ketepatan dan ketelitian hasil dalam data atau berbagai pengukuran. Dengan kata lain skor tersebut dari berbagai pengukuran, tidak menunjukkan penyimpangan atau perbedaan-perbedaan yang berarti.

Metode penentuan taraf reliabilitas digunakan metode Kuder-Richardson ke-20 dengan rumus:

$$r_{tt} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S_t^2 - \sum pq}{S_t^2} \right)$$

(Masidjo, 1995

: 233)

Keterangan :

r_{tt} = koefisien reliabilitas

n = jumlah item

S = deviasi standar

p = indeks kesukaran

q = $1 - p$

Suatu instrumen dikatakan reliabel (handal), secara manual dapat dikonsultasikan dengan tabel, yaitu jika $r_{tt} > r_{tabel}$ maka instrumen atau soal dikatakan reliabel.

Klasifikasi reliabilitas tes adalah sebagai berikut :

0,91 – 1,00 = sangat tinggi

0,71	-	0,90	=	tinggi
0,41	-	0,70	=	cukup
0,21	-	0,40	=	rendah
negatif	-	0,20	=	sangat rendah

(Masidjo, 1995 : 209)

Uji reliabilitas dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 12, dan lampiran 13.

c. **Taraf Kesukaran**

Taraf kesukaran suatu item dapat diketahui dari banyak siswa yang menjawab benar. Taraf kesukaran suatu item dinyatakan dalam suatu bilangan indeks yang disebut Indeks Kesukaran (IK). Yang dimaksud adalah suatu bilangan yang merupakan hasil perbandingan antara jawaban benar yang diperoleh dengan jawaban benar yang seharusnya diperoleh dari suatu item.

Untuk menghitung bilangan indeks kesukaran suatu item dipergunakan rumus sebagai berikut:

$$IK = \frac{B}{N \times \text{skor maksimal}}$$

(Masidjo, 1995

: 189)

Keterangan rumus :

IK = indeks kesukaran

B = jumlah jawaban benar yang diperoleh siswa dari suatu item

N = kelompok siswa

Skor maksimal = besarnya skor yang dituntut oleh suatu jawaban benar dari suatu item.

$N \times$ skor maksimal = jumlah jawaban benar yang seharusnya diperoleh siswa dari suatu item

Klasifikasi kesukaran soal adalah sebagai berikut :

0,81 – 1,00 = mudah sekali

0,61 – 0,80 = mudah

0,41 – 0,60 = sedang/cukup

0,21 – 0,40 = sukar

0,00 – 0,20 = sangat sukar

(Masidjo, 1995 : 194)

Uji taraf kesukaran dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 12, dan lampiran 13.

d. **Taraf Pembeda Suatu Item**

Taraf pembeda suatu item adalah taraf sampai dimana jumlah jawaban benar dari siswa yang tergolong kelompok atas (pandai) berbeda dari siswa yang tergolong kelompok bawah (bodoh) untuk suatu item. Bilangan yang menunjukkan hasil perbandingan antara jawaban benar dari kelompok atas dan kelompok bawah yang diperoleh, dengan perbedaan jawaban benar dari siswa yang tergolong kelompok atas dan bawah yang seharusnya diperoleh disebut Indeks Diskriminasi (ID). ID suatu item sebesar 0,00 berarti tidak ada perbedaan jawaban

benar antara siswa yang tergolong kelompok atas dan bawah. Indeks Diskriminasi suatu item sebesar 1,00 berarti ada perbedaan yang sempurna dari jawaban benar antara siswa yang tergolong kelompok atas dan bawah.

Untuk menghitung ID suatu item digunakan rumus sebagai berikut :

$$ID = \frac{KA - KB}{NKA \text{ atau } NKB \times \text{ skor maksimal}}$$

(Masidjo, 1995 : 198)

Keterangan rumus :

ID = indeks diskriminasi

KA = jumlah jawaban benar yang diperoleh dari siswa kelompok atas

KB = jumlah jawaban benar yang diperoleh dari siswa kelompok bawah

NKA atau NKB = jumlah siswa yang tergolong kelompok atas atau kelompok bawah

NKA atau NKB x skor maksimal = perbedaan jawaban benar dari siswa kelompok atas dan bawah yang seharusnya diperoleh

Klasifikasi daya beda soal adalah sebagai berikut :

0,80 – 1,00 = sangat membedakan

0,60 – 0,79 = lebih membedakan

0,40 – 0,59 = cukup membedakan

0,20 – 0,39 = kurang membedakan

negatif – 0,19 = sangat kurang membedakan

(Masidjo, 1995 : 201)

Uji taraf pembeda dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 12, dan lampiran 13.

E. Teknik Analisis Data

Bertolak pada perumusan masalah, kerangka pemikiran dan perumusan hipotesis, maka teknik analisis data yang digunakan adalah analisis jalur.

Adapun sebelum menggunakan analisis jalur terdapat uji prasyarat analisis yaitu berupa uji normalitas dan uji linearitas.

1. Uji Prasyarat Analisis

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk membuktikan bahwa sampel berasal dari populasi berdistribusi normal. Dalam penelitian ini digunakan statistik “metode Liliefors”, (Sudjana, 1992 : 56) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Hipotesis

H_0 = sampel berasal dari populasi normal

H_1 = sampel tidak berasal dari populasi normal

2) Statistik Uji

$$L = \max |F(z_i) - S(z_i)|$$

Dimana :

$$F(z_i) = P(z \leq z_i) : z \sim N(0,1)$$

**$S(z_i) =$ proporsi cacah $z \leq z_i$ terhadap seluruh
cacah z_i**

$z_i =$ skor standar, $x_i = (x_i - \bar{x})/s$

3) Daerah kritik (DK)

**$L > L_{\alpha; n}$ yang diperoleh dari tabel Liliefors
pada tingkat signifikan α dan derajat bebas n
(ukuran sampel)**

4) Keputusan uji

**Ho ditolak jika $L \in DK$
(Sudjana, 1996**

: 466)

b. Uji Linearitas

**Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah
hubungan antara variabel-variabel bebas dan
variabel terikat bersifat linear.**

1) Mencari persamaan regresi

Persamaan regresi linear sederhana adalah $Y =$

$a + bx$, harga a dan b dapat dicari dengan

rumus :

$$a = \frac{\{\sum Y)(\sum X_i) - (\sum X_i)(\sum X_i Y)\}}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y - (\sum X_i)(\sum Y)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

2) Uji Linearitas Persamaan Regresi Linear Sederhana

Sebelum uji ini dilakukan dulu mencari nilai-nilai sebagai berikut :

$$JK(T) = \sum Y^2$$

$$JK(a) = \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$JK(b/a) = b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\}$$

$$JK(S) = JK(T) - JK(a) - JK(b/a)$$

$$JK(G) = \sum_{xi} \left\{ \frac{\sum Y^2 - (\sum Y)^2}{ni} \right\}$$

$$JK(TC) = JK(S) - JK(G)$$

$$S^2_{TC} = \frac{JK(TC)}{k-2}$$

$$S^2_{Reg} = JK(b/a)$$

$$S^2_{Sis} = \frac{JK(S)}{n-2}$$

$$S^2_G = \frac{JK(G)}{n-k}$$

Prosedur pengujian :

a) Hipotesis

H₀ = model regresi adalah linear

H_1 = model regresi adalah tidak linear

b) Statistik uji

$$F = \frac{S^2_{TC}}{S^2(G)}$$

c) Daerah kritik

$$F > F(\alpha) ; (k - 2) (n - k)$$

d) Keputusan uji

**Ho ditolak bila $F > F$ tabel atau H_1 diterima
jika $F > F$ tabel**

(Sudjana, 1996 : 6-22)

dimana :

F = bilangan F untuk uji linieritas

S^2_{Tc} = variasi tuna cocok

S^2_g = variasi galat

2. Menghitung Koefisien Korelasi r_{ij}

Sebelum menghitung koefisien jalur, lebih dahulu dihitung koefisien korelasi antar variabel penelitian.

Koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus Korelasi Product Moment sebagaimana yang ditulis oleh Suharsimi Arikunto (1995 : 69).

$$r = \frac{N \cdot \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{[N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][N \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}$$

3. Menghitung Koefisien Jalur (β_{ij})

Koefisien jalur menunjukkan pengaruh langsung dari variabel penyebab terhadap variabel akibat. Didalam koefisien jalur mengandung maksud bahwa j menyatakan indeks variabel akibat dan i menyatakan indeks variabel penyebab. Lebih lanjut penulisan koefisien jalur dan koefisien korelasi adalah $(p_{j,i})$, $(r_{i,j})$.

Untuk koefisien jalur variabel penelitian lebih dahulu ditransformasikan kedalam variabel standar sehingga diperoleh skor baku dari x_j disajikan dengan simbol z_j dan didefinisikan sebagai berikut :

$$z_j = \frac{x_j - \bar{x}_j}{S_j}$$

dimana :

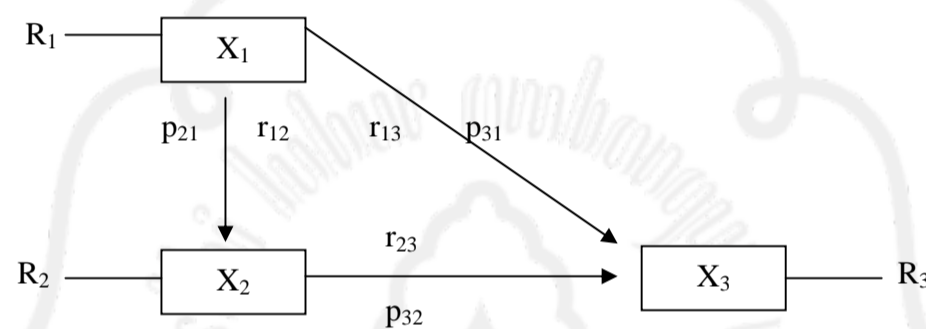
z_j = variabel standar dari x_j

x_j = data variabel penelitian, $j = 1, 2, 3, 4$

\bar{x}_j = rerata data variabel x_j

S_j = simpangan baku variabel x_j

Diagram jalur



Gambar 5. Diagram Analisis Jalur

Keterangan :

X_j = variabel penelitian, $j = 1, 2, 3$

R_j = variabel residu dari X_j (e_j)

R_{ij} = koefisien korelasi variabel X_j dengan variabel X_i

P_{ji} = koefisien jalur dari X_j sebagai variabel akibat dan X_i sebagai variasi penyebab

Pada diagram anak panah menunjukkan arah kausalnya, variabel yang terletak pada pengkal anak panah sebagai penyebab, sedangkan variabel anak panah sebagai akibat.

Dari diagram jalur di atas merupakan ilustrasi dari kerangka pemikiran terlihat bahwa koefisien-koefisien jalur p_{21} dari X_1 ke X_2 , p_{31} dari X_1 ke X_3 dan p_{32} dari X_2 ke X_3 .

Variabel X_1 adalah kemampuan awal, yang memiliki hubungan dengan X_3 dimana X_3 adalah keberhasilan belajar siswa, merupakan variabel *endogenous* jadi variabel tersebut dituliskan dalam bentuk angka baku z , hanyalah dinyatakan oleh suku residual e_1 saja, yakni $z_1 = e_1$. Variabel X_2 adalah kemampuan konseptual yang bergantung pada X_1 , serta memiliki hubungan dengan X_3 , juga bergantung pada residual e_2 dengan koefisien jalur p_{21} . Persamaannya (dinyatakan dalam angka baku z) adalah $z_2 = p_{21} z_1 + e_2$. Jika cara ini diteruskan untuk variabel endogen X_3 , maka diperoleh sistem rekursif sebagai berikut :

$$\begin{aligned} z_1 &= e_1 \\ z_2 &= p_{21} z_1 + e_2 \\ z_3 &= p_{31} z_1 + p_{32} z_2 + e_2 \end{aligned}$$

Hubungan antar dua variabel terstandar dengan koefisien korelasi dinyatakan dengan rumus :

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \sum z_i z_j \quad \dots\dots\dots (1)$$

(Sudjana, 1992 : 295–304)

keterangan :

r_{ij} = koefisien korelasi antara variabel akibat dengan variabel penyebab

n = banyak pengamatan

$\sum z_i z_j$ = jumlah angka baku antara variabel akibat dan variabel penyebab

Untuk memperoleh hubungan antara koefisien jalur dengan koefisien korelasi harus dilakukan langkah-langkah perhitungan. Pertama, persamaan z_j disubstitusikan pada persamaan 1. Kedua, persamaan satu tersebut dijabarkan dan diperoleh hubungan antar r_{ij} dengan p_{ji} .

Cara perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 \mathbf{a.} \quad r_{12} &= \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot z_2 \\
 &= \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot (p_{21} \cdot z_1 + e_2) \\
 &= p_{21} \cdot \frac{1}{N} \sum z_1^2 + \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot e_2 \\
 &= \mathbf{p_{21} \cdot 1 + 0} \\
 &= \mathbf{p_{21}}
 \end{aligned}$$

.....

..... **(2)**

$$\begin{aligned}
 \mathbf{b.} \quad r_{13} &= \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot z_3 \\
 &= \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot (p_{31} \cdot z_1 + p_{32} \cdot z_2 + e_3) \\
 &= p_{31} \cdot \frac{1}{N} \sum z_1^2 + p_{32} \cdot \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot z_2 + \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot e_3 \\
 &= \mathbf{p_{31} \cdot 1 + p_{32} \cdot r_{12} + 0} \\
 &= \mathbf{p_{31} + p_{32} \cdot r_{12}}
 \end{aligned}$$

.....

(3)

$$\mathbf{c.} \quad r_{23} = \frac{1}{N} \sum z_2 \cdot z_3$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{N} \sum z_2 \cdot (p_{31} \cdot z_1 + p_{32} \cdot z_2 + e_3) \\
&= p_{31} \cdot \frac{1}{N} \sum z_1 \cdot z_2 + p_{32} \cdot \frac{1}{N} \sum z_2^2 + \frac{1}{N} \sum z_2 \cdot e_3 \\
&= \mathbf{p_{31} \cdot r_{12} + p_{32} \cdot 1 + 0} \\
&= \mathbf{p_{31} \cdot r_{12} + p_{32}}
\end{aligned}$$

..... (

4)

**Penyelesaian simultan dari persamaan 2, 3 dan 4
adalah p_{21} , p_{31} dan p_{32} .**

4. Pengujian Koefisien Jalur

**Apabila koefisien-koefisien jalur telah dihitung
maka langkah selanjutnya melakukan uji
signifikansi atau kebermaknaan. Kebermaknaan**

koefisien jalur ditentukan dengan cara :

- a. Jika $p_{ji} < 0,05$ maka koefisien jalur tidak berarti**
- b. Jika $p_{ji} > 0,05$ maka koefisien jalur tersebut
berarti**

(Sudjana, 1992

: 304)

**Hal tersebut berarti bahwa apabila jalur
koefisien bermakna, maka koefisien jalur tersebut**

digunakan dalam analisis selanjutnya. Tetapi apabila tidak bermakna koefisien jalur tidak digunakan. Oleh karena itu jalur yang menghubungkan antar dua variabel tersebut harus dipotong.

5. Efek Langsung dan Tidak Langsung

a. Efek Langsung

Efek langsung dari suatu variabel penyebab terhadap variabel lain sebagai akibat koefisien jalur yang bersesuaian.

$$\text{Deji} = \text{Pji}$$

Keterangan :

Deji = efek langsung dari variabel Xi terhadap variabel Xj

Pji = koefisien jalur dari variabel Xi terhadap variabel Xj

b. Efek Tak Langsung (Total Indirect Effect)

Efek tak langsung dari suatu variabel Xi terhadap variabel Xj dirumuskan sebagai berikut :

$$TIE_{ji} = r_{ij} - P_{ji}$$

Keterangan :

TIE_{ji} = efek tak langsung dari variabel X_i terhadap variabel X_j

R_{ij} = koefisien korelasi antara variabel X_i terhadap variabel X_j

P_{ji} = koefisien jalur dari variabel X_i sebagai penyebab terhadap variabel X_j sebagai akibat

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data

Jumlah subyek dalam penelitian ini sebanyak 37 siswa dari kelas II SMUN 4 Surakarta, tahun pelajaran 2002/2003. Data dari tes kemampuan awal, kemampuan konseptual, dan keberhasilan belajar larutan asam basa dapat dilihat pada lampiran 14. Untuk lebih jelasnya dari masing-masing data tersebut, dibawah ini disajikan deskripsi data penelitian dari masing-masing variabel.

1. Kemampuan Awal (X_1)

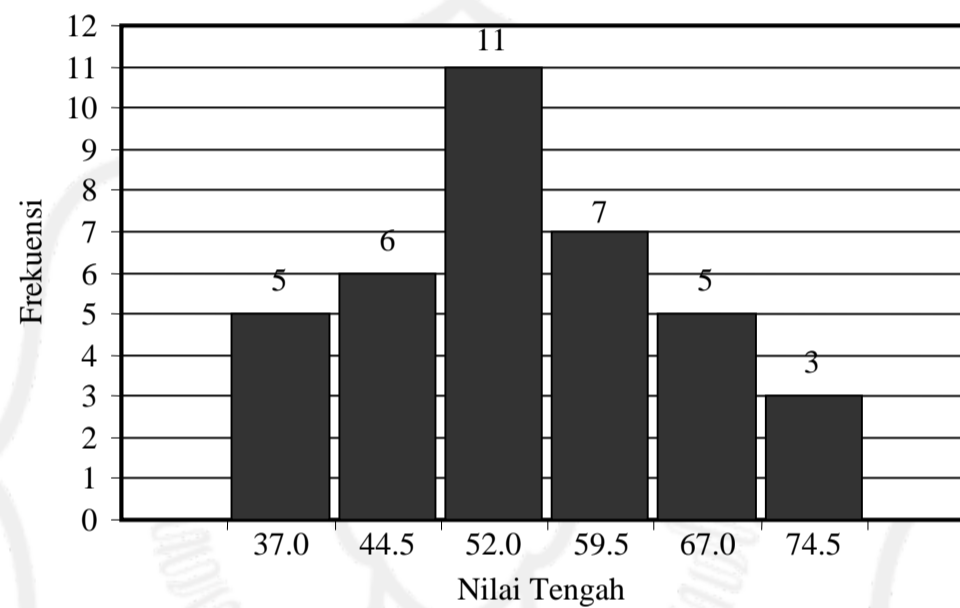
Data didapatkan melalui tes kemampuan awal. Dari hasil tes yang dilakukan diperoleh nilai tertinggi 77,8 dan nilai terendah 33,3 dengan nilai rata-rata 54,51. Adapun sebaran frekuensi dari data tersebut ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Sebaran Frekuensi Nilai Kemampuan Awal

No.	Kelas Interval	Nilai Tengah	Frekuensi	% Frekuensi
1.	33,3 – 40,7	37	5	13,51%

2.	40,8 – 48,2	44,5	6	16,22%
3.	48,3 – 55,7	52,0	11	29,73%
4.	55,8 – 63,2	59,5	7	18,92%
5.	63,3 – 70,7	67,0	5	13,51%
6.	70,8 – 78,2	74,5	3	8,11%
	Jumlah		37	100,00%

Gambaran lebih jelas dari tabel penyebaran frekuensi nilai kemampuan awal larutan asam basa dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 6. Histogram Kemampuan Awal

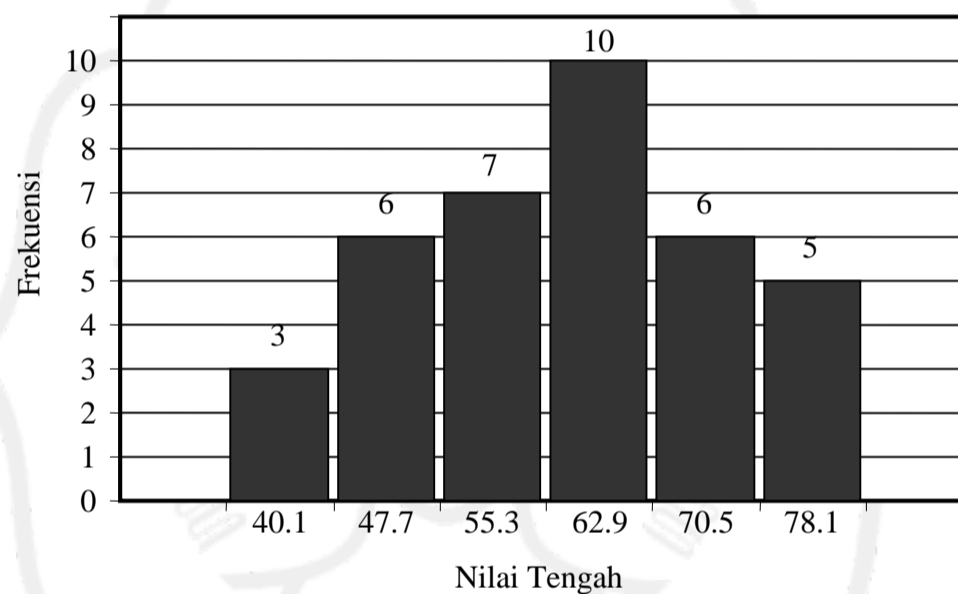
2. Kemampuan Konseptual (X_2)

Data didapatkan melalui tes kemampuan konseptual. Dari tes yang dilakukan diperoleh nilai tertinggi 81,8 dan nilai terendah 36,4 dengan nilai rata-rata 59,82. Adapun sebaran frekuensi dari data tersebut ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Sebaran Frekuensi Nilai Kemampuan Konseptual

No.	Kelas Interval	Nilai Tengah	Frekuensi	% Frekuensi
1.	36,3 – 43,8	40,1	3	8,11%
2.	43,9 – 51,4	47,7	6	16,22%
3.	51,5 – 59,0	55,3	7	18,92%
4.	59,1 – 66,6	62,9	10	27,03%
5.	66,7 – 74,2	70,5	6	16,22%
6.	74,3 – 81,8	78,1	5	13,51%
	Jumlah		37	100,00%

Gambaran lebih jelas dari penyebaran frekuensi nilai kemampuan konseptual larutan asam basa dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 7. Histogram Kemampuan Konseptual

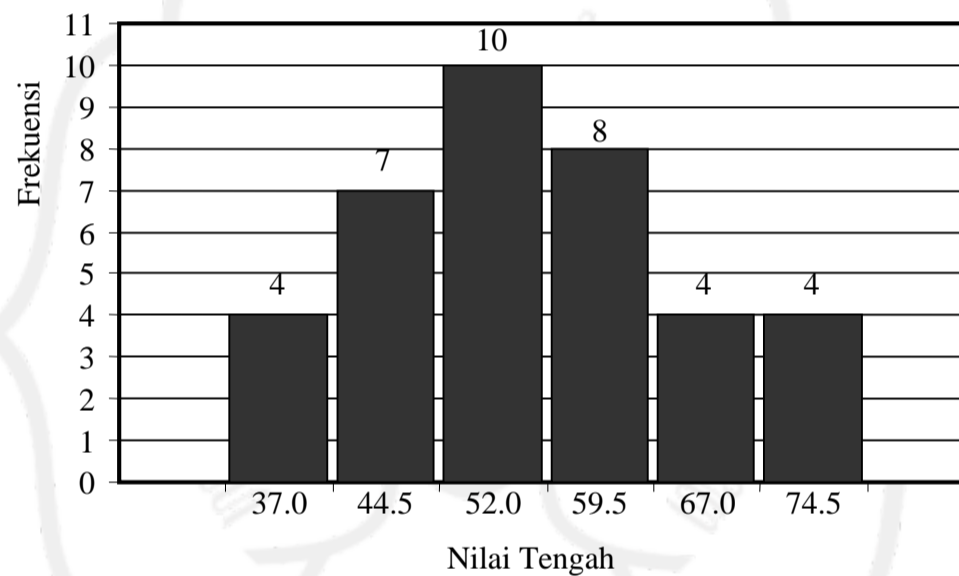
3. Keberhasilan Belajar Larutan Asam Basa (X₃)

Data didapatkan dari tes keberhasilan belajar larutan asam basa Dari tes yang dilakukan diperoleh nilai tertinggi 77,8 dan nilai terendah 33,3 dengan nilai rata-rata 55,25. Adapun sebaran frekuensi dari data tersebut ditunjukkan pada tabel 8

Tabel 8. Sebaran Frekuensi Nilai Keberhasilan Belajar Larutan Asam Basa

No.	Kelas Interval	Nilai Tengah	Frekuensi	% Frekuensi
1.	33,3 – 40,7	37,0	4	10,81%
2.	40,8 – 48,2	44,5	7	18,92%
3.	48,3 – 55,7	52,0	10	27,03%
4.	55,8 – 63,2	59,5	8	21,62%
5.	63,3 – 70,7	67,0	4	10,81%
6.	70,8 – 78,2	74,5	4	10,81%
	Jumlah		37	100,00%

Gambaran lebih jelas dari penyebaran frekuensi nilai keberhasilan belajar larutan asam basa dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 8. Histogram Keberhasilan Belajar Larutan Asam Basa

B. Pengujian Prasyarat Analisis

Uji persyaratan yang diperlukan dalam analisis adalah uji normalitas dan uji linearitas diantara variabel-variabelnya. Uji linearitas dilakukan dengan uji regresi linear yang akan mendapatkan kesimpulan bentuk regresi linear atau non linear dan koefisien arah regresi berarti atau tidak berarti. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 15 – 18. Adapun rangkuman hasil uji persyaratan analisis disajikan dalam bentuk tabel berikut ini :

Tabel 9. Rangkuman Hasil Uji Normalitas

Variabel	L_o maks	L_{tabel}	Keterangan
X_1	0,108	0,146	Normal
X_2	0,110	0,146	Normal
X_3	0,112	0,146	Normal

Tabel 10. Rangkuman Uji Linearitas

No.	Variabel	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan Uji	Kesimpulan
1.	X_1X_2	1,473	2,36	H_o diterima	Linear
2.	X_1X_3	0,595	2,36	H_o diterima	Linear
3.	X_2X_3	1,022	2,27	H_o diterima	Linear

Keterangan :

H_o = Hipotesis pertama

H_1 = Hipotesis kedua

F_{hitung} = Frekuensi observasi

F_{tabel} = Frekuensi teoritis

Tabel 11. Rangkuman Uji Keberartian Regresi

No.	Variabel	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan Uji	Kesimpulan
1.	X_1X_2	5,659	4,12	H_o ditolak	Berarti
2.	X_1X_3	6,013	4,12	H_o ditolak	Berarti
3.	X_2X_3	9,389	4,12	H_o ditolak	Berarti

Keterangan :

X_1 = Kemampuan awal

X_2 = kemampuan konseptual

X_3 = Keberhasilan belajar pokok bahasan larutan asam dan basa

C. Pengujian Hipotesis

1. Pengujian Hipotesis pertama

Pengujian hipotesis pertama adalah untuk mengetahui ada tidaknya hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan awal (X_1) dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa (X_3). Berdasarkan uji linearitas dapat diketahui bahwa antara X_1 dan X_3 adalah linear dan memiliki keberartian regresi dengan persamaan garis regresinya adalah $Y = 34,102 + 0,388X_1$.

Hasil analisis antara X_1 dengan X_3 diperoleh harga koefisien korelasi r_{13} adalah 0,383, harga r_{13} bila dikonsultasikan dengan r_{tabel} untuk $n = 37$ sebesar 0,325. Besarnya koefisien jalur antara X_1 dengan X_3 (P_{31}) adalah 0,245 harga P_{31} yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan harga yang signifikan sehingga hipotesis yang menyatakan ada hubungan kausal antara kemampuan awal dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa dapat diterima.

2. Pengujian Hipotesis Kedua

Pengujian hipotesis kedua adalah untuk mengetahui ada tidaknya hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan konseptual (X_2) dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa (X_3). Berdasarkan uji linearitas dapat diketahui bahwa antara X_2 dan X_3 adalah linear dan memiliki keberartian regresi dengan persamaan garis regresinya adalah $Y = 28,436 + 0,448X_2$.

Dari hasil analisis antara X_2 dengan X_3 diperoleh harga koefisien korelasi r_{23} adalah 0,460, harga r_{23} bila dikonsultasikan dengan r_{tabel} untuk $n = 37$ sebesar 0,325. Besarnya koefisien jalur antara X_2 dengan X_3 (P_{32}) adalah 0,368. Harga P_{32} yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan harga yang signifikan sehingga hipotesis yang menyatakan bahwa ada hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan konseptual dengan keberhasilan belajar larutan asam dan basa dapat diterima.

3. Pengujian Hipotesis Ketiga

Pengujian hipotesis ketiga adalah untuk mengetahui ada tidaknya hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan awal (X_1) dan kemampuan konseptual (X_2). Berdasarkan uji linearitas dapat diketahui bahwa antara X_1 dan X_2 adalah linear dan memiliki keberartian regresi dengan persamaan garis regresinya adalah $Y = 38,679 + 0,388X_1$.

Dari hasil analisis antara X_1 dengan X_2 diperoleh harga koefisien korelasi r_{12} adalah 0,373, Harga r_{12} bila dikonsultasikan dengan r_{tabel} untuk $n = 37$ sebesar 0,325. Sedangkan besar koefisien jalur antara X_1 dengan X_2 (P_{21}) adalah 0,373, harga P_{21} yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan harga yang signifikan. Dengan demikian hipotesis yang menyatakan ada hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan awal dengan kemampuan konseptual dapat diterima.

D. Pembahasan Hasil Analisis Data

Dalam penelitian ini model kausal yang dibuat adalah model konstruktif artinya bahwa arus model bersifat satu arah atau dengan kata lain sebuah peubah tidak dapat sekaligus menjadi penyebab maupun akibat dari peubah yang lain. Karena itulah pengujian terhadap semua jalur yang mungkin berhubungan tidak perlu dilakukan. Pengujian hanya sesuai dengan model yang dibangun.

Dari hasil pengujian hipotesis pertama diperoleh hubungan kausal antara kemampuan awal dengan keberhasilan belajar. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kemampuan awal ikut berperan sebagai penyebab keberhasilan belajar siswa atau prestasi siswa pada materi larutan asam dan basa. Berdasarkan model yang dikemukakan dalam penelitian ini kemampuan awal yang dirumuskan sebagai salah satu penyebab langsung terhadap tinggi rendahnya keberhasilan belajar atau prestasi belajar materi larutan asam dan basa memberikan indeks efek langsung (P_{13}) sebesar 0,245. Tetapi ada juga faktor lain yang menjadi penyebab keberhasilan belajar materi larutan asam basa yaitu kemampuan konseptual dengan indeks tidak langsung sebesar 0,137. Dari data ini menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan awal yang tinggi akan mudah mempelajari materi larutan asam basa sehingga akan mempunyai pemahaman tentang materi tersebut dengan baik yang pada akhirnya dapat mencapai prestasi belajar yang baik pula.

Kemampuan awal merupakan salah satu pendukung dalam penguasaan materi larutan asam dan basa karena materi larutan asam dan basa membutuhkan dasar materi stoikiometri, persamaan reaksi dan sebagainya, yang dapat mendukung siswa dalam menyelesaikan soal yang berkaitan dengan materi larutan asam dan basa. Siswa yang mempunyai kemampuan awal tinggi tentunya akan lebih mudah mengerti dan memahami materi larutan asam dan basa tersebut dengan baik yang pada akhirnya dapat mencapai prestasi belajar yang baik pula.

Sebagai contohnya, dalam menghitung pH larutan asam basa, agar siswa lebih mudah dalam menguasainya maka siswa dituntut untuk memahami tentang konsep mol dan stoikiometri. Hal ini penting karena rumus pH larutan asam basa berhubungan dengan rumus stoikiometri khususnya tentang Molaritas (M).

Dari hasil pengujian hipotesis kedua yang menyatakan bahwa ada hubungan kausal antara kemampuan konseptual materi larutan asam dan basa dan keberhasilan belajar materi larutan asam dan basa yang dicapai siswa, terlihat bahwa kemampuan konseptual materi larutan asam dan basa ikut berperan sebagai penyebab keberhasilan siswa atau prestasi belajar siswa dalam belajar materi larutan asam dan basa. Kemampuan konseptual materi larutan asam dan basa secara langsung mengajak siswa mengetahui dan memahami konsep dasar dari larutan asam dan basa. Dengan mengetahui konsep-konsep yang ada dalam larutan asam dan basa maka diharapkan pengetahuan yang dimiliki siswa akan lebih bermakna sehingga akan mudah menyelesaikan soal atau pertanyaan mengenai larutan asam dan basa dan akan memberikan hasil belajar yang baik. Dengan berdasarkan model yang telah dirumuskan dalam penelitian ini terlihat bahwa kemampuan konseptual materi larutan asam dan basa berperan sebagai penyebab langsung keberhasilan belajar pada materi larutan asam dan basa dengan indeks sebesar 0,368. Tetapi juga memberikan efek tak langsung melalui kemampuan awal dengan indeks sebesar 0,092. Data ini menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan konseptual tinggi akan mudah mempelajari materi larutan asam basa sehingga akan mempunyai pemahaman tentang materi tersebut dengan baik yang pada akhirnya dapat mencapai prestasi belajar yang baik pula. Hal ini juga didukung dengan kemampuan awal siswa yang

tinggi, juga faktor-faktor lain seperti motivasi siswa, minat belajar siswa serta sarana dan prasarana selama proses belajar mengajar.

Dari hipotesis ketiga diperoleh hubungan kausal yang signifikan antara kemampuan awal dengan kemampuan konseptual. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kemampuan awal ikut berperan bagi siswa dalam penguasaan konseptual pokok bahasan larutan asam dan basa. Dengan berdasar model yang telah dirumuskan dalam penelitian ini terlihat bahwa kemampuan awal berperan sebagai salah satu pendukung tinggi rendahnya kemampuan konseptual dengan efek langsung sebesar 0,373 dan efek tak langsung sebesar 0. Dengan kemampuan awal yang tinggi, maka siswa akan lebih mampu menguasai konsep-konsep yang ada dalam mempelajari materi larutan asam dan basa dibandingkan dengan siswa yang mempunyai tingkat kemampuan awal yang rendah.

Dalam ilmu kimia konsep-konsep yang ada selalu berkaitan dengan konsep-konsep yang lainnya, sehingga tidak mungkin dapat memahami konsep dengan baik tanpa memahami konsep lain yang berhubungan, karena keberadaan konsep pada dasarnya didukung oleh konsep-konsep yang lain yang merupakan unsur prasyarat dari konsep tersebut. Jadi dalam proses belajar akan terjadi proses berkesimbangan, dimana untuk membentuk pengalaman yang baru berdasarkan pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya, materi yang lebih rendah digunakan untuk membantu pemahaman materi selanjutnya.

Dalam mempelajari larutan asam basa kemampuan awal akan diperlukan dalam pemahaman konseptual materi. Pemahaman yang dimaksud dapat berupa teori-teori asam basa, rumus umum penghitungan pH maupun reaksi-reaksi yang terjadi di dalamnya. Misalnya pada penghitungan pH, siswa harus memahami stoikiometri terutama molaritas dan penghitungannya. Dengan demikian kemampuan awal sangat berperan dalam penguasaan materi larutan asam basa sehingga siswa yang mempunyai kemampuan awal tinggi akan lebih mudah menguasai materi-materi selanjutnya. Kemampuan awal dalam hal ini diperlukan untuk memahami/menguasai pengetahuan yang terdahulu untuk dikaitkan dengan pengetahuan yang akan diperoleh kemudian.

Kekausalan yang dapat dilihat berdasarkan adanya hierarki belajar mengajar, dimana dalam proses belajar mengajar dapat menghasilkan perubahan tingkah laku, sikap, dan ketrampilan. Ketidakadaan ketrampilan yang lebih rendah akan menghalangi siswa untuk memperoleh ketrampilan yang lebih tinggi. Jika materi prasyarat telah dikuasai siswa maka siswa akan dapat diajar untuk memperoleh ketrampilan yang lebih tinggi dengan berhasil. Pemahaman materi pelajaran yang terjadi di dalam diri siswa akan dimulai dari hal yang sederhana menuju ke hal yang lebih kompleks sehingga bila siswa yang sedang belajar mendapatkan materi baru sedangkan kemampuan awalnya rendah, maka pemahaman siswa akan materi tersebut kurang. Hal ini dapat dilihat dari hasil prestasi belajar yang kurang memuaskan setelah siswa menempuh tes prestasi belajar.

Berdasarkan ketiga hipotesis didapatkan bahwa model kausal yang dirumuskan dalam penelitian ini didukung oleh data. Kemampuan awal memiliki efek langsung terhadap tinggi rendahnya kemampuan konseptual dan juga terhadap keberhasilan belajar materi larutan asam basa. Kemampuan konseptual juga memberikan efek langsung terhadap keberhasilan belajar materi larutan asam basa dan ada efek tak langsung dari kemampuan awal yang melalui kemampuan konseptual.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Ada hubungan kausal antara kemampuan awal dan keberhasilan belajar pokok bahasan larutan asam dan basa, dengan koefisien jalur $P_{31} = 0,245$ efek langsung 24,5 % efek tak langsung 13,7 %.

Ada hubungan kausal antara kemampuan konseptual larutan asam dan basa dan keberhasilan belajar pokok bahasan larutan asam dan basa, dengan koefisien jalur $P_{32} = 0,368$ efek langsung 36,8 % efek tak langsung 9,2 %.

Ada hubungan kausal antara kemampuan awal dan kemampuan konseptual larutan asam dan basa, dengan koefisien jalur $P_{21} = 0,373$ efek langsung 37,3 % efek tak langsung 0 %.

Implikasi

Dalam proses belajar mengajar terutama materi larutan asam dan basa, guru hendaknya menyadari bahwa ada perbedaan kemampuan awal yang dimiliki oleh setiap siswa. Oleh karena itu dalam proses belajar mengajar guru hendaknya tidak memaksakan siswa secara berlebihan, tetapi harus dapat memberikan suatu dasar yang kuat sebelum menginjak pada materi selanjutnya. Selain aspek kemampuan awal yang perlu mendapat perhatian dalam proses belajar mengajar materi larutan asam dan basa adalah kemampuan konseptual.

Keterkaitan antara materi yang satu dengan materi yang lain juga perlu mendapat perhatian dalam pelaksanaan pengajaran, dengan melakukan pengungkapan kembali materi yang lalu yang relevan sebelum dilanjutkan dengan materi yang baru. Dengan demikian kemampuan memahami konsep materi larutan asam dan basa dapat ditingkatkan sehingga prestasi belajarnya menjadi lebih baik.

C. Saran

Sehubungan dengan hasil penelitian dan implikasinya maka dapat diajukan saran-saran sebagai berikut :

Dalam mengajar materi larutan asam dan basa hendaknya guru memperhatikan keterkaitan materi stoikiometri, persamaan reaksi dan kesetimbangan kimia yang menjadi prasyarat atau materi pendukung sehingga dapat mempermudah dalam penguasaan konsep larutan asam dan basa.

Hendaknya siswa menguasai materi sebelumnya yang merupakan prasyarat dari materi larutan asam dan basa sebagai kemampuan awal sehingga dapat diperoleh prestasi belajar tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Budiharto dan Tri Redjeki. 1998. *Kimia Dasar I*. Surakarta. UNS Press.
- _____. 1999. *Kimia Dasar II*. Surakarta : UNS Press.
- Brady, J.E. 1994. *Kimia Universitas* Edisi Kelima. Terjemahan oleh A. Hadyana Pudjaatmaka dan Suminar Achmadi. Jakarta : Erlangga.
- Depdikbud. 1994. *Garis-garis Besar Program Pengajaran Kimia* . Jakarta.
- Hiskia Achmad. 1990. *Kimia Larutan*. Bandung : ITB Press.
- Ign Masidjo. 1995. *Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa di Sekolah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Kean, E. and Middlecamp, C. 1985. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Terjemahan oleh A. Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta : PT. Gramedia.
- Keenan, C. W., Kleinfelter, D.C., dan Wood, J.H. 1996. *Kimia untuk Universitas*. Terjemahan oleh A. Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta : Erlangga.
- Nana Sudjana. 1987. *CBSA. Cara Belajar Siswa Aktif Dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung : Sinar Baru.
- _____. 1995. *Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa di Sekolah*. Jakarta : Kanisius.
- Ngalim Purwanto. 1990. *Psikologi Pendidikan*. Bandung. Remaja Rosdakarya.
- Oemar Hamalik. 1989. *Metode Belajar dan Kesulitan-kesulitan Belajar*. Bandung : Tarsito.
- Ratna Wilis Dahar. 1989. *Teori-teori Belajar*. Jakarta : Erlangga.
- Rosse Meilina. 2002. Prestasi Belajar Kimia Dasar II Pokok Bahasan Larutan Penyangga dan Hidrolisis Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Penguasaan Konsep pada Mahasiswa Jurusan P.MIPA FKIP UNS Surakarta Tahun Akademik 2001/2002. *Skripsi*
- Sudjana. 2001. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi Bagi Para Peneliti*. Bandung : Tarsito.
- Dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai kemampuan awal dan kemampuan konseptual terhadap keberhasilan belajar materi kimia pada pokok bahasan yang lain.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistik*. Bandung : Tarsito.
- Suharsimi Arikunto. 1995. *Prosedur Penilaian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta.

- Van den Berg, Euwe. 1991. *Pengantar Miskonsepsi dan Remediasinya*. Salatiga : UKSW Press
- Vogel. 1990. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Terjemahan L. Setiono dan A. Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta : Kalman Media Pusaka.
- W. S. Winkel. 1987. *Psikologi Pengajaran*. Jakarta : Grasindo.
- W.J.S. Purwodarminto. 1976. *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta : PT. Balai Pustaka.
- Zaenal Arifin. 1990. *Evaluasi Instruksional*. Bandung : Remaja Rosdakarya.

