

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA
BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK PADA MATERI LAJU REAKSI**

SKRIPSI

**Disusun untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan**



Oleh:

ASTIKA RAHAYU

3315126582


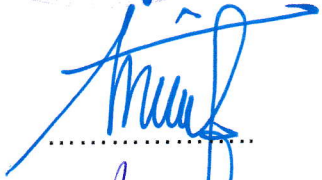


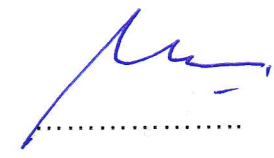


**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2016

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK PADA MATERI LAJU REAKSI

NAMA : ASTIKA RAHAYU
NO. REG : 3315126582

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		4/2016 18
Dekan : <u>Prof. Dr. Suyono, M.Si</u> NIP. 19671218 199303 1 005		
Wakil Penanggung Jawab		29/2016 7
Pembantu Dekan I : <u>Dr. Muktiningsih N., M.Si</u> NIP. 19640511 198903 2 001		
Ketua		28/2016 7
Ketua : <u>Dr. Yusmaniar, M.Si</u> NIP. 19620626 199602 2 001		
Sekretaris		28/2016 7
Sekretaris : <u>Drs. Darsef Darwis, M.Si</u> NIP. 19650806 199003 1 004		
Anggota Penguji		28/2016 7
Anggota Penguji : <u>Drs. Zulhipri, M.Si</u> NIP. 19580703 198903 1 001		
Pembimbing I		29/2016 7
Pembimbing I : <u>Dr. Ucu Cahyana, M.Si</u> NIP. 19660820 199403 1 002		
Pembimbing II		29/2016 7
Pembimbing II : <u>Dra. Zulmanelis, M.Si</u> NIP. 19560501 198803 2 001		

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 18 Juli 2016

ALHAMDULILLAH...

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala karunianya bagi saya sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah yang luar biasa ini.

TERIMA KASIH....

- ❖ *Mama & Bapak yang terkasih atas segala dukungan dan doa yang tidak pernah putus untuk Tika.*
- ❖ *Sahabat terbaikku PAY & Feby, My Lovely DHU, S.Pd (Rahmi, Galuh, Pita, Fika), teman-teman dari Pendidikan Kimia Non-Reg 2012, dan seluruh teman-teman baikku.*
- ❖ *Seluruh dosen-dosen dan staff kerja Jurusan Kimia UNJ, terkhusus kepada dosen-dosen pembimbing, yaitu Ibu Zulmanelis dan Bapak Ucu Cahyana.*

ABSTRAK

Astika Rahayu. Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi. Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Juli 2016.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar kimia berupa modul berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi kelas XI. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (Research dan Development). Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu analisis kebutuhan, pengembangan produk, validasi produk oleh ahli materi, bahasa, dan media, dan uji coba produk oleh peserta didik dan guru.

Modul pembelajaran disusun dengan menerapkan langkah-langkah pendekatan saintifik. Penyajian materi dan rancangan kegiatan belajar disusun secara sistematis dengan tampilan yang menarik untuk menunjang pembelajaran mandiri bagi peserta didik. Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan hasil sangat baik dengan nilai r sebesar 0,81-0,94. Pada tahap akhir, hasil uji coba produk oleh peserta didik dan guru juga menunjukkan hasil yang sangat baik dengan presentase penilaian $>80\%$. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi yang dikembangkan sangat baik dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran kimia.

Kata kunci: Modul Pembelajaran, Pengembangan Modul Pembelajaran, Pendekatan Saintifik, Laju Reaksi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh kelulusan dan gelar sarjana pendidikan di Universitas Negeri Jakarta.

Skripsi ini dapat tersusun dengan baik karena adanya bimbingan, saran-saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Maria Paristiowati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia,
2. Dr. Ucu Cahyana, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Dra. Zulmanelis, M.Si. selaku dosen pembimbing II,
3. Seluruh dosen Jurusan Kimia FMIPA UNJ,
4. Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa dan semangat,
5. Teman-teman Pendidikan Kimia Non Reguler angkatan 2012.

Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Jakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Perumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6

BAB II KAJIAN TEORI

A. Modul Pembelajaran	8
B. Pendekatan Saintifik	13
C. Pembelajaran Kimia	20
D. Karakteristik Materi Laju reaksi	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian	25
----------------------------	----

B. Tempat dan Waktu Penelitian	25
C. Subjek Penelitian	25
D. Metode Penelitian	25
E. Prosedur Penelitian	26
F. Teknik Pengumpulan Data	29
G. Instrumen Penelitian	29
H. Teknik Analisa Data	31

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Analisis Kebutuhan	35
B. Tahap Pengembangan	42
C. Tahap Validasi Modul	52
D. Tahap Uji Coba Modul	63

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	72
B. Saran	73

DAFTAR PUSTAKA	74
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	76
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Pendekatan Saintifik	14
Gambar 2.	Skema Penelitian Pengembangan Modul Pembelajaran	28
Gambar 3.	Tampilan Sampul Modul	47
Gambar 4.	Tampilan Pendahuluan pada Modul	48
Gambar 5.	Tampilan Peta Konsep pada Modul	48
Gambar 6.	Tampilan Materi Pembelajaran pada Modul	49
Gambar 7.	Tampilan Kegiatan Peserta Didik dan Uji Pemahaman pada Modul	49
Gambar 8.	Tampilan Aplikasi Laju Reaksi Pada Kehidupan dan Rangkuman Materi pada Modul	50
Gambar 9.	Tampilan Rangkuman dan Tes Akhir Kegiatan Belajar pada Modul	50
Gambar 10.	Tampilan Penilaian Mandiri dan Remedial pada Modul	51
Gambar 11.	Tampilan Bagian Refleksi Diri pada Modul	51
Gambar 12.	Tampilan Kunci Jawaban pada Modul	52
Gambar 13.	Perbaikan Bagian Apresiasi pada Kegiatan Belajar 1	54
Gambar 14.	Perbaikan Bagian Apresiasi pada Kegiatan Belajar 2	55
Gambar 15.	Melengkapi Keterangan Setiap Simbol yang digunakan	55
Gambar 16.	Menuliskan Fasa Zat pada Persamaan Reaksi	56
Gambar 17.	Tampilan Perbaikan Susunan Penyajian Peta Konsep	56
Gambar 18.	Tampilan Aplikasi Materi Laju Reaksi di Kehidupan Sehari-hari pada Kegiatan Belajar 1	57
Gambar 19.	Tampilan Aplikasi Materi Laju Reaksi di Kehidupan Sehari-hari pada Kegiatan Belajar 2	57
Gambar 20.	Tampilan Aplikasi Materi Laju Reaksi di Kehidupan Sehari-hari pada Kegiatan Belajar 3	58
Gambar 21.	Tampilan Sampul Setelah Revisi	62

Gambar 22. Memilih Gambar dengan Fenomena yang Mudah ditemukan pada Kehidupan Sehari-hari	63
Gambar 23. Tampilan Halaman yang Tidak Menggunakan Garis Tepi (<i>border</i>)	65
Gambar 24. Tampilan KI dan KD Setelah dituliskan pada Satu Halaman	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Karakteristik Materi Laju Reaksi	23
Tabel 2.	Prosedur Pengembangan Penelitian	27
Tabel 3.	Skala Penilaian Instrumen Penelitian	31
Tabel 4.	Penafsiran Fleiss (Widiarso, 2006)	32
Tabel 5.	Interpretasi Skor <i>Rating Scale</i>	34
Tabel 6.	Presentase Validasi Ahli Materi terhadap Modul	58
Tabel 7.	Presentase Validasi Ahli Bahasa terhadap Modul	60
Tabel 8.	Presentase Validasi Ahli Media terhadap Modul	63
Tabel 9.	Presentase Uji Coba Kelompok Kecil	67
Tabel 10.	Presentase Uji Coba Kelompok Besar	68
Tabel 11.	Presentase Hasil Respon Guru terhadap Modul	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan oleh Guru	76
Lampiran 2.	Instrumen Analisis Kebutuhan oleh Guru	77
Lampiran 3.	Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan oleh Siswa	79
Lampiran 4.	Instrumen Analisis Kebutuhan oleh Siswa	80
Lampiran 5.	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Materi	82
Lampiran 6.	Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Materi	84
Lampiran 7.	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Media	90
Lampiran 8.	Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Media	91
Lampiran 9.	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Bahasa	95
Lampiran 10.	Instrumen Penilaian Modul Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik oleh Ahli Bahasa	96
Lampiran 11.	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Uji Kelayakan Modul Pembelajaran oleh Peserta Didik	99
Lampiran 12.	Instrumen Penilaian Uji Kelayakan Modul Pembelajaran oleh Peserta Didik	100
Lampiran 13.	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Uji Kelayakan Modul Pembelajaran oleh Guru	103

Lampiran 14.	Instrumen Penilaian Uji Kelayakan Modul Pembelajaran oleh Guru	104
Lampiran 15.	Hasil Analisis Kebutuhan oleh Peserta didik	107
Lampiran 16.	Hasil Analisis Kebutuhan oleh Guru	109
Lampiran 17.	Tabel Analisis Uji Kelayakan Modul oleh Ahli Materi	111
Lampiran 18.	Perhitungan Reliabilitas Antar Rater Ahli Materi	112
Lampiran 19.	Tabel Analisis Uji Kelayakan oleh Ahli Bahasa	115
Lampiran 20.	Perhitungan Reliabilitas Antar Rater Ahli Bahasa	116
Lampiran 21.	Tabel Analisis Uji Kelayakan oleh Ahli Media	118
Lampiran 22.	Perhitungan Reliabilitas Antar Rater Ahli Media	119
Lampiran 23.	Tabel Analisis Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peserta Didik	121
Lampiran 24.	Validasi Instrumen Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peserta Didik	123
Lampiran 25.	Tabel Analisis Uji Coba Kelompok Besar oleh Peserta Didik	125
Lampiran 26.	Validasi Instrumen Uji Coba Kelompok Besar oleh Peserta Didik	129
Lampiran 27.	Tabel Analisis Uji Coba Modul oleh Guru	135
Lampiran 28.	Validasi Instrumen Uji Coba oleh Guru	137
Lampiran 29.	Dokumentasi Penelitian	138
Lampiran 30.	Lampiran Modul Pembelajaran Saintifik	141

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemampuan literasi sains berperan penting dalam menentukan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM). Sumber daya manusia yang bermutu merupakan faktor penting dalam pembangunan di era globalisasi. Literasi sains (*scientific literacy*) menjadi suatu keharusan bagi setiap orang karena saat ini dunia sangat dipenuhi dengan produk-produk kerja ilmiah (*scientific inquiry*). Banyak negara berlomba-lomba meningkatkan kemampuan literasi sains warga negaranya melalui peningkatan kualitas pembelajaran sains.

Pemahaman tentang pembelajaran sains yang mengarah pada pembentukan literasi sains peserta didik di Indonesia nampaknya masih tergolong rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil studi *Programme for International Student Assessment (PISA)* dalam hal literasi matematika, membaca, dan sains. Berdasarkan analisis hasil PISA tahun 2009 dan 2012 Indonesia menduduki peringkat 57 lalu menurun ke peringkat 64 dari total 65 negara keanggotaan PISA. Skor yang diperoleh Indonesia pada PISA tahun 2012 khusus dalam literasi sains sebesar 382, dibawah skor rata-rata internasional yaitu 501 (PISA Result, 2012).

Rendahnya literasi sains peserta didik di Indonesia juga teramati selama melaksanakan Praktik Kegiatan Mengajar (PKM) di sekolah menengah atas. Sebagian besar peserta didik tidak mengetahui aplikasi sains dalam kehidupan dan kurang menyadari bahwa fenomena ilmu sains seperti kimia selalu terjadi pada kehidupan sehari-hari. Hal tersebut membuat peserta didik hanya berorientasi pada hasil akhir pembelajaran, yaitu nilai tinggi pada lembar penilaian guru.

Peningkatan kualitas pembelajaran sains terus dilakukan. Hal tersebut ditunjukkan dengan cara melakukan penyempurnaan kurikulum pendidikan berupa penerapan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran. Pembelajaran saintifik ini menekankan pada keterampilan proses dan membangun pengetahuan melalui metode-metode ilmiah. Selain itu proses pembelajaran akan menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Pembelajaran berbasis pendekatan saintifik dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia. Melalui penerapannya akan dihasilkan pembelajaran yang lebih bermakna. Pembelajaran berpusat pada proses belajar yang membimbing peserta didik untuk mencari sendiri sesuatu yang dibutuhkannya dari khasanah ilmu pengetahuan yang luas. Oleh karena itu, untuk menunjang prosesnya dibutuhkan bahan ajar yang sesuai.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan kepada beberapa guru kimia di SMAN 58 Jakarta, SMAN 88 Jakarta, dan SMAN 39 Jakarta, seluruh responden guru menyatakan bahwa bahan ajar kimia yang tersedia belum mendukung pembelajaran saintifik. Hal tersebut juga sesuai dengan hasil analisis terhadap bahan ajar yang biasa digunakan oleh peserta didik bahwa bahan ajar tersebut belum menuntun mereka untuk mengawali kegiatan pembelajaran dengan proses pengamatan seperti karakter pembelajaran saintifik.

Hasil analisis terhadap beberapa buku teks kimia yang biasa digunakan di sekolah menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut masih kurang dipahami oleh peserta didik. Buku teks tersebut tidak jarang menggunakan diksi atau pemilihan kata yang kurang umum bagi peserta didik. Menurut hasil wawancara kepada guru kimia juga diketahui bahwa buku teks yang digunakan belum mampu menghasilkan pemahaman konsep yang dapat dibangun secara mandiri melalui langkah-langkah ilmiah yang seharusnya diterapkan.

Semua bahan dan sumber daya yang digunakan untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang diinginkan pada peserta didik dianggap dalam lingkup bahan ajar. Pengembangan bahan ajar dapat dilakukan guna menunjang proses pembelajaran sesuai yang diharapkan. Salah satu contoh pengembangan bahan ajar dapat berupa modul. Modul akan memuat desain pembelajaran terencana dengan pendekatan tertentu

berdasarkan kurikulum sehingga dalam prosesnya peserta didik menjadi lebih fokus dan mandiri.

Materi kinetika reaksi atau laju reaksi merupakan salah satu materi kimia pada kelas XI. Fenomena berkaitan dengan laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari dapat teramati melalui cepat lambatnya suatu reaksi berlangsung sehingga menunjukkan ciri-ciri reaksi kimia. Penggunaan langkah-langkah ilmiah dalam mempelajari materi laju reaksi dapat diterapkan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan peserta didik mampu membangun konsep keilmuannya secara mandiri.

Pembelajaran bermakna dan mandiri dapat diwujudkan melalui penggunaan bahan ajar yang menerapkan langkah-langkah ilmiah. Hasil dari proses pembelajaran tersebut ialah peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Mereka akan menunjukkan sikap sebagaimana manusia yang berliterasi sains baik sehingga mereka dapat menghubungkan konsep keilmuan dengan segala bentuk peristiwa yang ada di kehidupan.

Berdasarkan beberapa masalah terkait dengan bahan ajar berbasis pendekatan saintifik dan pemahaman peserta didik terhadap materi laju reaksi maka akan dilakukan penelitian berupa pengembangan bahan ajar berupa modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan rendahnya hasil belajar kimia?
2. Apakah bahan ajar berbasis pendekatan saintifik telah diterapkan di sekolah?
3. Pengembangan bahan ajar seperti apa yang dibutuhkan oleh guru dan peserta didik guna mendukung proses pembelajaran kimia?
4. Bagaimana tahap-tahap pengembangan bahan ajar berupa modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik?
5. Bagaimana karakter modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik?
6. Apakah penerapan modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik mampu meningkatkan kualitas belajar peserta didik?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah dan identifikasi masalah yang ada, maka pengkajian dan pembatasan masalah berpusat pada Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia pada Materi Laju Reaksi dengan Pendekatan Saintifik.

D. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang sesuai dengan latar belakang dan identifikasi masalah dalam penelitian ini, ialah “Pengembangan modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik seperti apa yang sesuai dengan kebutuhan guru dan peserta didik pada materi laju reaksi?”

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berupa modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi, menguji kelayakan penerapan modul pembelajaran berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi, dan menganalisis respon peserta didik terhadap penerapan modul pembelajaran yang telah dikembangkan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh melalui penelitian ini antara lain:

1. Melalui penerapan modul pembelajaran ini akan memudahkan guru untuk melaksanakan proses pembelajaran berbasis pendekatan saintifik, khususnya pada materi laju reaksi.
2. Melalui penerapan modul pembelajaran ini akan memfasilitasi dan memudahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri, khususnya pada materi laju reaksi.

3. Modul pembelajaran kimia yang telah dikembangkan dapat diterapkan untuk menunjang proses pembelajaran berbasis pendekatan saintifik.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Modul Pembelajaran

1. Pengertian dan Karakteristik Modul

Bahan ajar menjadi suatu kebutuhan atau komponen utama bagi guru dan peserta didik dalam keberlangsungan proses pembelajaran. Melalui bahan ajar yang digunakan peserta didik dapat lebih terfasilitasi dengan baik. Bahan ajar dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pada bahasan tertentu. Salah satu bentuk pengembangan bahan ajar ialah modul pembelajaran.

Modul merupakan suatu paket belajar yang berkenaan dengan satu unit bahan pelajaran. Secara umum pengertian modul menurut Daryanto (2013), “modul dapat diartikan sebagai materi pelajaran yang disusun dan disajikan secara tertulis sedemikian rupa sehingga pembacanya diharapkan dapat menyerap sendiri materi tersebut”. Modul disajikan secara sistematis sehingga pembacanya dapat belajar dengan atau tanpa guru atau fasilitator. Pembelajaran dengan modul memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Vembriarto, 1985):

1) *Self-instructional*

Pengajaran modul menggunakan paket pelajaran yang memuat satu konsep atau unit dari bahan pelajaran. Melalui karakter ini memungkinkan seseorang belajar secara mandiri dan

tidak bergantung pada pihak lain. Karakter *self instructional* pada modul dapat terpenuhi jika modul memenuhi hal-hal berikut:

- Berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas;
- Berisi materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas;
- Menyediakan contoh ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
- Menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya;
- Kontekstual, yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan penggunaannya;
- Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif;
- Terdapat rangkuman materi pembelajaran;
- Terdapat instrumen penilaian yang memungkinkan penggunaan modul melakukan '*self assessment*'.
- Terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunaannya untuk mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi;
- Terdapat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunaannya mengetahui tingkat penguasaan materi;

- Tersedia informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran yang dimaksud.

2) *Self Contained*

Modul dikatakan *self contained* apabila seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan termuat di dalam modul tersebut. Modul harus jelas dan lengkap sehingga pengguna modul dapat menggunakannya dengan mudah.

3) *Stand alone*

Karakter ini menunjukkan bahwa modul tidak bergantung pada bahan ajar/media lain. Modul tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut.

4) *Adaptive*

Modul dikatakan adaptif jika modul tersebut dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan di berbagai perangkat keras (*hardware*).

5) *User friendly*

Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon dan mengakses modul sesuai dengan keinginannya.

2. Manfaat Penggunaan Modul

Menurut Anderson (1987) pengajaran menggunakan modul dapat membuka kesempatan bagi peserta didik untuk belajar menurut kecepatan masing-masing. Peserta didik tidak akan mencapai hasil yang sama dalam waktu yang sama dan tidak bersedia memelajari sesuatu pada waktu yang sama. Melalui pengajaran modul peserta didik dapat belajar menurut caranya masing-masing.

Modul yang disusun dengan baik dapat memberikan banyak keuntungan bagi peserta didik antara lain:

- 1) Memberikan *feedback* atau balikan yang banyak dan segera sehingga peserta didik mengetahui taraf hasil belajarnya,
- 2) Memberikan penguasaan dasar yang lebih kuat untuk menghadapi materi baru,
- 3) Membimbing peserta didik untuk mencapai sukses melalui langkah-langkah yang teratur sehingga meningkatkan motivasi belajar,
- 4) Menyediakan pengajaran remedial secara langsung bagi peserta didik.

3. Prosedur Penulisan Modul

Menurut Mulyasa (2004 : 43-45) modul meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan serta dirancang secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai tujuan belajar. Penyusunan modul pembelajaran mengacu pada kompetensi yang

terdapat di dalam tujuan yang ditetapkan. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan modul bertujuan untuk mengidentifikasi dan menetapkan jumlah dan judul modul yang harus dikembangkan. Penetapan judul modul didasarkan pada kompetensi yang terdapat pada garis-garis besar program yang ditetapkan.

b. Penyusunan *Draft* Modul

Penyusunan *draft* modul merupakan proses penyusunan dan pengorganisasian materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau sub kompetensi menjadi satu kesatuan yang sistematis. Penyusunan ini bertujuan untuk menyediakan *draft* suatu modul sesuai dengan kompetensi atau sub kompetensi yang telah ditetapkan.

c. Uji Coba *Draft* Modul

Uji coba *draft* modul adalah kegiatan penggunaan modul pada peserta terbatas. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan dan manfaat modul dalam pembelajaran sebelum modul tersebut digunakan secara umum.

d. Validasi Modul

Validasi modul bertujuan untuk memperoleh pengakuan atau pengesahan kesesuaian modul dengan kebutuhan sehingga modul tersebut layak dan cocok digunakan dalam pembelajaran. Validasi dilakukan dengan melibatkan pihak praktisi yang ahli sesuai dengan

bidang-bidang terkait dalam modul. Validasi modul meliputi: isi materi atau substansi modul; penggunaan bahasa; serta penggunaan metode instruksional.

e. Revisi Modul

Revisi atau perbaikan merupakan proses penyempurnaan modul setelah memperoleh masukan dari kegiatan uji coba dan validasi. Kegiatan revisi *draft* modul bertujuan untuk melakukan finalisasi atau penyempurnaan akhir yang komprehensif terhadap modul sehingga modul siap diproduksi sesuai dengan masukan yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya.

B. Pendekatan Saintifik

1. Pengertian Pendekatan Saintifik

Pendekatan saintifik merupakan pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah saintifik dalam membangun pengetahuan melalui metode ilmiah. Model pembelajaran yang diperlukan memungkinkan terbudayakannya kecapan berpikir sains, terkembangkannya "*sense of inquiry*" dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Alfred De Vito, 1989). Pembelajaran ini dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan

berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”.

Pembelajaran saintifik menekankan pada keterampilan proses, yaitu model pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan proses sains ke dalam sistem penyajian materi secara terpadu (Beyer, 1991). Fokus proses pembelajaran diarahkan pada pengembangan keterampilan peserta didik dalam memproses pengetahuan, menemukan, dan mengembangkan sendiri fakta, konsep, dan nilai-nilai yang diperlukan. Melalui penguatan sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang terintegrasi diharapkan dapat melahirkan peserta didik yang produktif, afektif, inovatif, dan kreatif.



Gambar 1. Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Pendekatan Saintifik

2. Karakteristik Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a) Berpusat pada peserta didik.
- b) Melibatkan keterampilan proses sains dalam mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip.
- c) Melibatkan proses-proses kognitif yang potensial dalam merangsang perkembangan intelek, khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.
- d) Dapat mengembangkan karakter peserta didik.

3. Tujuan Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik

Tujuan pembelajaran dengan pendekatan saintifik didasarkan pada keunggulan pendekatan tersebut. Beberapa tujuan pembelajaran dengan pendekatan saintifik antara lain:

- a) Meningkatkan kemampuan intelek, khususnya kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.
- b) Membentuk kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan suatu masalah secara sistematis.
- c) Terciptanya kondisi belajar yang menimbulkan rasa bahwa belajar merupakan suatu kebutuhan.
- d) Mendapatkan hasil belajar yang tinggi.
- e) Melatih peserta didik dalam mengomunikasikan ide-ide, khususnya dalam menulis artikel ilmiah.
- f) Mengembangkan karakter peserta didik.

4. Prinsip-prinsip Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik

Prinsip-prinsip yang ada di dalam proses pembelajaran dengan pendekatan saintifik antara lain:

- a) Pembelajaran berpusat pada peserta didik.
- b) Pembelajaran membentuk *students self concept*.
- c) Pembelajaran terhindar dari verbalisme.
- d) Pembelajaran memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengasimilasi dan mengakomodasi konsep, hukum, dan prinsip.
- e) Pembelajaran mendorong terjadinya peningkatan kemampuan berpikir peserta didik.
- f) Pembelajaran meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan motivasi mengajar guru.
- g) Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melatih kemampuan dalam komunikasi.
- h) Adanya proses validasi terhadap konsep, hukum, dan prinsip yang dikonstruksi peserta didik dalam struktur kognitifnya.

5. Langkah-langkah Umum Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik

Proses pembelajaran pada kurikulum saat ini menekankan pada dimensi pedagogik modern dalam pembelajaran, yaitu menggunakan pendekatan ilmiah atau pendekatan saintifik. Proses

pembelajaran meliputi kegiatan mengamati, menanya, mencoba, mengolah data, menyajikan data, dan menyimpulkan. Pendekatan ilmiah dalam pembelajaran disajikan sebagai berikut:

a. Mengamati (*Observing*)

Kegiatan mengamati bertujuan agar pembelajaran berkaitan erat dengan konteks situasi nyata yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Metode ini memiliki keunggulan tertentu, seperti menyajikan media objek secara nyata, peserta didik senang dan tertantang, dan mudah pelaksanaannya. Proses mengamati fakta atau fenomena mencakup mencari informasi, melihat, mendengar, membaca, dan atau menyimak. Selanjutnya, guru membuka kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya tentang sesuatu yang telah dilihat, disimak, dan dibaca.

Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan oleh guru dan peserta didik selama observasi pembelajaran disajikan berikut ini (Kemendikbud, 2013).

- Cermat, objektif, dan jujur serta terfokus pada objek yang diobservasi untuk kepentingan pembelajaran.
- Banyak atau sedikit serta homogenitas atau heterogenitas subjek, objek, atau situasi yang diobservasi.
- Guru dan peserta didik perlu memahami apa yang hendak dicatat, direkam, dan sejenisnya, serta cara membuat catatan atas perolehan observasi.

b. Menanya (Questioning)

Kegiatan menanya dilakukan sebagai salah satu proses membangun pengetahuan peserta didik dalam bentuk fakta, konsep, prinsip, prosedur, hukum, dan teori. Kegiatan ini bertujuan agar peserta didik memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi secara kritis, logis, dan sistematis (*critical thinking skills*) atas hasil pengamatan. Pertanyaan yang disusun dapat bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Melalui kegiatan ini rasa ingin tahu peserta didik dapat dikembangkan.

c. Mengumpulkan Informasi

Kegiatan eksperimen bermanfaat untuk meningkatkan keingintahuan peserta didik dalam memperkuat pemahaman fakta, konsep, prinsip, ataupun prosedur dengan cara mengumpulkan data, mengembangkan kreativitas, dan keterampilan kerja ilmiah. Kegiatan ini mencakup tahap merencanakan, merancang, dan melaksanakan eksperimen, menyajikan data, mengolah data, dan menyusun kesimpulan. Pemanfaatan sumber belajar juga dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi.

d. Mengasosiasi/Mengolah Informasi

Kegiatan mengasosiasi bertujuan untuk membangun kemampuan berpikir dan bersikap ilmiah. Informasi (data) menjadi dasar bagi kegiatan berikutnya, yaitu memproses informasi untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya,

menemukan pola dari keterkaitan informasi, dan mengambil berbagai kesimpulan dari pola yang ditemukan. Hasil kegiatan mencoba dan mengasosiasi memungkinkan peserta didik berpikir kritis tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) hingga berpikir metakognitif.

e. Mengomunikasikan

Kegiatan mengomunikasikan adalah sarana untuk menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan, gambar/sketsa, diagram atau grafik. Kegiatan ini dilakukan agar peserta didik mampu mengomunikasikan pengetahuan atas pemahaman yang telah diperoleh selama proses pembelajaran. Kompetensi yang diharapkan dalam kegiatan ini adalah mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.

6. Penerapan Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran berbasis pendekatan saintifik meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Berikut ini uraian pembahasan ketiga kegiatan tersebut:

1) Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan bertujuan untuk menciptakan suasana awal pembelajaran yang efektif sehingga peserta didik dapat mengikuti

proses pembelajaran dengan baik. Guru harus mengupayakan agar peserta didik yang belum memahami suatu konsep dapat memahami konsep tersebut dan memperbaiki kesalahan konsep yang ada.

2) Kegiatan Inti

Kegiatan inti merupakan kegiatan utama dalam proses pembelajaran atau dalam proses penguasaan pengalaman belajar (*learning experience*) peserta didik. Kegiatan inti dalam metode saintifik ditujukan untuk terkonstruksinya konsep, hukum atau prinsip oleh peserta didik dengan bantuan dari guru melalui langkah-langkah kegiatan yang diberikan di awal.

3) Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup ditujukan untuk dua hal pokok. Pertama, validasi terhadap konsep, hukum atau prinsip yang telah dikonstruksi oleh peserta didik. Kedua, pengayaan materi pelajaran yang dikuasai peserta didik.

C. Pembelajaran Kimia

Menurut Abdillah (2002) dalam Aunurrahman (2010:35), “belajar adalah suatu usaha sadar yang dilakukan oleh individu dalam perubahan tingkah laku baik melalui latihan dan pengalaman yang menyangkut aspek-aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik untuk memperoleh tujuan tertentu”. Belajar merupakan suatu perubahan

tingkah laku yang relatif tetap hasil dari pengalaman dalam situasi tertentu. Tingkah laku yang mengalami perubahan itu meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Pembelajaran mengandung makna adanya kegiatan mengajar dan belajar, yaitu adanya guru sebagai pengajar dan peserta didik. Pembelajaran berorientasi pada kegiatan pengajaran materi berkaitan dengan pengembangan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik sebagai sasaran pembelajaran. Proses pembelajaran juga mencakup berbagai komponen lain, seperti media, kurikulum, dan fasilitas pembelajaran.

Berdasarkan pendapat-pendapat mengenai pengertian pembelajaran, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pembelajaran merupakan suatu proses kegiatan yang memungkinkan guru dapat mengajar dan peserta didik dapat menerima materi pelajaran yang diajarkan oleh guru secara sistematis dan saling memengaruhi untuk mencapai tujuan yang diinginkan pada suatu lingkungan belajar.

Ilmu kimia merupakan suatu cabang ilmu yang didalamnya mempelajari bangun (struktur) materi dan perubahan-perubahan yang dialami materi dalam proses alamiah maupun dalam eksperimen yang direncanakan. Pembelajaran kimia merupakan proses interaksi antara peserta didik dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran kimia.

Pada Permen Diknas No 22 tahun 2006 tentang standar isi, tujuan dari mata pelajaran kimia adalah membekali peserta didik dengan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi. Oleh karena itu, pembelajaran kimia menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah.

Kualitas pembelajaran kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor misalnya, strategi belajar mengajar, metode, dan pendekatan pembelajaran, serta bahan ajar yang digunakan. Bahan ajar merupakan komponen penting dalam pembelajaran kimia. Sesuai dengan karakteristik kimia yang harus dipahami dengan memerhatikan hubungan antara tiga level representasi, maka bahan ajar harus dikembangkan dengan memenuhi kriteria tersebut.

D. Karakteristik Materi Laju Reaksi

Kompetensi dasar pada materi kinetika kimia yang dikembangkan untuk peserta didik SMA/MA kelas XI IPA, yaitu:

a. Kompetensi Dasar:

- 1) Memahami teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia;

- 2) Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan;
- 3) Menyajikan hasil pemahaman terhadap teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia;
- 4) Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator untuk pencapaian kompetensi dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Materi Laju Reaksi

Tipe Materi	Dimensi Proses Kognitif				
	Ingatan	Pemahaman	Penerapan	Analisa	Evaluasi
Fakta			Mengukur waktu yang diperlukan untuk suatu reaksi kimia.	Membedakan cepat lambatnya suatu reaksi kimia.	
Konsep		Menjelaskan pengertian teori tumbukan dan laju reaksi.			
Prinsip		Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Membedakan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi suatu reaksi kimia.	Membuktikan faktor-faktor yang memengaruhi laju suatu reaksi.
Prosedur			Menghitung nilai orde reaksi dan persamaan laju reaksi.		

Berdasarkan karakteristik materi pada tabel 1, diketahui bahwa materi laju reaksi merupakan materi yang faktual, konseptual, prinsipal, dan prosedural. Penguasaan materi ini membutuhkan kemampuan yang menyeluruh seperti yang telah dipetakan dalam tabel tersebut. Selain itu, secara umum pembelajaran kimia juga memiliki tiga level representasi.

Pembelajaran kimia direpresentasikan dalam 3 level, yaitu submikro, makro, dan simbolik. Level submikro pada materi laju reaksi ditunjukkan oleh reaksi-reaksi kimia yang tidak kasat mata. Level makro dapat diamati melalui pengukuran waktu reaksi beserta ciri-ciri terjadinya reaksi yang dapat teramati oleh mata. Representasi pada level simbolik dapat ditemukan saat penggunaan rumus laju reaksi (v). Level simbolik terkait dengan penggunaan operasi atau simbol-simbol untuk menggambarkan sesuatu yang dipelajari.

Karakter materi laju reaksi yang telah diuraikan diatas dapat dijadikan sebagai pedoman dalam penyusunan modul pembelajaran yang akan dikembangkan. Berdasarkan pemetaan taksonomi bloom tersebut penyusunan materi di dalam modul dapat disusun secara sistematis. Penyusunan materi dan rencana pembelajaran di dalam modul juga diaplikasikan dengan langkah-langkah pembelajaran saintifik. Modul dengan isi materi yang sistematis dan mengimplementasikan pembelajaran berbasis saintifik dapat dijadikan bahan ajar yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan modul pembelajaran berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama bulan Maret sampai Juni 2016. Tahap analisis kebutuhan dilakukan di beberapa sekolah yaitu, SMAN 58, SMN 39, SMAN 88, dan SMAN 76 Jakarta. Tahap uji coba produk dilakukan di beberapa sekolah yaitu, SMAN 58, SMAN 39, SMAN 89, SMAN 47 Jakarta, dan SMA Pilar Indonesia.

C. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah guru kimia SMAN 58, SMAN 39, dan SMAN 88 Jakarta, peserta didik kelas XI SMAN 58 Jakarta dan peserta didik kelas XI SMAN 76 Jakarta pada tahap analisis kebutuhan. Responden pada tahap uji coba produk merupakan peserta didik kelas XI MIA C SMAN 58 Jakarta dan peserta didik pada XI MIA 3 SMAN 89 Jakarta serta empat guru kimia

yang masing-masing berasal dari SMAN 58, SMAN 39, SMAN 47 Jakarta, dan SMA Pilar Indonesia.

D. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Ada empat tahapan yang harus dilakukan, yaitu tahap analisis kebutuhan, tahap pengembangan produk, tahap validasi produk, dan tahap uji coba produk.

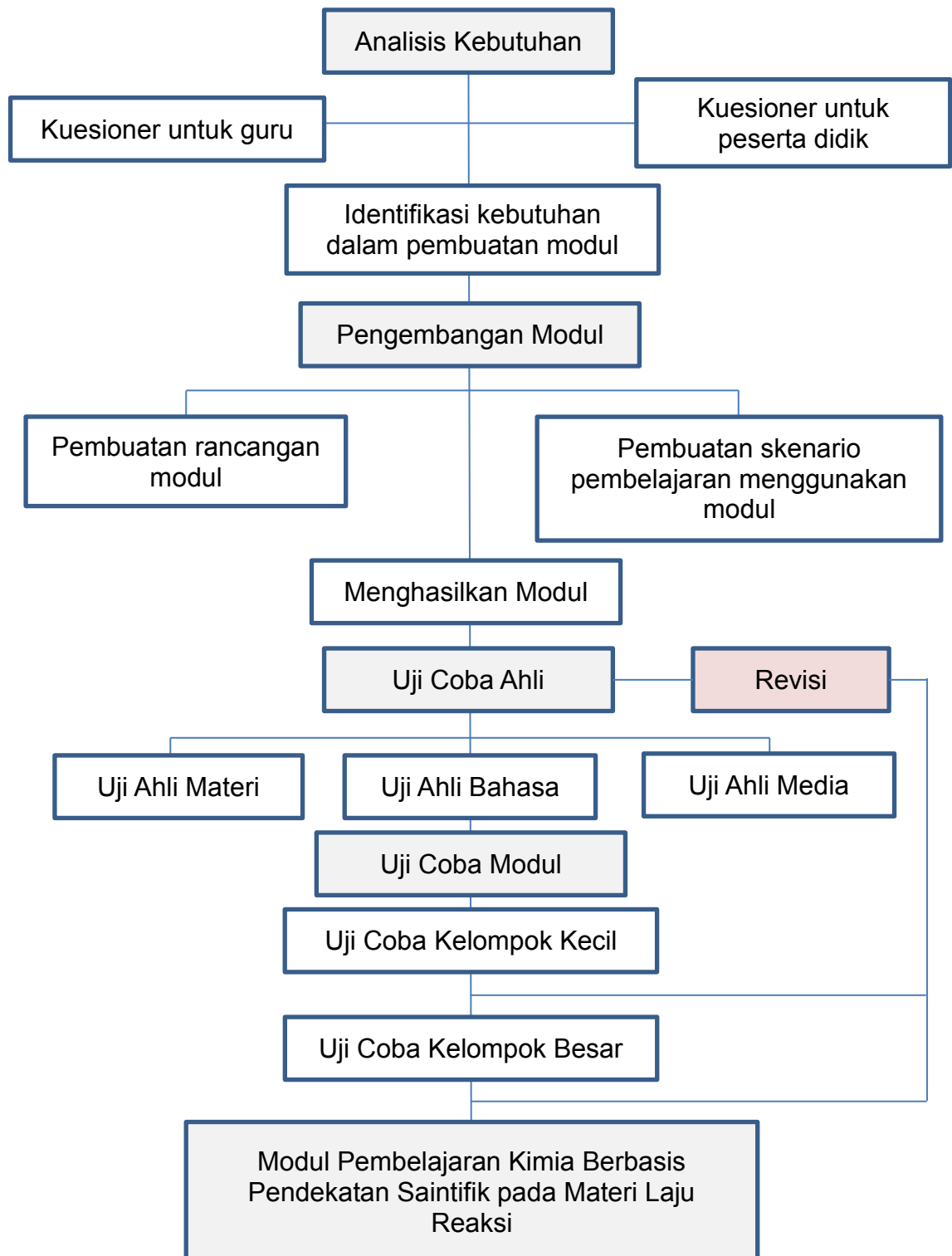
E. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian pengembangan ini meliputi empat langkah. Langkah pertama, yaitu analisis kebutuhan pada peserta didik dan guru. Langkah kedua, yaitu pengembangan produk yang didalamnya terdapat tahap perencanaan dan tahap pengembangan. Langkah ketiga, yaitu tahap validasi produk oleh para ahli (ahli materi, ahli bahasa). Pada langkah terakhir dilakukan tahap uji coba produk oleh peserta didik. Prosedur pengembangan penelitian dapat dilihat secara jelas pada tabel 2 di halaman selanjutnya:

Tabel 2. Prosedur Pengembangan Penelitian

No	Tahapan	Tujuan	Kegiatan	Perangkat
1.	Analisis kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui kebutuhan dan kendala peserta didik maupun guru dalam pembelajaran kimia. - Mengidentifikasi kebutuhan dalam pembuatan modul pembelajaran kimia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan analisis kebutuhan peserta didik dan guru. - Melakukan peninjauan pustaka tentang modul yang mendukung pembelajaran kimia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumen analisis kebutuhan peserta didik dan guru.
2.	Pengembangan Produk	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan rancangan modul pembelajaran dengan pendekatan saintifik. - Menghasilkan modul pembelajaran dengan pendekatan saintifik. 	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat analisis materi pembelajaran, rencana pembelajaran sesuai dengan pendekatan saintifik. - Membuat skenario modul pada materi laju reaksi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Skenario modul pembelajaran kimia. - Modul pembelajaran kimia yang sesuai rancangan.
3.	Uji Validasi Produk oleh ahli	<ul style="list-style-type: none"> - Memperoleh informasi berupa perbaikan, saran, dan kritik untuk melakukan evaluasi terhadap modul. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menganalisis hasil uji ahli materi, media, dan bahasa. - Mengolah dan merevisi sesuai analisa data. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumen uji ahli materi, media, dan bahasa.
4.	Uji Coba oleh Peserta Didik (Kelompok kecil dan kelompok besar)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui pendapat peserta didik tentang modul pembelajaran kimia yang telah dikembangkan sebagai bahan evaluasi selanjutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan uji coba kepada peserta didik. - Mengolah, menganalisis data, dan membuat laporan akhir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumen uji coba oleh peserta didik (evaluasi).

Untuk lebih jelasnya, langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Penelitian Pengembangan Modul Pembelajaran

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian pengembangan ini diawali dengan melakukan pengamatan (observasi) proses pembelajaran dan penyebaran kuesioner analisis kebutuhan peserta didik dan guru. Selanjutnya, melakukan penyebaran kuisisioner validasi produk kepada ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Terakhir melakukan penyebaran kuesioner uji coba produk kepada peserta didik. Pengumpulan data menggunakan instrumen yang dikembangkan oleh peneliti yang bersumber dari BSNP (2008) mengenai instrumen penilaian tahap II buku teks pelajaran kimia SMA/MA.

G. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen analisis kebutuhan, instrumen validasi modul pembelajaran oleh para ahli, dan instrumen uji coba modul oleh peserta didik.

1) Instrumen Analisis Kebutuhan

Instrumen ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang diajukan kepada peserta didik dan guru untuk mengetahui kebutuhan peserta didik dan guru terhadap pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan pembelajaran saintifik. Instrumen ini dibuat dengan skala Guttman, yaitu jawaban tegas dari setiap pertanyaan berupa “Ya” atau “Tidak”.

2) Instrumen Validasi Ahli Materi, Ahli Media, dan Ahli Bahasa

Instrumen ini diajukan kepada ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa sebelum produk dipublikasikan. Instrumen validasi berisi kuesioner untuk mengetahui kelayakan produk dari segi materi, media, dan bahasa. Melalui tahap ini dapat diketahui bahwa produk telah memenuhi syarat atau belum sehingga dapat dilakukan perbaikan terhadap produk.

Skala yang digunakan pada kuesioner validasi ini adalah skala Likert 4 tingkatan (Sugiyono, 2011) yang terdapat pada tabel 3. Adapun kriteria dari masing-masing skala penilaian tersebut antara lain:

- a. Skala 1, jika validator memberikan penilaian sangat tidak setuju,
- b. Skala 2, jika validator memberikan penilaian tidak setuju,
- c. Skala 3, jika validator memberikan penilaian setuju,
- d. Skala 4, jika validator memberikan penilaian sangat setuju.

3) Instrumen Uji Coba Produk

Instrumen ini diberikan kepada peserta didik pada saat menggunakan modul pembelajaran. Melalui tahap ini dapat diketahui respon peserta didik terhadap modul yang dikembangkan.

Tabel 3. Skala Penilaian Instrumen Penelitian

No	Alternatif Jawaban	Bobot Skor	
		Pertanyaan Positif	Pertanyaan Negatif
1.	Sangat Setuju	4	1
2.	Setuju	3	2
3.	Tidak Setuju	2	3
4.	Sangat Tidak Setuju	1	4

H. Teknik Analisa Data

Uji reliabilitas dilakukan pada instrumen validasi ahli (materi, media, bahasa). Uji reliabilitas ini bertujuan untuk mengetahui penilaian ahli terhadap modul yang dikembangkan. Uji yang digunakan adalah uji reliabilitas antar rater *Intraclass Correlation Coeficient* (ICC) dari Fleiss Kappa. ICC adalah sebuah pengukuran untuk menguji kekonsistensian rata-rata kesepakatan pendapat lebih dari dua orang rater dalam sebuah variabel penelitian. Cara mengukur rata-rata kesepakatan antar rater dengan ICC menggunakan rumus r , yaitu:

$$N = Nb \times Nk$$

$$JK \text{ total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{xi^2}{N}$$

$$JK \text{ baris} = \frac{1}{Nk} \sum xi^2 - \frac{xi^2}{N}$$

$$JK \text{ kolom} = \frac{1}{Nb} \sum x_{j}^2 - \frac{xi^2}{N}$$

$$JK_{error} = JK_{total} - JK_{baris} - JK_{kolom}$$

$$db_b = b - 1$$

$$db_k = k - 1$$

$$db_e = (b - 1)$$

$$db_r = N - 1$$

$$RJK_e = \frac{JK_e}{db_e}$$

$$r = \frac{RJK_b - RJK_e}{RJK_b}$$

Keterangan:

r = Koefisien kesepakatan antar rater

RJK_b = Jumlah kuadrat baris

RJK_e = Jumlah kuadrat error

Setelah didapatkan nilai rata-rata kesepakatan antar rater, nilai tersebut diinterpretasikan menggunakan Penafsiran Fleiss sesuai pada tabel 5.

Tabel 4. Penafsiran Fleiss (Widiarso, 2006)

R	Kesepakatan
0 – 0.20	Buruk
0.21 – 0.40	Kurang
0.41 – 0.60	Cukup
0.61 – 0.80	Baik
0.81 – 1.00	Sangat Baik

Uji validitas dilakukan pada instrumen uji coba peserta didik dan guru. Uji ini dilakukan untuk memvalidasi setiap butir indikator penilaian yang digunakan pada instrumen penilaian uji coba. Apabila

instrumen tersebut valid, maka dapat digunakan untuk mengukur kelayakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Pengolahan data uji validitas instrumen uji coba peserta didik menggunakan rumus *Product Moment* dengan simpangan yang dikemukakan oleh Pearson.

$$r_{xy} = \frac{\sum xiy}{\sqrt{\sum xi^2 \sum y^2}}$$

r_{xy} = validitas tiap indikator

x_i = $x_i - \bar{X}$

Y = $Y_i - \bar{Y}$

$\sum xi^2$ = jumlah kuadrat deviasi skor dari indikator ke i

$\sum y^2$ = jumlah kuadrat deviasi skor dari total skor indikator

Data yang diperoleh dari instrumen tersebut selanjutnya di analisis untuk mengetahui kualitas modul pembelajaran yang dikembangkan. Hasil analisis akan menunjukkan hasil dari penelitian pengembangan modul yang dilakukan. Rumus yang digunakan pada tahap ini ialah sebagai berikut:

$$\% = \frac{\sum \text{skor yang dijawab}}{\sum \text{skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh selanjutnya diinterpretasi berdasarkan *rating scale*, seperti yang tertera pada tabel 4.

Tabel 5. Interpretasi Skor *Rating Scale*

Presentase	Interpretasi
0% - 20%	Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	Kurang Baik
40,1% - 60%	Cukup Baik
60,1% - 80%	Baik
80,1% - 100%	Sangat Baik

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk, yaitu modul pembelajaran kimia SMA kelas XI pada materi Laju reaksi. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dilakukan dengan empat tahapan, yaitu tahap analisis kebutuhan, tahap pengembangan produk, tahap validasi produk, dan tahap uji coba produk yang dihasilkan kepada peserta didik dan guru.

A. Tahap Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui informasi tentang kondisi pembelajaran kimia. Secara spesifik, tahap ini mengaji lebih dalam tentang penerapan pendekatan saintifik dan bahan ajar pada pembelajaran kimia di sekolah. Tahap ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada tiga orang guru mata pelajaran kimia yang masing-masing berasal dari SMAN 58 Jakarta, SMAN 88 Jakarta, dan SMAN 39 Jakarta. Selain itu, juga dilakukan analisis kebutuhan terhadap peserta didik. Responden berasal dari kelas XI IPA SMAN 58 Jakarta dan SMAN 76 Jakarta.

Analisis kebutuhan dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh dari guru dan peserta didik. Sebanyak 88,9% dari responden peserta didik menyukai mata pelajaran kimia dan 83,3% responden juga

merasa bahwa guru mampu menciptakan suasana kondusif dalam proses pembelajaran di kelas. Suasana kondusif yang dimaksud adalah sikap guru yang komunikatif dan menyenangkan sehingga dapat meningkatkan minat peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran.

Sesuai kurikulum yang berlaku saat ini, proses pembelajaran di sekolah mengacu pada pembelajaran berbasis pendekatan saintifik. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Mata pelajaran kimia sebagai salah satu mata pelajaran di sekolah juga didorong untuk menerapkan sistem pembelajaran berbasis pendekatan saintifik. Seluruh responden guru mengaku telah mengetahui pendekatan saintifik dan telah memfasilitasi peserta didik dengan langkah-langkah pembelajaran saintifik dalam proses pembelajaran kimia yang dibinanya. Guru-guru juga tidak mengalami kesulitan dalam menerapkan pembelajaran berbasis saintifik. Sistem pembelajaran satu arah mulai berkurang. Pendapat ini juga sesuai dengan pendapat dari 75% responden peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran lebih sering dilakukan dengan cara berdiskusi.

Sebanyak 72,2% responden peserta didik mengaku bahwa proses pembelajaran telah diawali dengan kegiatan pengamatan terhadap suatu objek. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran sesuai dengan langkah awal pendekatan saintifik. Biasanya guru akan menampilkan gambar atau video untuk diamati oleh peserta didik secara berkelompok. Namun, dalam kegiatan ini beberapa peserta didik mengaku tidak

menyukai karena seringkali objek yang diamati kurang dipahami peserta didik. Selain itu, peserta didik juga merasa bahwa guru masih kurang memberikan arahan dan bimbingan selama proses pengamatan berlangsung. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa sikap kemandirian peserta didik belum terbangun.

Langkah pendekatan saintifik berikutnya adalah menuntun peserta didik untuk menemukan solusi dan memecahkan masalah. Namun, pada tahap pengumpulan informasi, sebanyak 72,2% responden peserta merasa kurangnya instruksi guru untuk mencari informasi sebanyak-banyaknya tentang materi yang sedang dikaji. Langkah pendekatan saintifik mulai terhambat ketika masih ada sebanyak 58,3% responden peserta didik yang belum mampu menemukan keterkaitan informasi dengan materi yang sedang dikajinya. Akibatnya, banyak peserta didik yang belum mampu memberikan kesimpulan dengan tepat seperti yang diakui oleh 61,1% responden peserta didik. Hal tersebut juga diakui oleh seluruh responden guru. Pada kondisi ini, seluruh responden guru menyadari perannya untuk memberikan klarifikasi terhadap kesimpulan yang diberikan oleh peserta didik. Klarifikasi yang diberikan guru akan menghindarkan peserta didik dari miskonsepsi dan menambah pemahaman terhadap materi. Kondisi demikian menunjukkan bahwa langkah-langkah pendekatan saintifik belum berjalan lancar dan proses pembelajaran belum berlangsung kondusif.

Pembelajaran berbasis pendekatan saintifik mengedepankan sistem belajar aktif. Pendekatan ini melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Pada langkah akhir pembelajaran saintifik, peserta didik dituntun untuk menunjukkan sikap percaya diri, berani tampil, dan komunikatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebanyak 55,6% responden peserta didik menyatakan bahwa guru telah menuntun untuk saling bertukar pendapat serta mengemukakan kembali hasil pembelajaran yang telah diterima dengan berbagai cara yang interaktif.

Pembelajaran berbasis saintifik juga mementingkan keterampilan proses. Kegiatan pembelajaran dirancang sedemikian rupa untuk mengarahkan peserta didik ke dalam pembelajaran aktif. Belajar sains membutuhkan proses pembelajaran eksperimen. Menurut hasil analisis, sebagian besar peserta didik menyukai kegiatan praktikum dalam mempelajari materi laju reaksi. Demikian pula yang dinyatakan oleh seluruh responden guru bahwa kegiatan praktikum dapat meningkatkan minat peserta didik terhadap proses pembelajaran. Menurut guru, peserta didik akan merasa tertantang memecahkan masalah, menemukan suatu fakta yang nyata, dan berusaha menghubungkan fakta ilmiah dengan pengetahuan yang telah diketahui.

Meskipun para responden guru menyatakan tidak adanya kesulitan dalam menerapkan pembelajaran berbasis saintifik di kelas. Namun, dua dari tiga responden guru menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan dirasa belum mampu menunjang pembelajaran saintifik.

Seluruh responden guru dan peserta didik menyatakan bahwa bahan ajar yang biasa digunakan berupa buku teks. Selain itu, alternatif bahan ajar lain yang sekali waktu digunakan ialah bahan presentasi berupa *slide power point* dan LKS.

Menurut responden guru langkah-langkah pembelajaran saintifik pada buku teks yang biasa digunakan belum terlihat jelas. Buku teks hanya menyajikan materi secara umum dan membutuhkan keahlian guru untuk merancang proses pembelajaran yang berbasis saintifik. Pendapat peserta didik terhadap buku teks yang biasa digunakan antara lain ialah kurangnya keterbacaan, penggunaan diksi yang sulit dipahami, tampilan yang kurang menarik, dan penyajian materi yang terlalu luas. Buku teks menyajikan materi menggunakan pembahasan yang kurang dipahami oleh peserta didik. Banyak menggunakan kata yang tidak sesuai dengan tingkat intelektual peserta didik sehingga sulit dipahami. Pendapat mengenai tampilan dari buku teks, peserta didik mengaku kurang menarik. Tampilan pada buku teks terlihat monoton di setiap lembarnya. Selain itu, peserta didik merasa bahwa materi yang disajikan sulit dipahami karena kajian pustaka terlalu mendalam. Akibatnya, peserta didik mudah merasa jenuh dan kurang meminati bahan ajar tersebut. Hal itu juga diakui oleh dua dari tiga responden guru.

Berkaitan dengan penggunaan bahan ajar yang biasa digunakan membuat sikap kemandirian peserta didik masih rendah. Proses pembelajaran menjadi kurang menarik dan diminati. Peran guru sebagai

pendidik pun belum dapat diubah menjadi fasilitator karena peserta didik hanya tertarik mendengarkan penjelasan dari guru dan kemudian diberikan tugas. Keadaan demikian seharusnya memacu para guru untuk membuat bahan ajar tambahan. Namun, keterbatasan waktu dan padatnya aktivitas membatasi guru untuk dapat menyusun bahan ajar mandiri.

Apabila dikaji melalui materi pembelajaran laju reaksi, satu dari tiga responden guru merasa bahwa materi laju reaksi mudah untuk disampaikan dan mudah dipahami oleh peserta didik. Hal tersebut didukung oleh pengakuan para guru dengan nilai-nilai peserta didik yang sebagian besar tinggi. Sebanyak 77,8% responden peserta didik juga menyampaikan bahwa mereka memahami materi ini dengan baik. Menurut pengakuan peserta didik, jika dilakukan perbandingan terhadap materi laju reaksi dengan materi kimia lainnya, maka materi ini memiliki konsep perhitungan yang dirasa lebih mudah. Disamping itu, peserta didik juga mengaku tidak terlalu terbebani dengan konsep dan teori-teori yang ada pada materi ini.

Hasil analisis menunjukkan bahwa orientasi keberhasilan proses pembelajaran kimia pada materi laju reaksi dilihat dari nilai tinggi yang diperoleh peserta didik. Namun, apabila dikaji lebih mendalam dua dari tiga responden guru menyatakan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep laju reaksi. Guru masih melihat

kurangnya kemampuan peserta didik dalam menghubungkan fenomena kimia di kehidupan sehari-hari dengan pengetahuan yang telah dipelajari.

Berkaitan dengan peningkatan kualitas pembelajaran kimia melalui pembelajaran saintifik diperlukan bahan ajar yang tepat. Selain itu, peserta didik juga perlu difasilitasi dengan bahan ajar yang mampu meningkatkan sikap kemandiriannya. Adapun bahan ajar yang dapat dikembangkan sesuai kebutuhan ialah berupa modul pembelajaran. Penggunaan modul pembelajaran diharapkan mampu membuat proses pembelajaran lebih terarah. Adanya modul pembelajaran juga dapat dijadikan sebagai sarana penunjang pembelajaran mandiri bagi peserta didik. Sebanyak 91,7% responden peserta didik menyatakan keinginannya terhadap penyediaan bahan ajar kimia yang dapat memfasilitasi pembelajaran secara mandiri sehingga kegiatan belajar tetap dapat berlangsung walau sedang tidak berada di sekolah.

Oleh karena itu, seluruh responden guru menyetujui adanya pengembangan bahan ajar berbasis pendekatan saintifik yang dapat menunjang proses pembelajaran mandiri. Guru mengharapkan bahan ajar yang dikembangkan dapat memenuhi beberapa kriteria, yaitu dekat dengan kehidupan sehari-hari, materi yang lengkap, peyajian gambar, panduan percobaan sederhana, bahasa yang sederhana, soal-soal evaluasi, dan tampilan yang *full colour*. Hal serupa juga disampaikan oleh sebagian besar peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui beberapa masalah dalam penerapan pendekatan saintifik pada proses pembelajaran kimia di sekolah, yaitu kurangnya kemandirian peserta didik dan kurang tersedianya bahan ajar yang menunjang pembelajaran berbasis saintifik. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan adanya bahan ajar yang dapat menunjang pembelajaran dengan langkah-langkah pendekatan saintifik. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan modul pembelajaran kimia dengan pendekatan saintifik pada materi laju reaksi

B. Tahap Pengembangan

Tahap ini meliputi tahap perencanaan dan tahap penyusunan produk. Tahap ini dilakukan untuk menghasilkan produk yang berbobot dan berkualitas baik bagi peserta didik.

1. Tahap Perencanaan Modul

Tahap ini dilakukan dengan analisis materi laju reaksi sesuai dengan silabus kimia pada materi laju reaksi kelas XI IPA berdasarkan kurikulum yang berlaku, yaitu kurikulum 2013. Berdasarkan hasil analisis, materi laju reaksi dipetakan menjadi 3 kegiatan belajar.

1) Kegiatan Belajar 1: Teori Tumbukan dan Laju Reaksi

Pada bagian ini dibahas teori tumbukan sebagai permulaan adanya reaksi kimia kemudian adanya reaksi kimia yang berlangsung dengan berbagai kecepatan.

2) Kegiatan Belajar 2: Faktor-faktor Laju Reaksi dan Aplikasinya

Pada bagian ini dibahas beberapa faktor yang memengaruhi laju reaksi beserta aplikasi konsep laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.

3) Kegiatan Belajar 3: Persamaan Laju Reaksi, Orde Reaksi, dan Tetapan Laju

Pada bagian ini dibahas mengenai penulisan persamaan laju, tingkat-tingkat reaksi, dan penentuan tetapan laju. Contoh-contoh soal dan pembahasan disajikan untuk menjabarkan cara menuliskan persamaan laju, menentukan tingkat reaksi atau orde, dan menentukan tetapan laju dari data eksperimen.

Modul pembelajaran dikembangkan sesuai dengan langkah-langkah pendekatan saintifik, yaitu mengamati, bertanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Modul berisikan kompetensi inti, kompetensi dasar, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, Modul pembelajaran akan memuat kompetensi inti, kompetensi dasar, pendahuluan sebagai deskripsi modul serta tiga kegiatan belajar yang masing-masing terdapat tujuan pembelajaran, tes kemampuan awal, materi pembelajaran, contoh soal, kegiatan peserta didik (individu dan kelompok), aplikasi materi dalam kehidupan sehari-hari, rangkuman, uji pemahaman, tes akhir kegiatan belajar, pedoman penilaian, dan remedial.

Sesuai dengan hakikat modul, yaitu adanya kemandirian dan ketuntasan setelah menggunakannya. Modul ini dirancang agar mampu meningkatkan kemandirian peserta didik dan ketuntasan dalam pembelajaran. Setiap kegiatan pembelajaran dilengkapi dengan contoh-contoh soal dan soal-soal evaluasi. Melalui soal evaluasi tersebut peserta didik dapat menguji pemahamannya terhadap materi.

Hasil pemahaman tersebut dapat diukur melalui penilaian mandiri yang terdapat di setiap akhir kegiatan pembelajaran. Apabila hasil penilaian tersebut telah melampaui batas standar minimal, maka peserta didik diizinkan untuk melanjutkan ke kegiatan pembelajaran berikutnya. Namun, jika nilai tersebut masih belum memenuhi standar minimal, maka peserta didik dianjurkan untuk mengulang kembali kegiatan belajar tersebut.

Selanjutnya dilakukan perencanaan bentuk tampilan modul dan isi. Modul yang dibuat menggunakan kertas ukuran A4, tampilan menarik dan berwarna, dengan sistematika sebagai berikut:

- 1) Halaman sampul, memuat judul materi dari modul.
- 2) Kata Pengantar, memuat kata sambutan dari penyusun modul.
- 3) Daftar isi, memuat informasi halaman untuk isi modul.
- 4) Pendahuluan, memuat deskripsi umum tentang modul pembelajaran, alokasi waktu, prasyarat untuk mempelajari materi laju reaksi dalam modul tersebut, petunjuk penggunaan modul, dan tujuan akhir pembelajaran yang ingin dicapai.

- 5) Peta Konsep, memuat bagan singkat dari materi laju reaksi
- 6) Kegiatan Belajar, memuat tujuan pembelajaran, tes kemampuan awal, materi pembelajaran, contoh soal, kegiatan peserta didik (individu dan kelompok), aplikasi materi dalam kehidupan sehari-hari, rangkuman, uji pemahaman, tes akhir kegiatan belajar, pedoman penilaian, dan remedial.
- 7) Refleksi Diri, berfungsi untuk menganalisa ketercapaian tujuan akhir pembelajaran oleh peserta didik secara mandiri.
- 8) Glosarium, memuat arti dari istilah-istilah penting yang terdapat dalam modul pembelajaran.
- 9) Kunci Jawaban, terdiri dari kunci jawaban uji pemahaman dan tes kegiatan belajar.
- 10)Daftar Pustaka, berisi berbagai referensi yang digunakan dalam penyusunan modul pembelajaran.

2. Tahap Penyusunan Modul

Penyusunan modul diawali dengan membuat pendahuluan modul yang memuat deskripsi umum tentang modul pembelajaran. Pendahuluan berisi alokasi waktu, prasyarat untuk mempelajari materi, petunjuk penggunaan modul, dan tujuan akhir pembelajaran yang ingin dicapai. Selanjutnya, menyusun bagian utama pada modul, yaitu isi dari setiap kegiatan belajar. Hal tersebut diawali dengan melakukan studi literatur dari berbagai macam buku teks universitas dan buku teks pembelajaran kimia

SMA. Mula-mula dilakukan pembuatan peta konsep yang merepresentasikan isi materi. Peta konsep ini dapat membantu peserta didik untuk mempelajari isi materi secara bermakna.

Kegiatan belajar diawali oleh penjabaran tujuan pembelajaran. Selanjutnya disajikan beberapa pertanyaan sebagai tes kemampuan awal. Tes kemampuan awal pada kegiatan belajar 1 merupakan soal-soal yang berkaitan dengan materi dasar yang wajib dikuasai sebelum peserta didik mulai melakukan pembelajaran menggunakan modul. Materi dasar yang wajib dikuasai antara lain definisi reaksi kimia, persamaan reaksi, dan konsep mol. Tes kemampuan awal pada kegiatan belajar 2 dan 3 merupakan soal-soal yang berkaitan dengan pembahasan materi di kegiatan belajar sebelumnya.

Penyusunan isi materi dari setiap kegiatan belajar meliputi materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, uji pemahaman, tes akhir kegiatan belajar, penilaian mandiri, dan bagian perbaikan atau remedial. Materi yang disajikan dalam modul menuntun peserta didik untuk aktif dan menemukan pengetahuannya sendiri melalui kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan data dan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengomunikasikan.

Materi pembelajaran disajikan sesuai dengan rancangan modul pada tahap perencanaan. Pada setiap kegiatan belajar juga disajikan soal-soal yang mengasah kemampuan peserta didik terhadap materi. Soal-soal tersebut mengacu pada butir-butir tujuan akhir pembelajaran.

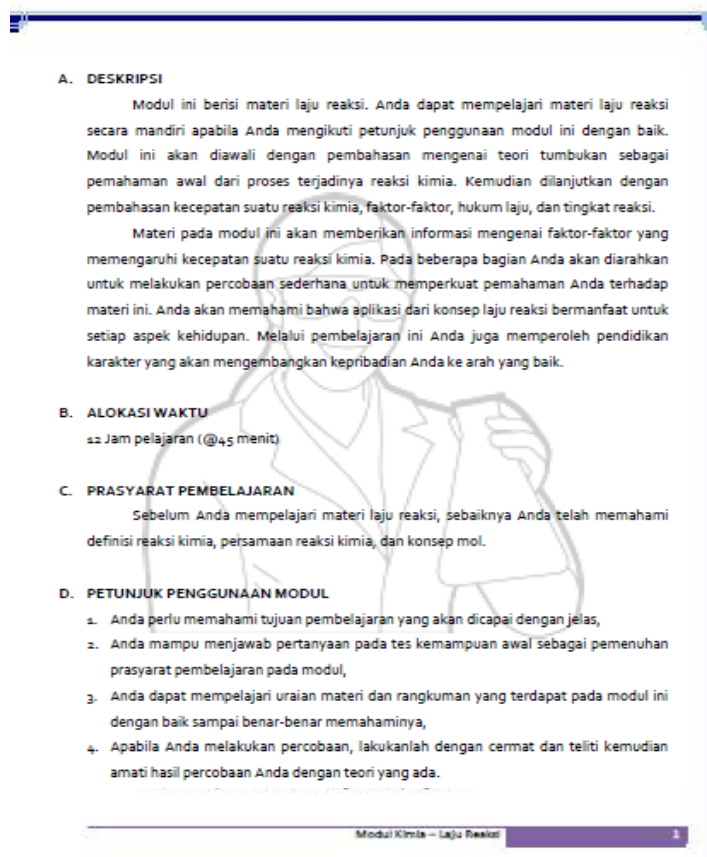
Pencapaian tujuan akhir pembelajaran tersebut akan terlihat ketika peserta didik mampu menyelesaikan soal-soal pada akhir kegiatan belajar dan menunjukkan hasil penilaian yang baik pada bagian penilaian mandiri.

Selanjutnya dilakukan penyusunan kata pengantar, daftar isi, kunci jawaban, glosarium, dan daftar pustaka. Tahap akhir ialah membuat sampul modul dan tampilan pada setiap lembar halaman modul. Sampul modul didesain dengan latar belakang gambar yang berkaitan dengan kimia dan menonjolkan unsur judul materi sebagai identitas modul. Tampilan modul dibuat menarik agar meningkatkan minat peserta didik untuk melakukan pembelajaran menggunakan modul.

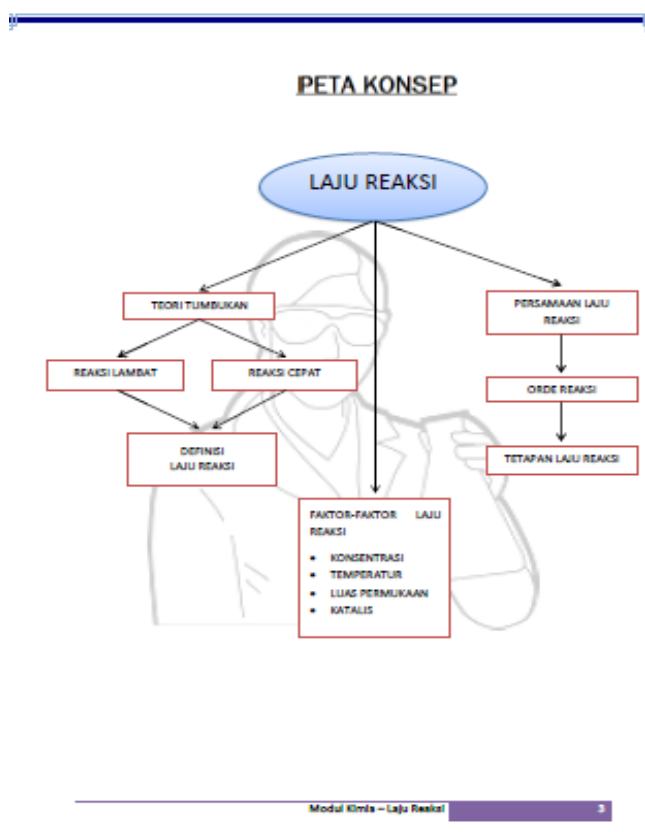
Beberapa tampilan *screen capture* dari modul yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Tampilan sampul modul




Gambar 4. Tampilan pendahuluan dalam modul



Gambar 5. Tampilan peta konsep dalam modul

I. Teori Tumbukan dan Reaksi Kimia

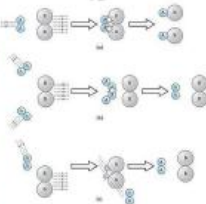


Gambar 1.1 Interaksi sosial

Kegiatan sosial biasanya melibatkan banyak orang dari berbagai individu atau pun dari beberapa komunitas. Pada gambar 1.1, terlihat bahwa banyak orang saling berinteraksi satu sama lain. Beberapa orang saling bertegur sapa dan berbincang. Pernahkah Anda berada pada situasi seperti itu? Hal apa yang mungkin Anda lakukan dan Anda peroleh dari situasi tersebut? Apakah Anda akan mendapatkan teman baru? Bagaimanakah analogi ini dapat membantu kita dalam memahami proses terjadinya reaksi kimia?

Interaksi antarindividu pada kegiatan sosial bisa saja menghasilkan hubungan pertemanan yang baru bagi beberapa orang. Keberhasilan interaksi tersebut tergantung pada pribadi dan karakter masing-masing individu. Hubungan pertemanan yang baru bisa terbentuk apabila individu-individu yang saling berinteraksi memiliki kemampuan berkomunikasi dan bersosialisasi baik. Jika dianalogikan sebagai proses terjadinya reaksi kimia, reaksi akan terbentuk apabila partikel-partikel kimia saling berinteraksi.

Reaksi kimia merupakan perubahan yang terjadi apabila senyawa kimia berinteraksi membentuk zat baru yang berbeda. Partikel zat selalu bergerak ke segala arah dan memungkinkan terjadinya tumbukan. Tumbukan dapat memutuskan ikatan dalam molekul pereaksi dan membentuk ikatan baru yang menghasilkan molekul hasil reaksi.



Tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi disebut *tumbukan efektif*, sedangkan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi disebut *tumbukan tidak efektif*. Tumbukan efektif terjadi apabila molekul-molekul bertumbukan pada posisi atau orientasi yang tepat dan energi yang cukup. Apabila molekul

Modul Kimia – Laju Reaksi 6

Gambar 6. Tampilan materi pembelajaran dalam modul

Uji Pemahaman 2-1

Sebutkan 2 contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsentrasi sebagai faktor laju reaksi kemudian jelaskan!

2) Temperatur

Bagaimanakah pengaruh temperatur terhadap laju reaksi? Lakukanlah percobaan di bawah ini untuk mengetahuinya!

Kegiatan 2-1: Ayo Kita Lakukan!

Tujuan: Mengamati pengaruh temperatur terhadap laju reaksi.

Alat dan bahan yang digunakan:

- Pemanas listrik
- Termometer
- 3 buah gelas kimia
- Kertas yang diberi tanda silang
- $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8)$ 0,2 M
- Larutan HCl 2M

Cara Kerja:


1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Masukkan masing-masing 20 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ke dalam tiga gelas kimia.
3. Panaskan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ untuk tiap gelas kimia pada temperatur 27°C , 37°C , 47°C .
4. Setelah selesai memanaskan, letakkan masing-masing gelas di atas setiap kertas yang sudah diberi tanda silang.
5. Persiapkan alat pengukur waktu (stopwatch).
6. Ke dalam masing-masing gelas kimia tersebut, masukkan 10 mL larutan HCl.
7. Catat waktu reaksi saat HCl mulai dimasukkan ke dalam gelas kimia sampai tanda silang mulai tidak terlihat karena adanya pembentukan endapan pada dasar gelas

Modul Kimia – Laju Reaksi 20

Gambar 7. Tampilan kegiatan peserta didik dan uji pemahaman dalam modul

KIMIA DALAM KEHIDUPAN

Pernahkah Anda melihat seseorang yang sedang mengupas kentang? Apakah Anda melihat wadah berisi air di dekat orang tersebut? Biasanya seseorang yang sedang mengupas kentang akan menempatkan kentang yang telah dikupas ke dalam wadah berisi air.



Sumber: LP Perilaku, diambil pada kentang

Mengapa hal tersebut dilakukan? Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Tahukah Anda apa yang sebenarnya terjadi?

Sesungguhnya, memasukkan kentang yang telah dikupas ke dalam air merupakan cara untuk menghambat terjadinya reaksi kimia. Jika kentang dibiarkan di udara terbuka, reaksi kimia akan terjadi antara enzim pada permukaan kentang dengan oksigen yang ada di udara bebas. Reaksi ini berlangsung sangat cepat sehingga menyebabkan kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Namun, apabila kentang dimasukkan ke dalam air, maka reaksi antara enzim dan kentang dapat diperlambat.

G. Rangkuman Kegiatan Belajar 1

1. Reaksi kimia terjadi karena adanya peristiwa tumbukan antarpartikel zat pereaksi.
2. Laju adalah banyaknya perubahan persatuan waktu
3. Laju reaksi kimia adalah peristiwa berturangnya reaktan atau bertambahnya produk persatuan waktu
4. Konsep laju reaksi dapat dituliskan dengan:

$$v = (+/-) \frac{\Delta[\text{konsentrasi}]}{\Delta t}$$
5. Tumbukan efektif adalah tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi kimia.

Modul Kimia – Laju Reaksi 27

Gambar 8. Tampilan aplikasi laju reaksi dalam kehidupan dan rangkuman materi pada modul

D. Rangkuman Kegiatan Belajar 3

1. Persamaan laju reaksi menyatakan hubungan antara konsentrasi pereaksi dan laju reaksi.
2. Orde reaksi merupakan bilangan pangkat pada persamaan reaksi.
3. Orde reaksi total merupakan jumlah dari orde reaksi terhadap setiap pereaksi.
4. Orde suatu reaksi dapat ditentukan dengan cara membuat grafik dari data eksperimen.
5. Nilai tetapan laju reaksi bergantung pada suhu dan jenis reaksinya.

E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 3
 Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan cermat!
 Pilihan Ganda (Skor 10 poin/1 soal benar)

1. Diketahui reaksi $A + B \rightarrow AB$ diperoleh data sebagai berikut :

No	[A]	[B]	v (M.det ⁻¹)
1	A	B	v
2	2A	B	4v
3	4A	2B	32v

Berdasarkan data tersebut, yang benar tentang orde reaksi adalah ...

- a. Orde reaksi terhadap A adalah 1
- b. Orde reaksi terhadap B adalah 1
- c. Orde reaksi terhadap A adalah 0
- d. Orde reaksi terhadap B adalah 2
- e. Orde reaksi total adalah 2

2. Dan reaksi $A + E \rightarrow D + B$ diperoleh data sebagai berikut:

- Jika konsentrasi A dinaikkan pada konsentrasi E tetap, maka laju reaksinya menjadi 2 kali lebih cepat
- Jika A dan E masing-masing diperbesar 2 kali, ternyata laju reaksi menjadi 8 kali lebih cepat.

Jika orde reaksi $A + E \rightarrow D + B$ adalah.....

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5

3. Reaksi brominasi aseton berlangsung sebagai berikut:

$$\text{CH}_3\text{COCH}_3 \text{ (aq)} + \text{Br}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{Br} \text{ (aq)} + \text{H}^+ \text{ (aq)} + \text{Br}^- \text{ (aq)}$$

Modul Kimia – Laju Reaksi 27


Gambar 9. Tampilan rangkuman dan tes akhir kegiatan belajar pada modul.

I. Penilaian Mandiri (Self Assessment)

Hitunglah skor jawaban Anda pada Tes Akhir Kegiatan Belajar 2. Gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = (\text{Skor PG} + \text{Skor Uraian})$$

Hasil Penguasaan :



≥ 85 = Baik
 $70 - 85$ = Cukup
 < 70 = Kurang

Apabila tingkat penguasaan Anda kurang dari 70, artinya Anda belum mampu menyelesaikan Tes Akhir Kegiatan Belajar 2 dengan baik. Oleh karena itu, Anda perlu mempelajari kembali materi Kegiatan Belajar 2. Anda selanjutnya dapat mengasah kembali kemampuan Anda dengan cara menyelesaikan soal-soal pada bagian Remedial berikut!

J. Remedial

1. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi!
2. Apa yang dimaksud dengan katalis?
3. Bagaimana cara katalis dapat memengaruhi laju reaksi?
4. Apa yang terjadi dengan laju reaksi bila konsentrasi zat pereaksi kecil? Jelaskan!

Modul Kimia – Laju Reaksi 27

Gambar 10. Tampilan penilaian mandiri dan remedial pada modul

REFLEKSI DIRI

Untuk mengukur pemahaman Anda terhadap materi pada modul ini. Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom tidak, kurang, atau ya sesuai dengan yang Anda rasakan pada tabel berikut ini.

No.	Tujuan Pembelajaran	Ya	Kurang	Tidak
1.	Menjelaskan proses reaksi kimia berdasarkan teori tumbukan.			
2.	Mengelompokkan jenis reaksi lambat dan cepat.			
3.	Menjelaskan definisi dari laju reaksi berdasarkan grafik laju.			
4.	Menentukan laju reaksi suatu reaksi kimia.			
5.	Melakukan percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.			
6.	Menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.			
7.	Mengaitkan konsep teori tumbukan, dengan faktor-faktor laju reaksi.			
8.	Menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi.			
9.	Menentukan jenis faktor yang memengaruhi laju suatu reaksi kimia.			
10.	Menentukan persamaan laju reaksi suatu reaksi kimia.			
11.	Menentukan nilai orde berdasarkan perhitungan kuantitatif.			
12.	Menggambar grafik laju berdasarkan orde reaksi.			
13.	Menghitung nilai orde reaksi total suatu reaksi kimia.			
14.	Menentukan nilai tetapan laju reaksi suatu reaksi kimia.			

Setelah melakukan refleksi diri, Anda dapat mempelajari kembali materi-materi yang Anda rasa belum atau masih kurang dipahami.

Modul Kimia – Laju Reaksi 27

Gambar 11. Tampilan bagian refleksi diri pada modul

KUNCI JAWABAN

KEGIATAN BELAJAR 1

Tes Kemampuan Awal

1. Apabila natrium dan klor dicampur maka akan terbentuk zat baru, yaitu Natrium Klorida (NaCl) yang biasa dikenal sebagai garam dapur.
2. $n = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{25}{374} = 0,067 \text{ mol}$
3. $M_{\text{Urak}} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V} = \frac{3}{60} \times \frac{1000}{250} = 0,2 \text{ M}$

Uji Pemahaman 1.1

1. Teori tumbukan dapat menjelaskan proses awal terjadinya reaksi kimia. Partikel zat-zat pereaksi akan bergerak bebas dan saling bertumbukan. Pada saat tumbukan efektif terjadi maka akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan zat produk.
2. Ada, yaitu tumbukan yang tidak efektif.
3. Energi aktivasi merupakan energi minimum yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk bereaksi.

Uji Pemahaman 1.2

1. Pada saat proses reaksi kimia berlangsung konsentrasi zat produk akan semakin bertambah.
2. $0,05 \text{ M.s}^{-1}$

Uji Akhir Kegiatan Belajar 1

Pilihan Ganda

1. C. Penambahan konsentrasi AB tiap satuan waktu
2. B. $v_A = \frac{0,8-0,2}{10} \text{ M.s}^{-1}$
3. B. 20 M.s^{-1}
4. A. Laju reaksi semakin besar
5. C. Energi aktivasi

Uraian

1. Laju reaksi merupakan proses berkurangnya konsentrasi zat reaktan atau bertambahnya konsentrasi zat produk per satuan waktu.
2. Itu merupakan grafik laju reaksi pengurangan konsentrasi zat produk per satuan waktu.
3. $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$

$$v = \frac{(8-2) \text{ mol/l}}{4 \text{ sekon}} = \text{M.s}^{-1}$$

Remedial

1. Laju reaksi akan berhenti ketika jumlah konsentrasi produk yang dapat bereaksi sudah habis.
2. Secara sederhana, laju reaksi dapat dipahami sebagai proses berkurangnya jumlah reaktan

Modul Kimia – Laju Reaksi 27

Gambar 12. Tampilan kunci jawaban pada modul

C. Tahap Validasi Modul

Modul yang telah disusun, kemudian divalidasi oleh beberapa ahli. Tahap validasi ini bertujuan untuk mengetahui penilaian beberapa ahli terhadap modul pembelajaran yang dikembangkan. Validasi dilakukan dengan pengisian kuesioner. Kuesioner tersebut dibuat berdasarkan komponen penilaian aspek kelayakan isi, penyajian bahan, dan aspek kelayakan kegrafikan yang diadaptasi dari Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran oleh BSNP serta dari aspek pembelajaran berbasis saintifik.

Validasi ini dilakukan oleh beberapa dosen ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa yang masing-masing terdiri dari 3 dosen. Hasil validasi tersebut dijadikan sebagai bahan koreksi guna

menyempurnakan modul agar menjadi lebih baik. Setelah dilakukan tahap validasi oleh para dosen ahli, modul pembelajaran diperbaiki. Selanjutnya, modul diujicobakan kepada peserta didik kelas yang terdiri dari kelompok kecil dan kelompok besar dan guru. Hasil validasi ialah sebagai berikut:

1. Validasi oleh Ahli Materi

Tahap ini bertujuan untuk mengukur kualitas modul pembelajaran dari segi isi materi. Validasi dilakukan oleh tiga dosen ahli dalam bidang kimia. Kuesioner yang digunakan pada validasi ini terdiri dari 45 butir pernyataan seperti yang terlampir pada **lampiran 6**. Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas antar rater ahli diperoleh nilai 0,945. Hal tersebut dapat diartikan bahwa kesesuaian antarpemilai dalam menilai kualitas modul sangat baik.

Melalui tahap ini diperoleh informasi tentang kualitas modul menurut ahli kimia sehingga penulis dapat meningkatkan kembali kualitas isi materi yang ada pada modul. Beberapa saran perbaikan yang diperoleh antara lain:

1. Memilih bahan ilustrasi yang lebih tepat agar tidak menimbulkan miskonsepsi.
2. Membuat visual gambar pendukung materi menjadi lebih jelas.
3. Menyesuaikan soal-soal evaluasi dengan tujuan akhir pembelajaran.
4. Melengkapi keterangan simbol pada setiap rumus yang disajikan.
5. Memperbaiki ketepatan satuan pada contoh-contoh perhitungan.

6. Menuliskan fasa zat pada setiap persamaan reaksi yang disajikan.
7. Memberikan penekanan pada poin-poin penting.
8. Menambahkan kegiatan pengamatan pada kegiatan belajar 3.

Setelah memperoleh penilaian dan saran-saran dari ahli materi, maka dilakukan perbaikan terhadap modul pembelajaran. Beberapa perbaikan yang dilakukan ahli antara lain:

1. Memilih ilustrasi yang lebih tepat dari sebelumnya pada bagian apresepsi materi.

Kemudian, bagaimana reaksi kimia dapat berlangsung dengan laju yang berbeda-beda? Pada kegiatan belajar 1 ini, Anda akan menemukan jawabannya.



Gambar 1.1 Interaksi sosial.

Kegiatan sosial biasanya melibatkan banyak orang dari berbagai individu ataupun dari beberapa komunitas. Pada Gambar 1.1, terlihat banyak orang saling berinteraksi satu sama lain. Beberapa orang saling bertegur sapa dan berbicara.

Pemahkah Anda berada pada situasi seperti itu?

Hal apa yang mungkin Anda lakukan dan Anda peroleh dari situasi tersebut? Apakah Anda akan mendapatkan teman baru? Bagaimanakah analogi ini dapat membantu kita dalam memahami proses terjadinya reaksi kimia?


Interaksi antarindividu pada kegiatan sosial bisa saja menghasilkan hubungan pertemanan yang baru bagi beberapa orang. Keberhasilan interaksi tersebut tergantung pada pribadi dan karakter setiap individu. Hubungan pertemanan yang baru bisa terbentuk apabila individu-individu yang saling berinteraksi memiliki kemampuan berkomunikasi dan bersosialisasi yang baik. Jika dianalogikan sebagai proses terjadinya reaksi kimia, reaksi akan terbentuk apabila partikel-partikel kimia saling berinteraksi membentuk zat baru.

Gambar 13. Perbaikan bagian apresepsi pada kegiatan belajar 1

2. Mengubah beberapa soal evaluasi agar sesuai dengan tujuan akhir pembelajaran.
3. Menambahkan kegiatan pengamatan pada kegiatan belajar 3.

4. Memperbaiki visualisasi gambar pendukung penyajian materi dengan cara mengatur ukuran gambar secara proporsional.

Mengapa bahan-bahan makanan sering kali disimpan di dalam lemari pendingin? Adakah keterkaitan hal tersebut dengan materi laju reaksi? Anda perlu memahami materi pada kegiatan belajar 2 ini untuk mengetahui jawabannya.



Gambar 2.1 Lemari pendingin dijadikan sebagai tempat menyimpan bahan makanan

Gambar 14. Perbaikan bagian apresepsi pada kegiatan belajar 2

5. Melengkapi kembali keterangan untuk setiap simbol yang digunakan pada rumus yang disajikan.

Oleh karena itu, secara sederhana laju reaksi dapat didefinisikan sebagai laju berkurangnya konsentrasi reaktan atau laju bertambahnya konsentrasi produk tiap satuan waktu. Dari Gambar 1.7 terlihat bahwa konsentrasi reaktan semakin berkurang sehingga laju reaksinya adalah pengurangan konsentrasi reaktan setiap satuan waktu dan dirumuskan sebagai berikut:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$$

Di samping itu, terlihat pula bahwa konsentrasi produk semakin bertambah sehingga laju reaksinya adalah penambahan konsentrasi produk setiap satuan waktu dan dirumuskan sebagai berikut:

$$v = +\frac{1}{b} \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$$

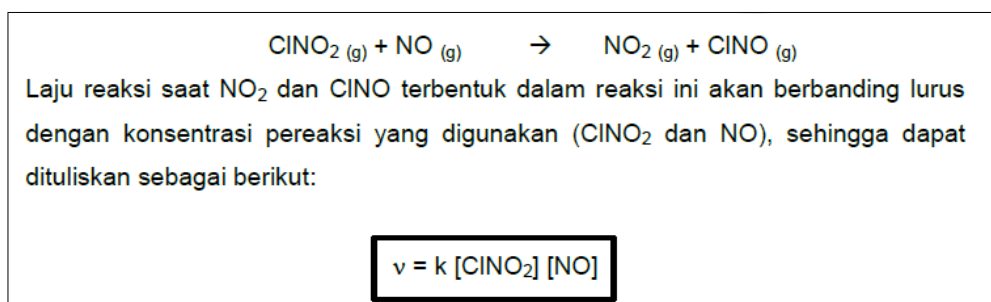
Keterangan:

$\Delta[R]$	=	perubahan konsentrasi reaktan (M)
$\Delta[P]$	=	perubahan konsentrasi produk (M)
a	=	koefisien reaksi zat reaktan
b	=	koefisien reaksi zat produk
Δt	=	perubahan waktu (s)
v	=	laju reaksi ($M \cdot s^{-1}$)

Gambar 15. Melengkapi keterangan bagi setiap simbol yang digunakan

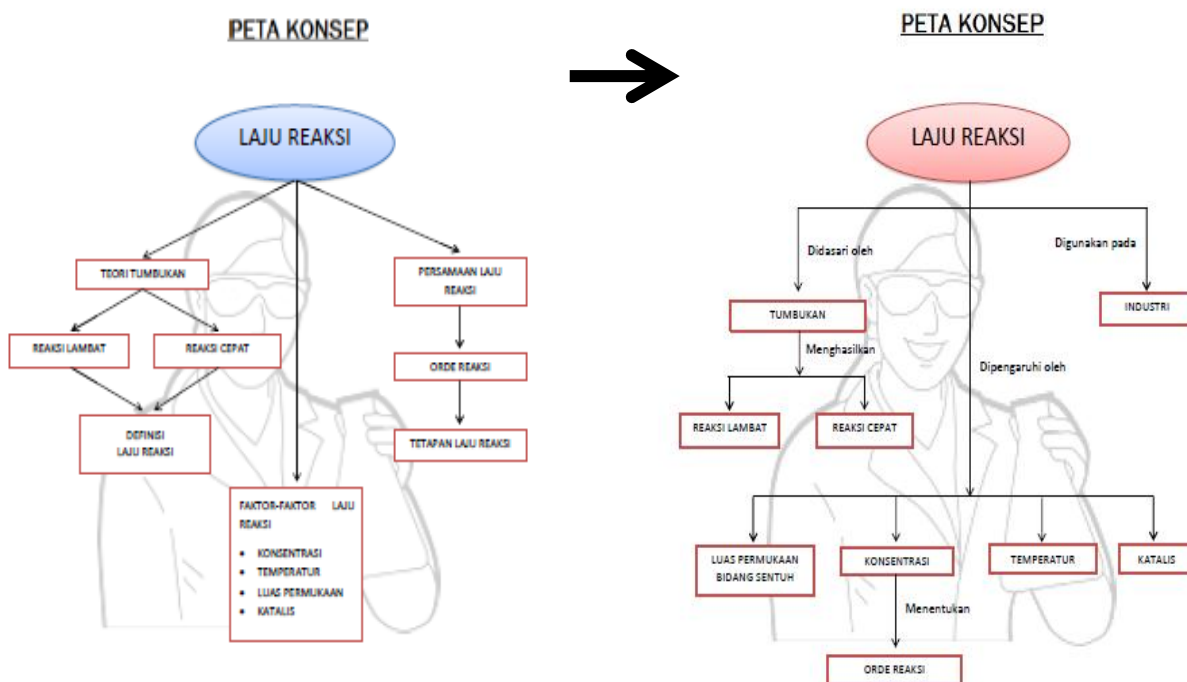
6. Memperbaiki ketepatan satuan pada contoh-contoh perhitungan.

7. Menuliskan fasa zat pada setiap persamaan reaksi yang disajikan.



Gambar 16. Menuliskan fasa zat pada persamaan reaksi

8. Memperbaiki penyajian peta konsep.



Gambar 17. Tampilan perbaikan susunan penyajian peta konsep

9. Menambahkan aplikasi materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari pada setiap Kegiatan Belajar.

KIMIA DALAM KEHIDUPAN

Pernahkah Anda melihat seseorang yang sedang mengupas kentang? Apakah Anda melihat wadah berisi air di dekat orang tersebut? Biasanya seseorang yang sedang mengupas kentang akan menempatkan kentang yang telah dikupas ke dalam wadah berisi air.



Gambar 1.9 Peristiwa oksidasi pada kentang

Mengapa hal tersebut dilakukan? Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Tahukah Anda apa yang sebenarnya terjadi?

Sesungguhnya, memasukkan kentang yang telah dikupas ke dalam air merupakan cara untuk menghambat terjadinya reaksi kimia. Jika kentang dibiarkan di udara terbuka, reaksi kimia akan terjadi antara enzim pada permukaan kentang dengan oksigen yang ada di udara bebas. Reaksi ini berlangsung sangat cepat sehingga menyebabkan kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Namun, apabila kentang dimasukkan ke dalam air, maka reaksi antara enzim dan kentang dapat diperlambat.

Gambar 18. Tampilan aplikasi materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari pada kegiatan belajar 1

KIMIA DALAM KEHIDUPAN

Terdapat cara-cara tradisional yang biasa digunakan untuk mengempukan daging sapi. Cara yang paling umum ialah menggunakan daun pepaya atau buah nanas.



BROMELIN





PAPAIN



Gambar 1.9 Enzim Bromelin pada nanas dan Enzim papain pada daun pepaya

Apabila dikaji secara ilmu biokimia, daun pepaya mengandung enzim papain dan buah nanas mengandung enzim bromelin. Enzim papain dan enzim bromelin adalah jenis enzim proteolitik yang dapat memecah protein. Enzim papain akan menyerang protein pada serat-serat otot (*muscle fiber*) pada daging lalu menghidrolisisnya menjadi peptide yang lebih kecil dan enzim bromelin menyerang jaringan ikat protein pada daging lalu mendegradasinya. Itulah sebabnya daging atau protein hewani lainnya akan mudah lunak jika dicampur dengan pepaya atau nanas. Semua terjadi karena adanya proses enzimatik.

Gambar 19. Tampilan aplikasi materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari pada kegiatan belajar 2

TAHUKAH ANDA?

Anda pasti pernah merasa sakit dan disarankan untuk mengonsumsi obat tertentu oleh dokter. Tahukah Anda maksud dari aturan mengonsumsi obat yang diberikan oleh dokter? Bagaimana cara Anda mengonsumsi obat dengan aturan pakai 3x1 sehari?

Sesungguhnya aturan pakai suatu obat tergantung pada sifat kimia obat saat berada di dalam tubuh. Obat membutuhkan waktu untuk meluruh sempurna di dalam tubuh. Waktu peluruhan tersebut diatur melalui dosis konsumsi. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kadar obat dalam darah pasien. Oleh karena itu, dokter selalu memberikan aturan pakai obat-obatan yang akan dikonsumsi oleh pasien.

Apabila aturan pakai obat yang Anda konsumsi adalah 3 x 1 sehari, artinya Anda harus mengonsumsi obat tersebut setiap 8 jam. Begitupun jika aturannya 2 x 1 sehari, maka obat harus dikonsumsi setiap 12 jam. Banyak orang yang tidak memedulikan aturan pakai obat dengan baik sehingga kerja obat menjadi tidak efektif.



Gambar 2.9 Berbagai jenis obat

Gambar 20. Tampilan aplikasi materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari pada kegiatan belajar 3

Hasil penilaian yang diberikan oleh para ahli menunjukkan hasil yang sangat baik pada tiap indikatornya. Perolehan nilai tersebut didasarkan oleh penafsiran Fleiss seperti yang telah dijabarkan pada Bab III. Presentase yang diperoleh dari setiap indikator dapat dilihat pada tabel 6:

Tabel 6. Presentase Validasi Ahli Materi terhadap modul pembelajaran

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Komponen kelayakan isi	93	Sangat Baik
2	Komponen penyajian	93	Sangat Baik
3	Pendekatan saintifik	92	Sangat Baik

2. Validasi oleh Ahli Bahasa

Tahap ini bertujuan untuk mengukur kualitas modul pembelajaran dari bahasa yang digunakan pada modul. Validasi dilakukan oleh dua dosen ahli bahasa dari bidang kimia dan satu dosen ahli bahasa dari bidang Bahasa Indonesia. Kuesioner yang digunakan pada validasi ini terdiri dari 14 butir pernyataan seperti yang terlampir pada **lampiran 10**. Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas antar rater ahli diperoleh nilai 0,81. Hal tersebut dapat diartikan bahwa kesesuaian antarpemilai dalam menilai kualitas modul sangat baik.

Melalui tahap ini diperoleh informasi tentang kualitas modul menurut ahli-ahli bahasa sehingga penulis dapat meningkatkan kembali kualitas bahasa yang digunakan pada modul. Beberapa saran perbaikan yang diperoleh antara lain:

1. Memilih diksi yang lebih sederhana bagi tingkat kemampuan peserta didik pada jenjang SMA.
2. Menyempurnakan ejaan yang sesuai dengan EYD dalam bahasa Indonesia.
3. Menyempurnakan tanda baca yang digunakan pada penulisan.
4. Menyempurnakan makna kalimat yang disajikan.
5. Menggunakan simbol-simbol yang sesuai dengan kaidah dalam bidang kimia.

Setelah memperoleh penilaian dan saran-saran dari ahli bahasa, maka dilakukan perbaikan terhadap modul pembelajaran. Beberapa perbaikan yang dilakukan ahli antara lain:

1. Mengubah diksi yang dianggap tidak sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik pada jenjang SMA menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipahami.
2. Menyempurnakan ejaan yang sesuai dengan EYD pada setiap unsur dalam paragraf.
3. Memperbaiki tanda baca yang masih kurang tepat
4. Memberikan kalimat pendukung untuk menyempurnakan makna kalimat yang disajikan sehingga mudah dipahami.

Secara umum hasil penilaian yang diberikan oleh para ahli menunjukkan hasil yang baik pada tiap indikatornya. Perolehan nilai tersebut didasarkan oleh penafsiran Fleiss seperti yang telah dijabarkan pada Bab III. Presentase yang diperoleh dari setiap indikator dapat dilihat pada tabel 7:

Tabel 7. Presentase Validasi Ahli Bahasa terhadap modul pembelajaran

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Sesuai dengan perkembangan intelektual	75	Baik
2	Komunikatif	83	Sangat Baik
3	Dialogis & Interaktif	71	Baik
4	Lugas	75	Baik
5	Koherensi	75	Baik
6	EYD	71	Baik
7	Istilah, simbol, lambang	75	Baik

3. Validasi oleh Ahli Media

Tahap ini bertujuan untuk mengukur kualitas modul pembelajaran dari segi media. Validasi dilakukan oleh satu dosen ahli media dari bidang kimia, satu dosen ahli media dari bidang fisika, dan satu dosen ahli media dari bidang teknologi pendidikan. Kuesioner yang digunakan pada validasi ini terdiri dari 24 butir pernyataan seperti yang terlampir pada **lampiran 8**. Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas antar rater ahli diperoleh nilai 0,933. Hal tersebut dapat diartikan bahwa kesesuaian antarpenilai dalam menilai kualitas modul sangat baik.

Melalui tahap ini diperoleh informasi tentang kualitas modul menurut ahli-ahli media sehingga penulis dapat meningkatkan kembali kualitas fisik modul yang dihasilkan. Beberapa saran perbaikan yang diperoleh antara lain:

1. Mengubah desain sampul modul yang lebih menekankan suatu bagian yang penting dari modul.
2. Mengubah ukuran kertas A4 menjadi ukuran kertas B5.
3. Memilih gambar yang lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari.
4. Mengubah *font* menjadi standar.
5. Mengatur transparansi *watermark* pada bagian latar.
6. Mengatur kembali kombinasi warna pada setiap *shape*.

Setelah menerima penilaian dan saran-saran dari ahli media, maka dilakukan perbaikan terhadap modul pembelajaran. Beberapa perbaikan yang dilakukan ahli antara lain:

1. Mengubah desain sampul modul agar lebih menekankan judul materi pada modul yang dikembangkan.
2. Mengubah latar belakang sampul modul menjadi lebih menarik.
3. Mendesain ulang tatanan sampul menjadi lebih proporsional dan lebih menarik.



Gambar 21. Tampilan sampul setelah revisi

4. Memilih gambar yang lebih nyata, yaitu fenomena yang mudah ditemui pada kehidupan sehari-hari.



Gambar 22. Memilih gambar dengan fenomena yang mudah ditemukan pada kehidupan sehari-hari

Secara umum hasil penilaian yang diberikan oleh para ahli menunjukkan hasil yang baik pada tiap indikatornya. Perolehan nilai tersebut didasarkan oleh penafsiran Fleiss seperti yang telah dijabarkan pada Bab III. Presentase yang diperoleh dari setiap indikator dapat dilihat pada tabel 8:

Tabel 8. Presentase Validasi Ahli Media terhadap modul pembelajaran

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Ukuran Modul	83	Sangat Baik
2	Bagian Kulit Modul	74	Baik
3	Bagian Isi Modul	79	Baik

D. Tahap Uji Coba Modul

Tujuan uji coba ini ialah memperoleh penilaian guru dan peserta didik terhadap penggunaan modul. Uji coba dilakukan kepada peserta

didik kelas XI IPA sebanyak dua tahap, yaitu uji coba dalam kelompok kecil dan kelompok besar. Uji coba kelompok kecil dilakukan pada 15 peserta didik kelas XI IPA di SMA Negeri 89 Jakarta sedangkan uji coba kelompok besar dilakukan kepada 35 peserta didik kelas XI MIA C SMA Negeri 58 Jakarta dan 35 peserta didik kelas XI MIA 1 SMA Negeri 89 Jakarta. Penilaian oleh peserta didik dilakukan dengan cara mengisi kuesioner uji kelayakan. Kuesioner penilaian terdiri dari 27 butir pernyataan. Indikator kuesioner merupakan keterpaduan substansi materi yang disajikan dalam modul dengan kompetensi yang harus dicapai, penulisan ragam bahasa, isi, dan kualitas modul secara keseluruhan.

1. Uji Coba pada Kelompok Kecil

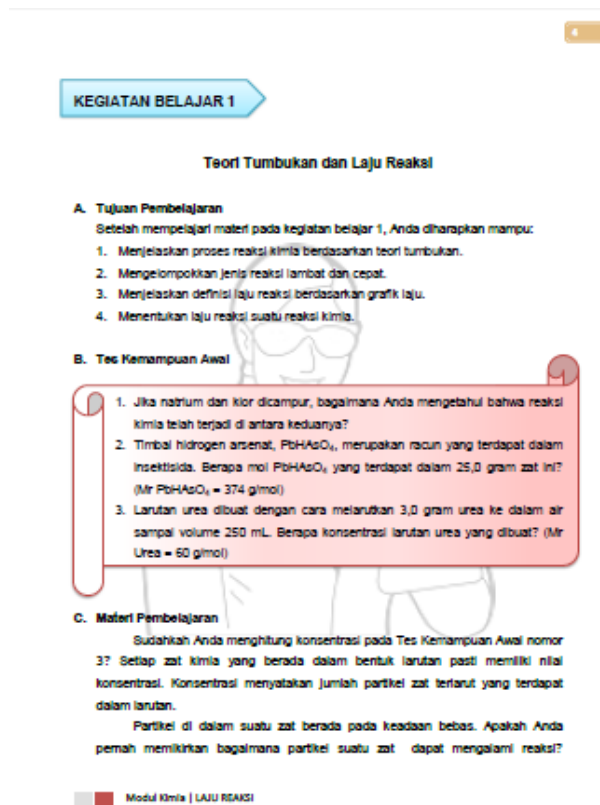
Tahap ini bertujuan untuk memperoleh penilaian terhadap fisik modul yang dihasilkan dan penggunaannya oleh peserta didik. Setelah melakukan tahap ini diperoleh beberapa saran perbaikan dari peserta didik. Beberapa saran yang diperoleh antara lain:

1. Memperbesar ukuran gambar-gambar yang ada.
2. Mengganti beberapa gambar yang kurang terlihat jelas.
3. Memperbanyak contoh dan latihan soal.
4. Mengubah perpaduan warna menjadi lebih menarik.
5. Memperbaiki beberapa kalimat yang masih kurang dipahami.
6. Memperbaiki kesalahan ejaan yang masih terdapat dalam penulisan.

7. Tidak mengulangi kompetensi inti dan kompetensi dasar pada setiap kegiatan belajar.
8. Tidak menggunakan garis tepi (*border*) di setiap halaman.
9. Efisiensi pencetakan modul dengan mencetak dua halaman pada satu lembar kertas.

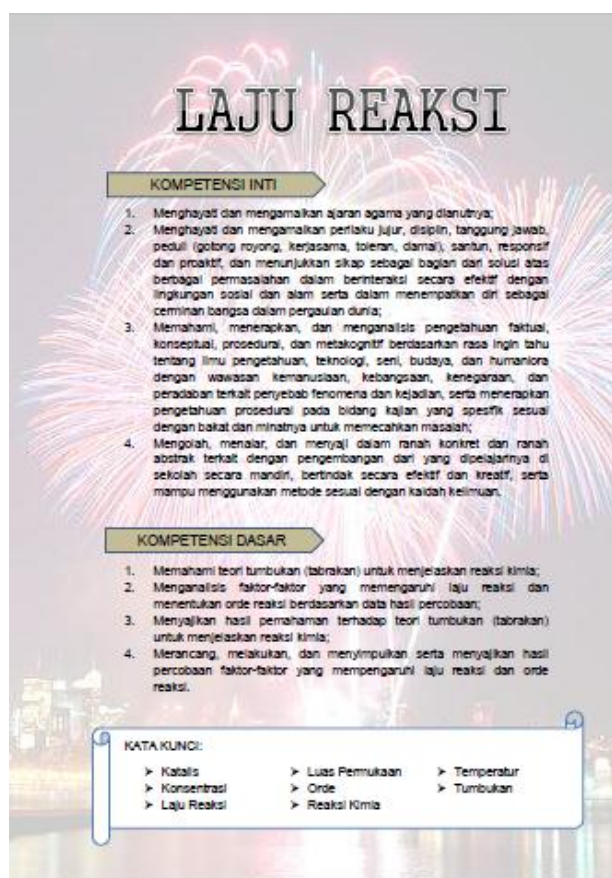
Setelah memperoleh hasil interpretasi dan beberapa saran dari peserta didik pada uji coba kelompok kecil, maka langkah selanjutnya adalah memperbaiki modul agar tampilan dan kualitas isi lebih maksimal. Beberapa perbaikan yang dilakukan antara lain:

1. Memperbesar gambar-gambar yang ada.
2. Mengganti beberapa gambar yang masih kurang terlihat jelas.
3. Menghapus penggunaan garis tepi (*border*) di setiap halaman.



Gambar 23. Tampilan halaman yang tidak menggunakan garis tepi (*border*)

4. Mencetak dua halaman modul dalam satu lembar kertas.
5. Memperbaiki kesalahan ejaan yang ada dalam penulisan.
6. Menambah jumlah soal pada tes kegiatan akhir dari lima soal menjadi sepuluh soal.
7. Membuat penulisan kompetensi inti dan kompetensi dasar pada satu halaman.



Gambar 24. Tampilan KI dan KD setelah dituliskan pada satu halaman

Berdasarkan penilaian yang diperoleh dari pengisian kuesioner dilakukan validasi pada setiap indikatornya. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa setiap indikator pada kuesioner yang digunakan valid. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada **lampiran 22**. Selanjutnya, diperoleh analisis hasil kuesioner dengan interpretasi yang baik pada

setiap indikator penilaian. Hasil analisis kuesioner uji coba modul kepada peserta didik kelompok kecil dapat dilihat pada tabel 9:

Tabel 9. Presentase Uji Coba Kelompok Kecil

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	81,7	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	78,3	Baik
3	Isi Modul	77,5	Baik
4	Pendekatan Sainifik	75,5	Baik
5	Kualitas Keseluruhan	80,8	Sangat Baik

Indikator kualitas keseluruhan pada tabel 4 menunjukkan hasil interpretasi yang sangat baik. Hal tersebut juga didukung oleh komentar peserta didik terhadap modul bahwa modul yang dihasilkan dirasa lebih menarik dari bahan ajar yang biasa digunakan di kelas. Penyajian materi di dalam modul lebih singkat dan mudah dipahami oleh peserta didik.

2. Uji Coba pada Kelompok Besar

Tahap ini bertujuan untuk melakukan uji coba produk kepada jumlah responden peserta didik yang lebih besar sehingga dapat diketahui penilaian terhadap penggunaan modul oleh responden yang lebih heterogen. Pada uji kelompok besar ini, peserta didik menggunakan modul sesuai dengan petunjuk penggunaan modul sehingga peserta didik dapat memahami metode belajar dengan modul secara maksimal.

Secara umum, respon peserta didik terhadap modul menjadi lebih baik dari penilaian pada uji coba kelompok kecil. Hal ini dikarenakan modul sudah mengalami perbaikan. Hasil penilaian pada uji coba

kelompok besar yang dilakukan oleh peserta didik dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Presentase Uji Coba Kelompok Besar

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	93,3	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	94,8	Sangat Baik
3	Isi Modul	84,3	Sangat Baik
4	Pendekatan Saintifik	85,03	Sangat Baik
5	Kualitas Keseluruhan	90,5	Sangat Baik

Pada tahap ini guru juga memberikan respon terhadap penggunaan modul pembelajaran yang dikembangkan. Responden guru berjumlah empat orang yang masing-masing berasal dari SMAN 58 Jakarta, SMAN 39 Jakarta, SMAN 47 Jakarta, dan SMA Pilar Indonesia. Penilaian dilakukan dengan mengisi kuesioner yang memiliki 23 butir pernyataan dengan indikator serupa seperti pada uji coba yang dilakukan oleh peserta didik serta wawancara lanjutan. Kuesioner tersebut terlampir pada **lampiran 13 dan 14**. Hasil dari respon guru terhadap setiap indikator penilaian disajikan pada tabel 11 dibawah ini:

Tabel 11. Presentase Hasil Respon Guru terhadap Modul

No.	Indikator	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	85,9	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	81,3	Sangat Baik
3	Isi Modul	81,3	Sangat Baik
4	Pendekatan Saintifik	81,3	Sangat Baik
5	Kualitas Keseluruhan	81,3	Sangat Baik

Penilaian peserta didik untuk indikator tampilan modul yang meliputi kejelasan teks, penyajian gambar, dan komposisi warna mengalami peningkatan dari 81,7% menjadi 93,3%. Respon yang sangat baik juga diberikan oleh responden guru pada indikator tersebut. Tampilan modul yang dikembangkan dirasa sangat menarik dan berbeda dari tampilan yang disajikan oleh buku teks yang biasa digunakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa modul telah mengalami proses penyempurnaan tampilan dengan baik dari tahap sebelumnya.

Pada indikator penulisan bahasa diperoleh peningkatan presentase dari 78,3% menjadi 94,8%. Peserta didik dan guru menyatakan bahwa bahasa yang digunakan dalam penyajian materi mudah dipahami dan tidak menimbulkan salah tafsir. Hal tersebut menunjukkan bahwa penulisan teks pada modul telah mengalami proses perbaikan yang baik dari tahap sebelumnya.

Selanjutnya pada indikator isi modul, presentase penilaian peserta didik menunjukkan angka 84,3% dan 81,3% dari responden guru. Pada uji coba ini telah dilakukan penambahan jumlah soal-soal latihan pada tes akhir kegiatan belajar sesuai saran yang diperoleh dari respon peserta didik pada tahap uji coba kelompok kecil. Berkaitan dengan indikator ini guru juga menyatakan respon baiknya terhadap penyajian materi di dalam modul. Materi pembelajaran telah tersaji dengan jelas dan sistematis pada setiap kegiatan belajar sehingga memudahkan guru apabila digunakan di dalam kelas ataupun digunakan oleh peserta didik secara mandiri.

Penilaian pada indikator pendekatan saintifik juga menunjukkan presentase yang tinggi dan interpretasi yang sangat baik baik dari responden peserta didik ataupun responden guru. Peserta didik menunjukkan rasa antusiasnya ketika proses uji coba berlangsung. Peserta didik menyatakan bahwa fakta-fakta yang disajikan mudah dipahami karena dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik tertarik untuk melakukan pembelajaran lebih lanjut. Selain itu, guru juga menyatakan bahwa penyajian materi dan rancangan kegiatan yang ada pada modul sudah sesuai dengan langkah-langkah pendekatan saintifik.

Kualitas modul secara keseluruhan juga sudah memperoleh presentase yang tinggi dan interpretasi yang sangat baik. Hasil uji coba pada tahap ini hanya menunjukkan sedikit komentar dan saran perbaikan dari peserta didik seperti beberapa ejaan yang belum sempurna dan proporsional letak desain tulisan dan gambar yang tidak tepat. Beberapa saran juga diberikan oleh guru berupa penambahan jumlah soal latihan dan pengembangan latihan soal dalam bentuk media IT.

Hasil wawancara lebih lanjut kepada guru juga diperoleh beberapa komentar. Guru beranggapan bahwa penggunaan modul pembelajaran di dalam kelas dapat membantu guru untuk mengurangi sistem pembelajaran satu arah. Guru dapat mengubah perannya menjadi fasilitator dengan bantuan modul pembelajaran karena instruksi pembelajaran pada modul sudah tersaji dengan jelas dan sistematis.

Oleh karena itu, hasil penilaian responden pada tahap uji coba kelompok besar menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan sudah sangat baik dan layak digunakan untuk pembelajaran materi laju reaksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pengembangan bahan ajar berupa modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik pada materi laju reaksi sangat bermanfaat. Modul pembelajaran dikembangkan sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan guru serta menerapkan sistem pembelajaran saintifik dalam penyajian materinya.

Hasil penelitian pengembangan ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran kimia pada materi laju reaksi dengan pendekatan saintifik sangat baik. Hal tersebut terlihat dari tercapainya indikator modul yang diinginkan. Selain itu juga dapat dilihat dari nilai koefisien antar rater yang sangat baik dari ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Angka reliabilitas yang diperoleh dari ahli materi, bahasa, dan media secara berturut-turut adalah 0,945, 0,81, dan 0,933. Disamping itu juga diperoleh skor interpretasi tinggi pada uji coba siswa kelompok kecil dan kelompok besar. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran kimia pada materi laju reaksi dengan pendekatan saintifik sangat baik dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah.

B. Saran

Berdasarkan proses penelitian dan pengembangan modul pembelajaran kimia pada materi laju reaksi dengan pendekatan saintifik, maka disarankan beberapa hal, antara lain:

1. Melakukan penelitian tindak lanjut untuk menguji efektivitas modul pembelajaran kimia pada materi laju reaksi pada proses pembelajaran kimia.
2. Mengintegrasikan modul pembelajaran ke dalam bentuk media IT.
3. Melakukan pengembangan modul pembelajaran kimia dengan pendekatan saintifik pada materi kimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Ronald. (1983). *Pemilihan dan Pengembangan Media untuk Pembelajaran*. Terjemahan Yusufhadi Miarso, dkk. Jakarta: PAU-UT.
- Ahmad, B., Fitria, F., dan Sri. (2014). Developing Module of Practical Chemistry Physics SETS Vision Activity to Increase Science Process Skills of Student Teacher. *Greener Journal of Educational Research*, 4(2), 30-35.
- Alias, Nordilah dan Saedah S. (2012). Design and Development of Physics Module Based on Learning Style and Appropriate Technology by Employing Isman Instructional Design Model. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 11(4), 84-93.
- BSNP. (2008). *Instrumen Penilaian Tahap II Buku Teks Pelajaran Kimia SMA/MA*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Beyer, Barry K. (1991). *Teaching Thinking Skill: A Handbook for Elementary School Teachers*. New York: Allyn & Bacon.
- Bradey, James. E. 1994. *Kimia Universitas: Asas dan Struktur*. Jakarta: Erlangga.
- Chang, Raymond. (2005). *Kimia Konsep-Konsep Inti. Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Daryanto. (2014). *Pendekatan Pembelajaran Saintifik Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Gava Media.
- De Vito, Alfred. (1989). *Creative Wellsprings for Science Teaching West*. Lafayette Indiana: Creative Venture
- Dharma, S. (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Holbrook, Jack dan Miia Rannikmae. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Hosnan, M. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Jarrard, Richard D. (2001). *Scientific Methods*. United State: University of Utah.

- Keenan. (1984). *Kimia Untuk Universitas, Terjemahan Edisi Ke-6 Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Kemendikbud. (2013). *Konsep Pendekatan Saintifik (Diklat Guru dalam Rangka Implementasi Kurikulum 2013)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Moorem, John W dan Ralph G. P. (1981). *Kinetics and Mechanism*. Canada: Wiley Interscience
- Mulyasa. (2004). *Modul Pembelajaran Kooperatif*. Surabaya: UNESA
- Putra, N. (2012). *Research and Development Penelitian dan Pengembangan Suatu Pengantar*. Jakarta: Rajawali Pers
- Raharjo, Sentot Budi. (2014). *Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XI*. Solo: Platinum.
- Reid, Norman. (2008). A Scientific Approach to The Teaching of Chemistry. *The Royal Society of Chemistry*, 9, 51-59.
- Sukardjo. (2009). *Kimia untuk Kelas XI*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susilo, Agus. (2015). *Pengembangan Modul Berbasis Pembelajaran Saintifik untuk Peningkatan Kemampuan Aplikatif dan Mencipta Siswa dalam Proses Pembelajaran Akuntansi*. Tesis. Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Turgut, H. (2007). Scientific Literacy For All. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(2), 233-256.

Lampiran 1

KISI-KISI INSTRUMEN ANALISIS KEBUTUHAN OLEH GURU

No.	Aspek	Indikator	Nomor Butir Soal
1.	Pendekatan Saintifik	– Penerapan pendekatan saintifik	1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2.	Media Pembelajaran	– Jenis media pembelajaran – Contoh bahan ajar – Bahan ajar berbasis pendekatan saintifik – Pengembangan bahan ajar	4 5 3, 6, 13, 15, 16
3.	Materi Pelajaran	– Pemahaman Peserta didik terhadap materi laju reaksi	14

Lampiran 2

INSTRUMEN ANALISIS KEBUTUHAN OLEH GURU

Nama :

Asal Sekolah :

Mohon kesediaan Ibu/Bapak untuk mengisi kuesioner ini. Berikan tanda check list (✓) pada kolom jawaban sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Ibu/Bapak telah menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran kimia?		
2.	Apakah Ibu/Bapak mengalami kesulitan dalam menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran kimia?		
3.	Apakah di sekolah telah tersedia bahan ajar yang mengimplementasikan pembelajaran berbasis pendekatan saintifik?		
4.	Jenis media pembelajaran seperti apa yang biasa digunakan dalam pembelajaran kimia?	<input type="checkbox"/> Cetak <input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Audio	
5.	Bahan ajar seperti apa yang biasa Ibu/Bapak gunakan dalam proses pembelajaran pada materi laju reaksi?	<input type="checkbox"/> Textbook <input type="checkbox"/> LKS <input type="checkbox"/> Modul <input type="checkbox"/> Power Point <input type="checkbox"/> Video Pembelajaran <input type="checkbox"/> Lain-lain	
6.	Apakah bahan ajar yang digunakan sangat mendukung pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik?		
7.	Apakah pembelajaran kimia pada materi laju reaksi yang dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari akan menarik minat peserta didik untuk belajar?		
8.	Apakah Ibu/Bapak selalu mengawasi kegiatan pembelajaran dengan melakukan pengamatan terhadap suatu objek?		

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
	Jika Ya, hal apa saja yang biasa dijadikan objek pengamatan?	<input type="checkbox"/> Benda sekitar <input type="checkbox"/> Gambar <input type="checkbox"/> Video <input type="checkbox"/> Artikel ilmiah <input type="checkbox"/> Percobaan sederhana	
9.	Apakah Ibu/Bapak memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari?		
10.	Apakah peserta didik selalu diminta untuk menemukan informasi sebanyak-banyaknya mengenai materi kimia yang sedang dipelajari?		
11.	Apakah peserta didik dengan mudah mampu menarik kesimpulan berdasarkan informasi-informasi yang telah mereka dapatkan?		
12.	Apakah Ibu/Bapak akan memberikan klarifikasi terhadap kesimpulan yang disampaikan oleh peserta didik?		
13.	Menurut Ibu/Bapak, apakah peserta didik mampu mempelajari kimia secara mandiri khususnya pada <u>materi laju reaksi</u> dengan adanya bahan ajar yang biasa digunakan?		
14.	Apakah sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan untuk memahami konsep materi laju reaksi?		
15.	Apakah Ibu/Bapak membutuhkan bahan ajar yang mampu memfasilitasi peserta didik untuk melakukan proses pembelajaran berbasis pendekatan saintifik?		
16.	Jika dilakukan pengembangan bahan ajar berupa modul berbasis pendekatan saintifik, konten apa saja yang Ibu/Bapak harapkan terdapat dalam modul tersebut?	<input type="checkbox"/> Keterkaitan dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari <input type="checkbox"/> Materi yang lengkap dan sistematis <input type="checkbox"/> Penyajian ilustrasi atau gambar <input type="checkbox"/> Panduan percobaan sederhana <input type="checkbox"/> Bahasa yang mudah dipahami <input type="checkbox"/> Full color <input type="checkbox"/> Contoh-contoh soal <input type="checkbox"/> Soal-soal evaluasi	

Terima kasih atas kesediaan Anda mengisi kuesioner ini.

Lampiran 3

KISI-KISI INSTRUMEN ANALISIS KEBUTUHAN OLEH PESERTA DIDIK

No.	Aspek	Indikator	Nomor Butir Soal
1.	Pembelajaran Kimia	<ul style="list-style-type: none"> – Minat belajar kimia – Proses pembelajaran kimia – Metode pembelajaran 	1 2, 13 , 14 3
2.	Media Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> – Jenis media pembelajaran – Contoh bahan ajar – Karakter bahan ajar – Bahan ajar berbasis pendekatan saintifik – Pengembangan bahan ajar 	- 4 5 6 16, 17
3.	Pendekatan Saintifik	<ul style="list-style-type: none"> – Langkah-langkah pembelajaran saintifik 	7, 8, 9, 10, 11, 12
4.	Materi pelajaran	<ul style="list-style-type: none"> – Pemahaman terhadap materi laju reaksi 	15

Lampiran 4

INSTRUMEN ANALISIS KEBUTUHAN OLEH PESERTA DIDIK

Nama :

Kelas :

Berikan tanda check list (√) pada kolom jawaban sesuai dengan pendapat Anda

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda menyukai mata pelajaran kimia?		
2.	Apakah guru kimia Anda dapat menciptakan situasi dan kondisi belajar yang kondusif selama proses pembelajaran berlangsung?		
3.	Metode apa yang biasa guru Anda gunakan saat pembelajaran kimia?	<input type="checkbox"/> Ceramah <input type="checkbox"/> Diskusi kelompok <input type="checkbox"/> Demonstrasi <input type="checkbox"/> Praktikum	
4.	Bahan ajar seperti apa yang digunakan dalam pembelajaran kimia pada materi laju reaksi?	<input type="checkbox"/> Buku Teks <input type="checkbox"/> Video / gambar <input type="checkbox"/> Modul <input type="checkbox"/> LKS <input type="checkbox"/> Handout <input type="checkbox"/> PPT	
5.	Apakah bahan ajar yang digunakan selama mempelajari materi laju reaksi mudah dipahami?		
6.	Apakah bahan ajar yang digunakan menuntun Anda untuk mengawali proses pembelajaran dengan melakukan pengamatan?		
7.	Apakah pembelajaran kimia pada materi laju reaksi lebih menarik dan lebih mudah dipahami jika dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari?		
8.	Apakah pembelajaran kimia pada materi laju reaksi lebih menarik dan lebih mudah dipahami jika dilakukan dengan kegiatan praktikum/percobaan?		

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
9.	Apakah dalam proses pembelajaran kimia selalu diawali dengan kegiatan pengamatan terhadap suatu objek atau fenomena sehari-hari yang berkaitan dengan materi?		
10.	Apakah guru Anda selalu memberikan Anda kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi yang sedang dipelajari?		
11.	Apakah melalui pertanyaan yang Anda ajukan, guru membimbing Anda untuk memecahkan permasalahan tersebut?		
12.	Apakah guru Anda pernah meminta Anda untuk menemukan informasi sebanyak-banyaknya mengenai materi kimia yang sedang dipelajari?		
	Jika Ya, sumber informasi apa saja yang biasa digunakan?	
13.	Apakah Anda pernah menemukan keterkaitan informasi satu dengan informasi lainnya?		
14.	Apakah guru Anda pernah meminta Anda untuk membuat kesimpulan berdasarkan informasi-informasi yang telah Anda temukan?		
15.	Apakah guru Anda akan memberikan klarifikasi setelah Anda mengkomunikasikan kesimpulan yang Anda peroleh dari hasil pembelajaran?		
16.	Apakah Anda mengharapkan adanya bahan ajar yang memudahkan Anda untuk mempelajari kimia secara mandiri?		
17.	Konten apa saja yang Anda harapkan ada di dalam bahan ajar kimia yang Anda gunakan?	<input type="checkbox"/> Keterkaitan materi dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari <input type="checkbox"/> Materi yang lengkap dan sistematis <input type="checkbox"/> Penyajian ilustrasi atau gambar <input type="checkbox"/> Panduan percobaan sederhana <input type="checkbox"/> Bahasa yang mudah dipahami <input type="checkbox"/> Full color <input type="checkbox"/> Contoh-contoh soal <input type="checkbox"/> Soal-soal evaluasi	

Lampiran 5

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS
PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH AHLI MATERI**

No.	Aspek	Indikator	Nomor Butir Soal
1.	Komponen Kelayakan Isi	<ul style="list-style-type: none"> • Cakupan materi • Akurasi materi • Kemutakhiran • Mengandung wawasan produktivitas • Merangsang keingintahuan • Mengembangkan kecakapan kehidupan 	<p style="text-align: center;">1, 2 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 10, 11 12, 13 14, 15 16, 17</p>
2.	Komponen Penyajian	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik penyajian • Pendukung penyajian materi • Penyajian pembelajaran 	<p style="text-align: center;">18, 19 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 30, 31, 32</p>
3.	Pendekatan saintifik	<p>1. Proses mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data pengamatan sesuai dengan KI, KD, Indikator, Fakta, Konsep, Prinsip dan teori. • Kegiatan observasi mengeksplorasi rasa keingintahuan tentang fenomena alam. • Fakta-fakta yang dianalisis sesuai tingkat perkembangan peserta didik. <p>2. Proses menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertanyaan relevan dengan data yang diamati. • Pertanyaan membantu Peserta didik dalam menghubungkan hasil pengamatan dengan materi. <p>3. Proses mengumpulkan informasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan ini meningkatkan keterampilan proses. <p>4. Proses mengasosiasi/menganalisis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan ini menantang untuk 	<p style="text-align: center;">33,34</p> <p style="text-align: center;">35</p> <p style="text-align: center;">36</p> <p style="text-align: center;">37</p> <p style="text-align: center;">38</p> <p style="text-align: center;">39,</p> <p style="text-align: center;">40, 41, 43</p>

		<p>mengelompokkan dan menghubungkan beberapa ide atau peristiwa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan kemampuan berpikir kritis Peserta didik. 	42
		<p>5. Proses mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arahan yang dibuat memberi kesempatan untuk mengkomunikasikan hal-hal yang dipelajari. 	44,45

Lampiran 6

**INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS PENDEKATAN
SAINTIFIK OLEH AHLI MATERI**

Nama :
Jenis kelamin : L / P (lingkari salah satu)

Bapak/ Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen penilaian ini. Instrumen penilaian ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang **“Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi”**. Aspek penilaian materi modul ini terdiri dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan yang diadaptasi dari Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran oleh BSNP serta dari aspek pembelajaran berbasis saintifik. Penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini.

Petunjuk Pengisian:

- 1) Penilaian diberikan dengan rentangan mulai dari sangat tidak setuju sampai dengan sangat setuju, dengan keterangan sebagai berikut:
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju
- 2) Beri tanda (√) pada kolom 1, 2, 3, dan 4 sesuai pendapat Anda secara objektif.
- 3) Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada kolom yang disediakan.

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
A. KOMPONEN KELAYAKAN ISI						
a) Cakupan Materi						
1.	Materi yang disajikan mencerminkan jabaran substansi materi yang terkandung dalam Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD).					

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
2.	Materi mencakup mulai dari pengenalan konsep dan prinsip sampai dengan interaksi antarkonsep serta terapan prinsip yang sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD).					
b) Akurasi Materi						
3.	Teori yang disajikan akurat dan sesuai dengan yang berlaku dalam bidang kimia.					
4.	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku dalam bidang kimia.					
5.	Prinsip/hukum yang disajikan akurat dan sesuai dengan yang berlaku dalam bidang kimia.					
6.	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.					
7.	Lambang atom, lambang molekul, dan struktur molekul ditulis secara akurat (benar dan tepat) mengikuti kaidah-kaidah serta konversi yang relevan.					
8.	Penggunaan matematika dalam hitungan kimia dan stoikiometri dilakukan secara akurat (benar dan tepat), cepat, ringkas, dan mudah dipahami peserta didik.					
9..	Ekperimen yang dijadikan contoh dapat menghasilkan fakta yang teramati dan dapat digeneralisasikan menjadi konsep kimia atau prinsip kimia yang mudah dipahami peserta didik.					
c) Kemutakhiran						
10.	Materi yang disajikan <i>up to date</i> , sesuai dengan perkembangan ilmu kimia terkini.					
11.	Uraian, contoh, dan latihan yang disajikan relevan dan menarik serta mencerminkan peristiwa, kejadian, atau kondisi termasa (<i>up to date</i>)					

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
d) Mengandung wawasan produktivitas						
12.	Setiap aktivitas yang dirancang dalam modul mampu memotivasi peserta didik menghasilkan karya-karya baru yang berkaitan dengan materi.					
13.	Kegiatan yang terdapat pada modul mampu menumbuhkan kerja sama antarpeserta didik.					
e) Merangsang keingintahuan (<i>CURIOSITY</i>)						
14.	Uraian, contoh, dan latihan (soal, kasus, atau fenomena alam) dalam modul mampu memotivasi peserta didik melakukan penyelidikan atau mencari informasi lebih lanjut.					
15.	Uraian, contoh, dan latihan (soal, kasus, atau fenomena alam) dalam modul mampu memotivasi peserta didik berpikir kritis.					
f) Mengembangkan kecakapan hidup (<i>LIFE SKILL</i>)						
16.	Uraian, contoh/latihan yang disajikan dalam modul dapat memotivasi peserta didik untuk berkomunikasi, berinteraksi, dan bekerja sama dengan orang lain.					
17.	Uraian, contoh/latihan yang disajikan dalam modul memotivasi peserta didik untuk menggali dan memanfaatkan informasi, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.					
B. KOMPONEN PENYAJIAN						
a) Teknik penyajian						
18.	Sistematika penyajian setiap kegiatan pembelajaran modul ajeg (memiliki KI, KD, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, contoh soal, latihan soal, tes kegiatan belajar dan evaluasi).					
19.	Penyajian konsep dari mudah ke sukar, dari konkret ke abstrak, dari sederhana ke kompleks, dan dari yang dikenal sampai belum dikenal.					

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
b) Pendukung penyajian materi						
20.	Pendahuluan berisi deskripsi modul, alokasi waktu pembelajaran, prasyarat pembelajaran, petunjuk penggunaan modul, dan tujuan penulisan modul.					
21.	Tes kemampuan awal berfungsi untuk menguji kesiapan peserta didik menerima materi terbaru.					
22.	Terdapat contoh-contoh soal yang dapat membantu menguatkan pemahaman konsep yang ada dalam materi.					
23.	Terdapat tes akhir kegiatan belajar berupa soal latihan yang memungkinkan peserta didik mengevaluasi kemampuannya.					
24.	Rangkuman pada kegiatan akhir pembelajaran merupakan konsep kunci kegiatan yang dinyatakan dengan kalimat ringkas dan jelas.					
25.	Kunci jawaban soal disusun berurutan dari kegiatan pembelajaran pertama hingga kegiatan pembelajaran terakhir.					
26.	Modul dilengkapi dengan penilaian mandiri.					
27.	Modul dilengkapi dengan bagian remedial untuk menguji kembali kemampuan Peserta didik.					
28.	Modul dilengkapi dengan refleksi diri untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran.					
29.	Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah dan ditulis secara alfabetis.					
c) Penyajian pembelajaran						
30.	Penyajian materi menempatkan peserta didik sebagai subjek pembelajaran.					
31.	Penyajian materi bersifat interaktif dan partisipasif yang memotivasi peserta didik terlibat aktif dalam pencapaian Kompetensi Inti (KI) dan					

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
	Kompetensi Dasar (KD)					
32.	Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berpikir peserta didik (analisis, sintesis, dan evaluasi) melalui ilustrasi, video/animasi, analisis kasus, dan contoh soal.					
3. PENDEKATAN SAINTIFIK						
a) Tahap mengamati						
33.	Data fakta yang disajikan sesuai dengan KD, KI, dan tujuan pembelajaran.					
34.	Data yang disajikan tidak menimbulkan salah tafsir.					
35.	Data yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi rasa keingintahuannya.					
36.	Data yang disajikan berasal dari lingkungan terdekat dan akrab dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.					
b) Tahap menanya						
37.	Pertanyaan yang diberikan dalam modul relevan dengan data-data atau fakta-fakta yang diamati.					
38.	Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan dalam modul membantu dalam menghubungkan hasil pengamatan dengan materi.					
c) Tahap mengumpulkan informasi						
39.	Kegiatan mengumpulkan informasi meningkatkan keterampilan proses peserta didik.					
d) Tahap mengasosiasikan/mengolah informasi/menalar						
40.	Peserta didik tertantang untuk mengelompokkan dan menghubungkan beberapa ide atau peristiwa.					
41.	Peserta didik termotivasi untuk menarik kesimpulan umum dari fenomena-fenomena khusus.					
42.	Mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.					
43.	Kegiatan ini memberi kemampuan terhadap peserta didik dalam menghubungkan materi yang					

No.	INDIKATOR	SKOR				Catatan (Bila Diperlukan)
		1	2	3	4	
	sedang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari.					
e) Tahap mengomunikasikan						
44.	Arahan yang dibuat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengomunikasikan hal-hal yang telah dipelajari.					
45.	Arahan yang dibuat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengomunikasikan pendapatnya.					

Komentar dan saran:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Jakarta, _____

Ahli Materi

(.....)
NIP.

Lampiran 7

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS
PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH AHLI MEDIA**

No.	Aspek	Indikator	Nomor Butir Soal
1.	Ukuran Modul	– Kesesuaian ukuran modul	1
2.	Bagian Kulit Modul	– Desain bagian kulit modul – Tata letak kulit modul – Tipografi bagian kulit modul	2, 3, 4, 5 6, 7 8, 9, 10 11, 12, 13, 14
3.	Bagian Isi Modul	– Tata letak isi modul – Tipografi isi modul – Ilustrasi isi modul	15, 16, 17, 18 19, 20, 21 22, 23, 24

Lampiran 8

**INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS PENDEKATAN
SAINTIFIK OLEH AHLI MEDIA**

Nama :

Jenis kelamin : L / P (lingkari salah satu)

Bapak/ Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen penilaian ini. Instrumen penilaian ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang **“Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi”**. Aspek penilaian pada modul ini terdiri dari komponen penilaian aspek kelayakan kegrafikan yang diadaptasi dari Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran oleh BSNP. Penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini.

Petunjuk Pengisian:

- 1) Penilaian diberikan dengan rentangan mulai dari sangat tidak setuju sampai dengan sangat setuju, dengan keterangan sebagai berikut:
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju
- 2) Beri tanda (√) pada kolom 1, 2, 3, dan 4 sesuai pendapat Anda secara objektif.
- 3) Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada kolom yang disediakan.

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (bila diperlukan)
		1	2	3	4	
A. UKURAN MODUL						
1.	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO. Ukuran buku A4 (210X297 mm).					
B. BAGIAN KULIT MODUL						
a) Desain kulit modul						

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (bila diperlukan)
		1	2	3	4	
2.	Ketepatan dalam pemilihan tipografi, ilustrasi, dan warna sebagai daya tarik awal terhadap modul.					
3.	Unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll.) dengan ukuran buku serta memiliki keseiramaan dengan tata letak isi.					
4.	Perbandingan ukuran antara unsur tata letak (tipografi, ilustrasi, dan unsur lainnya seperti kotak, lingkaran dan elemen dekoratif lainnya) secara proporsional.					
5.	Secara keseluruhan ditampilkan serasi dengan tetap memperhatikan unsur-unsur yang perlu ditampilkan secara menonjol.					
b) Tata letak kulit modul						
6.	Kesesuaian dalam penempatan unsur tata letak pada bagian kulit maupun isi modul berdasarkan pola yang telah ditetapkan dalam perencanaan awal modul.					
7.	Menyajikan materi isi secara menarik dan komunikatif.					
c) Tipografi kulit modul						
8.	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.					
9.	Judul modul dapat memberikan informasi secara cepat tentang materi isi modul berdasarkan bidang studi.					
10.	Tampilan judul modul lebih menarik dari tampilan latar belakangnya.					
11.	Ukuran huruf secara proporsional disesuaikan dengan ukuran dan margin modul (>14 pt).					
12.	Tidak menggunakan huruf hias yang dapat mengurangi tingkat keterbacaan dan kejelasan dari informasi yang disampaikan.					

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (bila diperlukan)
		1	2	3	4	
13.	Ilustrasi/gambar yang ditampilkan dapat menggambarkan isi/materi modul tentang bidang studi kimia					
14.	Ilustrasi/gambar yang ditampilkan tidak menimbulkan salah penafsiran.					
C. BAGIAN ISI MODUL						
a) Tata letak isi modul						
15.	Penempatan unsur tata letak pada setiap awal kegiatan pembelajaran konsisten.					
16.	Penempatan judul kegiatan belajar, subjudul kegiatan belajar, dan angka halaman/folio tidak mengganggu pemahaman.					
17.	Bentuk, warna, dan ukuran tata letak ditampilkan secara menarik, serasi, dan proporsional.					
18.	Penempatan nomor halaman disesuaikan dengan pola tata letak.					
b) Tipografi isi modul						
19.	Penggunaan variasi huruf (<i>bold, italic, all capital, small capital</i>) diatur secara proporsional.					
20.	Penggunaan jenis huruf tidak mengurangi keterbacaan.					
21.	Penempatan hiasan / ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu kejelasan dan penyampaian informasi pada teks.					
c) Ilustrasi isi modul						
22.	Ilustrasi yang ditampilkan berfungsi untuk memperjelas materi/teks sehingga mampu menambah pemahaman dan pengertian Peserta didik pada informasi yang disampaikan.					

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (bila diperlukan)
		1	2	3	4	
23.	Ilustrasi yang ditampilkan memberikan gambaran akurat tentang obyek yang dimaksud.					
24.	Keseluruhan ilustrasi ditampilkan secara serasi dan proporsional sehingga tidak menimbulkan salah penafsiran.					

Komentar dan saran:

.....

.....

.....

.....

.....

Jakarta, _____

Ahli Materi

(.....)
NIP.

Lampiran 9

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS
PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH AHLI BAHASA**

No.	Aspek	Pernyataan	Nomor Butir Soal
1.	Sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> • Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik • Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional peserta didik 	1 2
2.	Komunikatif	<ul style="list-style-type: none"> • Keterbacaan pesan • Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan 	3 4
3.	Dialogis dan interaktif	<ul style="list-style-type: none"> • Kemampuan memotivasi peserta didik untuk merespon pesan • Dorongan berpikir kritis pada peserta didik 	5 6
4.	Lugas	<ul style="list-style-type: none"> • Ketepatan struktur kalimat • Kebakuan istilah 	7 8
5.	Koherensi dan keruntutan alur pikir	<ul style="list-style-type: none"> • Ketentuan antarkalimat dalam satu alinea • Keutuhan makna dalam bab, dalam subbab, dan makna dalam satu alinea 	9 10
6.	Ketepatan penggunaan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	<ul style="list-style-type: none"> • Ketepatan tata bahasa • Ketepatan ejaan 	11 12
7.	Penggunaan istilah dan simbol/lambang	<ul style="list-style-type: none"> • Konsistensi penggunaan istilah • Konsistensi penggunaan simbol/lambang 	13 14

Lampiran 10

**INSTRUMEN PENILAIAN MODUL KIMIA BERBASIS PENDEKATAN
SAINTIFIK OLEH AHLI BAHASA**

Nama :

Jenis kelamin : L / P (lingkari salah satu)

Bapak/ Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen penilaian ini. Instrumen penilaian ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang **“Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi”**. Aspek penilaian pada modul ini terdiri dari komponen penilaian aspek kebahasaan yang diadaptasi dari Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran oleh BSNP. Penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini.

Petunjuk Pengisian:

- 1) Penilaian diberikan dengan rentangan mulai dari sangat tidak setuju sampai dengan sangat setuju, dengan keterangan sebagai berikut:
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju
- 2) Beri tanda (√) pada kolom 1, 2, 3, dan 4 sesuai pendapat Anda secara objektif.
- 3) Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada kolom yang disediakan.

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (Bila diperlukan)
		1	2	3	4	
A. KOMPONEN KEBAHASAAN						
a) Sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik						
1.	Bahasa yang digunakan untuk menjelaskan konsep atau aplikasi konsep atau ilustrasi sampai dengan contoh yang abstrak sesuai dengan tingkat intelektual peserta didik (yang secara imajinatif dapat dibayangkan).					

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (Bila diperlukan)
		1	2	3	4	
2.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kematangan emosi Peserta didik dengan ilustrasi yang menggambarkan konsep-konsep dari lingkungan terdekat sampai dengan lingkungan global.					
b) Komunikatif						
3.	Pesan (dapat berbentuk materi ajar) disajikan dengan bahasa yang menarik dan lazim dalam komunikasi tulis Bahasa Indonesia.					
4.	Ilustrasi yang digunakan untuk menjelaskan materi dalam setiap bab atau sub bab relevan dengan pesan yang disampaikan dalam wacana.					
c) Dialogis dan interaktif						
5.	Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya dan mendorong mereka untuk mempelajari modul secara tuntas.					
6.	Bahasa yang digunakan mampu merangsang peserta didik untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam modul.					
d) Lugas						
7.	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan yang disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam Bahasa Indonesia.					
8.	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan/atau istilah teknis ilmu kimia yang disepakati.					
e) Koherensi dan keruntutan alur pikir						
9.	Penyampaian pesan antarkalimat dalam satu alinea mencerminkan keruntutan dan keterkaitan isi.					
10.	Pesan atau materi yang disajikan dalam satu bab mencerminkan kesatuan tema, dalam satu sub bab mencerminkan kesatuan subtema, dan dalam satu alinea memuat satu pokok pikiran.					

No.	INDIKATOR	SKOR				CATATAN (Bila diperlukan)
		1	2	3	4	
f) Ketepatan penggunaan kaidah Bahasa Indonesia yang benar						
11.	Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan, mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar.					
12.	Ejaan yang digunakan mengacu pada pedoman Ejaan yang Disempurnakan.					
g) Penggunaan istilah dan simbol/lambang						
13.	Penggunaan istilah yang menggambarkan suatu konsep, prinsip, asas, makna tertentu, atau sejenisnya ajeg antarbagian dalam modul.					
14.	Penggunaan simbol/lambang yang menggambarkan suatu konsep, prinsip, asas, makna tertentu, atau sejenisnya ajeg antarbagian dalam modul.					

Komentar dan saran:

.....

.....

.....

.....

.....

Jakarta, _____

Ahli Bahasa

(.....)

NIP.

Lampiran 11

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UJI KELAYAKAN MODUL
PEMBELAJARAN KIMIA DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH
PESERTA DIDIK**

No.	Indikator	Pernyataan	Nomor Butir Soal
1	Tampilan Modul	<ul style="list-style-type: none"> • Kejelasan teks • Penggunaan gambar • Komposisi warna dalam tampilan modul 	1 2, 3, 4 5
2.	Penulisan Bahasa	<ul style="list-style-type: none"> • Kejelasan kalimat 	6, 7
3.	Isi Modul	<ul style="list-style-type: none"> • Penyajian dan pembahasan materi • Sistematika penyajian materi • Pemahaman terhadap isi materi • Kesesuaian ilustrasi yang digunakan • Kejelasan simbol/lambang dan istilah 	8, 9, 10 11 12 13 14, 15
4.	Pendekatan Saintifik	<ul style="list-style-type: none"> • Proses mengamati • Proses menanya • Proses mengumpulkan informasi • Proses mengasosiasi/menganalisis • Proses mengomunikasikan 	16, 17 18, 19 20, 21 22, 23, 24 25
5.	Kualitas keseluruhan	<ul style="list-style-type: none"> • Kemudahan belajar • Peningkatan motivasi belajar 	26 27

Lampiran 12

**INSTRUMEN PENILAIAN UJI KELAYAKAN MODUL PEMBELAJARAN
KIMIA DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH PESERTA DIDIK**

Nama :

Jenis kelamin : L / P (lingkari salah satu)

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK PADA MATERI LAJU REAKSI**”, peneliti meminta kesediaan Anda untuk mengamati dan menganalisis isi dari modul ini. Pertama Anda dapat menelusuri setiap kegiatan pembelajaran yang disajikan kemudian dilanjutkan dengan mengisi lembar penilaian ini. Selamat mengerjakan!

Petunjuk Pengisian:

- 1) Penilaian diberikan dengan rentangan mulai dari sangat tidak setuju sampai dengan sangat setuju, dengan keterangan sebagai berikut:
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju
- 2) Beri tanda (√) pada kolom 1, 2, 3, dan 4 sesuai pendapat Anda secara objektif.
- 3) Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada kolom yang disediakan.

No.	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
Tampilan Modul					
1.	Teks atau tulisan pada modul ini mudah dibaca.				
2.	Gambar yang disajikan jelas dan menarik				
3.	Gambar yang disajikan faktual dan tidak menimbulkan salah tafsir.				
4.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi.				
5.	Komposisi warna yang digunakan di dalam modul seimbang, cocok, dan menarik.				

Penulisan Bahasa				
6.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami.			
7.	Tidak mengandung kalimat yang menimbulkan makna ganda.			
Isi Modul				
8.	Materi yang disajikan berkaitan dengan masalah dalam kehidupan sehari-hari.			
9.	Soal-soal evaluasi yang disajikan sesuai dengan materi.			
10.	Rangkuman memudahkan saya menemukan informasi-informasi penting.			
11.	Penyajian materi pada modul berurutan dan sistematis.			
12.	Saya dapat mengikuti kegiatan belajar tahap-tahap demi tahap dengan mudah.			
13.	Ilustrasi yang disajikan mendukung pemahaman saya terhadap materi yang dipelajari.			
14.	Saya dapat memahami setiap lambang atau simbol yang digunakan di dalam modul.			
15.	Saya dapat memahami istilah-istilah yang digunakan di dalam modul.			
Pendekatan Saintifik				
16.	Data atau fakta yang disajikan mampu menumbuhkan minat saya untuk mengamati lebih jauh.			
17.	Data yang disajikan berasal dari lingkungan terdekat dan akrab dengan kehidupan sehari-hari.			
18.	Kegiatan pengamatan yang dilakukan mampu menumbuhkan rasa keingintahuan saya sehingga mempertanyakan lebih jauh			
19.	Kegiatan pengamatan yang dilakukan mendorong saya untuk mencari informasi lebih jauh lagi.			
20.	Bahan pertanyaan yang disajikan menumbuhkan minat saya untuk menemukan jawaban.			
21.	Kegiatan praktikum yang terdapat pada modul menunjang saya untuk mengumpulkan data/informasi tentang materi yang dikaji.			
22.	Kegiatan yang dirancang menunjang saya untuk menghubungkan informasi yang diperoleh dengan bahan yang diamati/dikaji.			

23.	Bahan pertanyaan yang disajikan menuntun saya untuk menghubungkan informasi yang diperoleh dengan bahan yang diamati/dikaji.				
24.	Soal-soal evaluasi yang disajikan menuntun saya untuk membuat kesimpulan.				
25.	Penyajian materi dalam modul ini mendorong saya untuk berdiskusi dan saling mengemukakan pendapat.				
Kualitas keseluruhan					
26.	Modul pembelajaran ini lebih memudahkan saya dalam memahami materi laju reaksi.				
27.	Penggunaan modul ini membuat saya lebih tertarik untuk mempelajari materi laju reaksi.				

Komentar dan saran:

.....

.....

.....

.....

.....

Jakarta, _____

Peserta Didik

(.....)

Lampiran 13

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UJI KELAYAKAN MODUL
PEMBELAJARAN KIMIA DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH GURU**

No.	Indikator	Pernyataan	Nomor Butir Soal
1	Tampilan Modul	<ul style="list-style-type: none"> • Kejelasan teks • Penggunaan gambar • Komposisi warna dalam tampilan modul 	1 2, 3 4
2.	Penulisan Bahasa	<ul style="list-style-type: none"> • Kejelasan kalimat 	5, 6
3.	Isi Modul	<ul style="list-style-type: none"> • Penyajian dan pembahasan materi • Sistematis penyajian materi • Kesesuaian ilustrasi yang digunakan • Kejelasan simbol/lambang dan istilah 	7, 8, 9, 10 11 12 13
4.	Pendekatan Saintifik	<ul style="list-style-type: none"> • Proses mengamati • Proses menanya • Proses mengumpulkan informasi • Proses mengasosiasi/menganalisis • Proses mengomunikasikan 	14, 15 16 17 18, 19 20
5.	Kualitas keseluruhan	<ul style="list-style-type: none"> • Kemudahan belajar • Peningkatan motivasi belajar • Menunjang pembelajaran 	21 22 23

Lampiran 14

**INSTRUMEN PENILAIAN UJI KELAYAKAN MODUL PEMBELAJARAN
KIMIA DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK OLEH GURU**

Nama :

Asal Sekolah :

Berkaitan dengan penelitian yang berjudul “**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK PADA MATERI LAJU REAKSI**”, peneliti meminta kesediaan Anda untuk mengamati dan menganalisis isi dari modul ini. Pertama Anda dapat menelusuri setiap kegiatan pembelajaran yang disajikan kemudian dilanjutkan dengan mengisi lembar penilaian ini. Selamat mengerjakan!

Petunjuk Pengisian:

- 1) Penilaian diberikan dengan rentangan mulai dari sangat tidak setuju sampai dengan sangat setuju, dengan keterangan sebagai berikut:
 - 1 = Sangat tidak setuju
 - 2 = Tidak setuju
 - 3 = Setuju
 - 4 = Sangat setuju
- 2) Beri tanda (√) pada kolom 1, 2, 3, dan 4 sesuai pendapat Anda secara objektif.
- 3) Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada kolom yang disediakan.

No.	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
Tampilan Modul					
1.	Teks atau tulisan pada modul ini mudah dibaca.				
2.	Gambar yang disajikan jelas, faktual dan tidak menimbulkan salah tafsir.				
3.	Gambar yang disajikan faktual dan tidak menimbulkan salah tafsir.				
4.	Komposisi warna yang digunakan di dalam modul seimbang, cocok, dan menarik.				
Penulisan Bahasa					
5.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami.				

6.	Tidak mengandung kalimat yang menimbulkan makna ganda.				
Isi Modul					
7.	Data atau fakta yang disajikan sesuai dengan KD, KI, dan tujuan pembelajaran.				
8.	Materi yang disajikan berkaitan dengan masalah dalam kehidupan sehari-hari.				
9.	Soal-soal evaluasi yang disajikan sesuai dengan materi.				
10.	Rangkuman telah memuat informasi-informasi penting.				
11.	Penyajian materi pada modul berurutan dan sistematis.				
12.	Ilustrasi yang disajikan mendukung pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari.				
13.	Lambang atau simbol yang digunakan di dalam modul sesuai dengan kaidah ilmu kimia.				
Pendekatan Sainifik					
14.	Data atau fakta yang disajikan mampu menumbuhkan minat peserta didik untuk mengamati lebih jauh.				
15.	Data yang disajikan berasal dari lingkungan terdekat dan akrab dengan kehidupan sehari-hari.				
16.	Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan dalam modul membantu dalam menghubungkan hasil pengamatan dengan materi.				
17.	Kegiatan mengumpulkan informasi meningkatkan keterampilan proses peserta didik.				
18.	Kegiatan yang dirancang menunjang peserta untuk menghubungkan informasi yang diperoleh dengan bahan yang diamati/dikaji.				
19.	Soal-soal evaluasi yang disajikan menuntun peserta didik untuk membuat kesimpulan.				
20.	Penyajian materi dalam modul ini mendorong peserta didik untuk berdiskusi dan saling mengemukakan pendapat.				
Kualitas keseluruhan					
21.	Modul pembelajaran ini dapat memudahkan peserta dalam memahami materi laju reaksi.				
22.	Modul pembelajaran ini dapat meningkatkan minat peserta didik mempelajari materi laju reaksi.				

23.	Modul pembelajaran ini dapat membantu guru dalam menyampaikan materi laju reaksi kepada peserta didik				
-----	---	--	--	--	--

Komentar dan saran:

.....
.....
.....
.....
.....

Jakarta, _____

Guru

(.....)

Lampiran 15

HASIL ANALISIS KEBUTUHAN OLEH PESERTA DIDIK

Nama :

Kelas :

Berikan tanda check list (✓) pada kolom jawaban sesuai dengan pendapat Anda

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda menyukai mata pelajaran kimia?	88,9%	11,1%
2.	Apakah guru kimia Anda dapat menciptakan situasi dan kondisi belajar yang kondusif selama proses pembelajaran berlangsung?	83,3%	16,7%
3.	Metode apa yang biasa guru Anda gunakan saat pembelajaran kimia? (bisa pilih lebih dari satu)	(58,3%) Ceramah (75%) Diskusi kelompok (44,4%) Demonstrasi (55,5%) Praktikum	
4.	Bahan ajar seperti apa yang digunakan dalam pembelajaran kimia pada materi laju reaksi? (bisa pilih lebih dari satu)	(100%) Buku Teks (69,4%) Video / gambar (27,7%) Modul (22,2%) LKS (0%) Handout (66,7%) PPT	
5.	Apakah bahan ajar yang digunakan selama mempelajari materi laju reaksi sulit untuk Anda pahami?	83,3%	16,7%
6.	Apakah guru Anda selalu mengawasi proses pembelajaran dengan melakukan pengamatan terhadap suatu objek yang berkaitan dengan materi?	72,2%	27,8%
7.	Apakah guru Anda selalu memberikan Anda kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi yang sedang dipelajari?	66,7%	33,3%
8.	Apakah melalui pertanyaan yang Anda ajukan, guru membimbing Anda untuk memecahkan permasalahan tersebut?	72,2%	27,8%
9.	Apakah guru Anda pernah meminta Anda untuk menemukan informasi sebanyak-banyaknya mengenai materi kimia yang sedang dipelajari?	27,8%	72,2%

No.	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
	Jika Ya, sumber informasi apa saja yang biasa digunakan?	Buku Internet	
10.	Apakah Anda dapat menemukan keterkaitan antar informasi dengan mudah melalui bahan ajar yang biasa digunakan?	41,7%	58,3%
11.	Apakah Anda mudah untuk menarik kesimpulan berdasarkan informasi-informasi yang telah Anda temukan?	38,9%	61,1%
12.	Apakah guru Anda selalu meminta Anda menceritakan kembali hasil pembelajaran pada hari tersebut?	55,6%	44,4%
13.	Apakah guru Anda akan memberikan klarifikasi atas kesimpulan yang Anda sampaikan dari hasil pembelajaran?	58,3%	41,7%
14.	Apakah pembelajaran kimia pada materi laju reaksi lebih menarik dan lebih mudah dipahami jika dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari?	77,8%	22,2%
15.	Apakah pembelajaran kimia pada materi laju reaksi lebih menarik dan lebih mudah dipahami jika dilakukan dengan kegiatan praktikum/percobaan?	55,6%	44,4%
16.	Apakah Anda merasa telah memahami konsep laju reaksi dengan baik?	77,8%	22,2%
17.	Apakah Anda mengharapkan adanya bahan ajar yang memudahkan Anda untuk mempelajari kimia secara mandiri?	91,7%	8,3%
18.	Konten apa saja yang Anda harapkan ada di dalam bahan ajar kimia yang Anda gunakan?	(77,8%) Keterkaitan materi dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari (75%) Materi yang lengkap dan sistematis (77,8%) Penyajian ilustrasi atau gambar (58,3%) Panduan percobaan sederhana (80,6%) Bahasa yang mudah dipahami (86,1%) Full color (58,3%) Contoh-contoh soal (47,2%) Soal-soal evaluasi	

Terima kasih atas kesediaan Anda mengisi kuesioner ini.

Lampiran 16

HASIL ANALISIS KEBUTUHAN OLEH GURU

Nama :

Asal Sekolah :

Mohon kesediaan Ibu/Bapak untuk mengisi kuesioner ini. Berikan tanda check list (✓) pada kolom jawaban sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Ibu/Bapak telah menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran kimia?	100%	0%
2.	Apakah Ibu/Bapak mengalami kesulitan dalam menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran kimia?	33,3%	66,7%
3.	Apakah di sekolah telah tersedia bahan ajar yang mengimplementasikan pembelajaran berbasis pendekatan saintifik?	100%	0%
4.	Jenis media pembelajaran seperti apa yang biasa digunakan dalam pembelajaran kimia?	(100%) Cetak (100%) Visual (0%) Audio	
5.	Apakah bahan ajar yang digunakan sangat mendukung pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik?	33,3%	66,7%
6.	Bahan ajar seperti apa yang biasa Ibu/Bapak gunakan dalam proses pembelajaran pada materi laju reaksi?	(100%) Textbook (66,7%) LKS (0%) Modul (100%) Power Point (66,7%) Video Pembelajaran (0%) Lain-lain	
7.	Apakah bahan ajar yang digunakan mampu meningkatkan minat peserta didik dalam mempelajari materi laju reaksi?	0%	100%
8.	Apakah Ibu/Bapak selalu mengawasi kegiatan pembelajaran dengan melakukan pengamatan terhadap suatu objek?	100%	0%

	Jika Ya, hal apa saja yang biasa dijadikan objek pengamatan?	(100%) Benda sekitar (100%) Gambar (66,7%) Video (0%) Artikel ilmiah (66,7%) Percobaan sederhana	
9.	Apakah Ibu/Bapak memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari?	100%	0%
10.	Apakah peserta didik selalu diminta untuk menemukan informasi sebanyak-banyaknya mengenai materi kimia yang sedang dipelajari?	100%	0%
11.	Apakah peserta didik dengan mudah mampu menarik kesimpulan berdasarkan informasi-informasi yang telah mereka dapatkan?	0%	100%
12.	Apakah Ibu/Bapak akan memberikan klarifikasi terhadap kesimpulan yang disampaikan oleh peserta didik?	100%	0%
13.	Menurut Ibu/Bapak, apakah peserta didik mampu mempelajari kimia secara mandiri khususnya pada <u>materi laju reaksi</u> dengan adanya bahan ajar yang biasa digunakan?	33,3%	66.7%
14.	Apakah sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan untuk memahami konsep materi laju reaksi?	33,3%	66.7%
15.	Apakah Ibu/Bapak membutuhkan bahan ajar yang mampu memfasilitasi peserta didik untuk melakukan proses pembelajaran berbasis pendekatan saintifik?	100%	0%
16.	Apakah Ibu/Bapak membutuhkan bahan ajar yang mampu memfasilitasi peserta didik untuk melakukan proses pembelajaran kimia secara mandiri?	100%	0%
17.	Jika dilakukan pengembangan bahan ajar berupa modul berbasis pendekatan saintifik, konten apa saja yang Ibu/Bapak harapkan terdapat dalam modul tersebut?	(100%) Keterkaitan dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari (100%) Materi yang lengkap dan sistematis (100%) Penyajian ilustrasi atau gambar (100%) Panduan percobaan sederhana (100%) Bahasa yang mudah dipahami (100%) Full color (100%) Contoh-contoh soal (100%) Soal-soal evaluasi	

Terima kasih atas kesediaan Anda mengisi kuesioner ini.

Lampiran 17

Tabel Analisis Uji Kelayakan Modul oleh Ahli Materi

AHLI	Nomor Soal																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jumlah	11	12	11	11	11	10	11	11	11	11	12	10	12	11	11	12	11	12	11	11	11	11

AHLI	Nomor Soal																						
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jumlah	11	12	11	12	12	11	11	11	11	11	10	11	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σmax	%	Interpretasi
1	Komponen kelayakan isi	1 -- 17	190	204	93%	Sangat Baik
2	Komponen penyajian	18 -- 32	168	180	93%	Sangat Baik
3	Pendekatan saintifik	33 -- 45	143	156	92%	Sangat Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 18

PERHITUNGAN RELIABILITAS ANTAR RATER AHLI MATERI

No.	Responden						xi	xij ²
	1	xij ²	2	xij ²	3	xij ²		
1	3	9	4	16	4	16	11	121
2	4	16	4	16	4	16	12	144
3	3	9	4	16	4	16	11	121
4	3	9	4	16	4	16	11	121
5	3	9	4	16	4	16	11	121
6	3	9	4	16	3	9	10	100
7	4	16	4	16	3	9	11	121
8	4	16	4	16	3	9	11	121
9	3	9	4	16	4	16	11	121
10	3	9	4	16	4	16	11	121
11	4	16	4	16	4	16	12	144
12	3	9	4	16	3	9	10	100
13	4	16	4	16	4	16	12	144
14	3	9	4	16	4	16	11	121
15	3	9	4	16	4	16	11	121
16	4	16	4	16	4	16	12	144
17	3	9	4	16	4	16	11	121
18	4	16	4	16	4	16	12	144
19	3	9	4	16	4	16	11	121
20	3	9	4	16	4	16	11	121
21	3	9	4	16	4	16	11	121
22	3	9	4	16	4	16	11	121
23	3	9	4	16	4	16	11	121
24	4	16	4	16	4	16	12	144
25	3	9	4	16	4	16	11	121
26	4	16	4	16	4	16	12	144
27	4	16	4	16	4	16	12	144
28	3	9	4	16	4	16	11	121
29	3	9	4	16	4	16	11	121
30	3	9	4	16	4	16	11	121
31	3	9	4	16	4	16	11	121
32	3	9	4	16	4	16	11	121
33	3	9	4	16	3	9	10	100
34	3	9	4	16	4	16	11	121
35	3	9	4	16	4	16	11	121
36	4	16	4	16	4	16	12	144
37	3	9	4	16	4	16	11	121
38	3	9	4	16	4	16	11	121

No.	Responden						xi	xij ²
	1	xij ²	2	xij ²	3	xij ²		
39	3	9	4	16	4	16	11	121
40	3	9	4	16	4	16	11	121
41	3	9	4	16	4	16	11	121
42	3	9	4	16	4	16	11	121
43	3	9	4	16	4	16	11	121
44	3	9	4	16	4	16	11	121
45	3	9	4	16	4	16	11	121
xj	146		180		175		501	5589
xj²	21316		32400		30625		84341	
Σxij²		482		720		685	1887	

PERHITUNGAN RELIABILITAS AHLI MATERI:

$$N = Nb \times Nk = 45 \times 3 = 135$$

$$JK \text{ total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{x_i^2}{N} = 1887 - \frac{501^2}{135} = 27,73$$

$$JK \text{ baris} = \frac{1}{Nk} \sum x_i^2 - \frac{x_i^2}{N} = \frac{1}{3} (5589) - \frac{501^2}{135} = 3,73$$

$$JK \text{ kolom} = \frac{1}{Nb} \sum x_j^2 - \frac{x_j^2}{N} = \frac{1}{45} (84341) - \frac{501^2}{135} = 14,97$$

$$JK \text{ error} = JK \text{ total} - JK \text{ baris} - JK \text{ kolom} = 27,73 - 3,73 - 14,97 = 9,03$$

$$db_b = b - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$db_k = k - 1 = 45 - 1 = 44$$

$$db_e = (b - 1)(k - 1) = (3 - 1)(45 - 1) = 88$$

$$db_r = N - 1 = 135 - 1 = 134$$

$$RJK_b = \frac{JK_b}{db_b} = \frac{3,73}{2} = 1,86$$

$$RJK_e = \frac{JK_e}{db_e} = \frac{9,03}{88} = 0,102$$

$$r = \frac{RJK_b - RJK_e}{RJK_b} = \frac{1,86 - 0,102}{1,86} = 0,945$$

Kesimpulan: kesepakatannya sangat baik

Lampiran 19

Tabel Analisis Uji Kelayakan oleh Ahli Bahasa

AHLI	Nomor Soal													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	2	4	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3
2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	2	3	4
3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Jumlah	9	9	11	9	8	9	9	9	8	10	9	8	8	10

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σ_{max}	%	Interpretasi
1	Sesuai dengan perkembangan intelektual	1, 2	18	24	75%	Baik
2	Komunikatif	3, 4	20	24	83%	Sangat Baik
3	Dialogis & Interaktif	5, 6	17	24	71%	Baik
4	Lugas	7, 8	18	24	75%	Baik
5	Koherensi	9, 10	18	24	75%	Baik
6	EYD	11, 12	17	24	71%	Baik
7	Istilah, simbol, lambang	13, 14	18	24	75%	Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 20

PERHITUNGAN RELIABILITAS ANTAR RATER AHLI BAHASA

NO	Responden						xi	xij ²
	1	xij ²	2	xij ²	3	xij ²		
1	2	4	4	16	3	9	9	81
2	2	4	4	16	3	9	9	81
3	4	16	4	16	3	9	11	121
4	3	9	3	9	3	9	9	81
5	2	4	4	16	2	4	8	64
6	2	4	4	16	3	9	9	81
7	3	9	3	9	3	9	9	81
8	3	9	3	9	3	9	9	81
9	2	4	3	9	3	9	8	64
10	3	9	4	16	3	9	10	100
11	3	9	3	9	3	9	9	81
12	3	9	2	4	3	9	8	64
13	2	4	3	9	3	9	8	64
14	3	9	4	16	3	9	10	100
xj	37		48		41		126	1144
xj²	1369		2304		1681		5354	
Σxij²		103		170		121	394	

PERHITUNGAN RELIABILITAS AHLI BAHASA:

$$N = N_b \times N_k = 14 \times 3 = 42$$

$$JK_{total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{x_i^2}{N} = 394 - \frac{126^2}{42} = 16$$

$$JK_{baris} = \frac{1}{N_k} \sum x_i^2 - \frac{x_i^2}{N} = \frac{1}{3} (1144) - \frac{126^2}{42} = 3,33$$

$$JK_{kolom} = \frac{1}{N_b} \sum x_j^2 - \frac{x_j^2}{N} = \frac{1}{14} (5354) - \frac{126^2}{42} = 4,43$$

$$JK_{error} = JK_{total} - JK_{baris} - JK_{kolom} = 16 - 3,33 - 4,43 = 8,24$$

$$db_b = b - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$db_k = k - 1 = 14 - 1 = 13$$

$$db_e = (b - 1)(k - 1) = (3 - 1)(14 - 1) = 26$$

$$db_r = N - 1 = 42 - 1 = 41$$

$$RJK_b = \frac{JK_b}{db_b} = \frac{3,33}{2} = 1,66$$

$$RJK_e = \frac{JK_e}{db_e} = \frac{8,24}{26} = 0,31$$

$$r = \frac{RJK_b - RJK_e}{RJK_b} = \frac{1,66 - 0,31}{1,66} = 0,81$$

Kesimpulan: kesepakatannya sangat baik

Lampiran 21

Tabel Analisis Uji Kelayakan oleh Ahli Media

AHLI	Nomor Soal																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
2	2	4	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3
3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4
Jumlah	10	10	7	9	8	9	10	8	9	7	9	10	10	9	10	9	9	10	11	10	8	9	9	10

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σ_{max}	%	Interpretasi
1	Ukuran Modul	1	10	12	83%	Sangat Baik
2	Bagian Kulit Modul	2 - 14	115	156	74%	Baik
3	Bagian Isi Modul	15 - 24	95	120	79%	Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 22

PERHITUNGAN RELIABILITAS ANTAR RATER AHLI MEDIA

No.	Responden						xi	xij ²
	1	xij ²	2	xij ²	3	xij ²		
1	4	16	2	4	4	16	10	100
2	3	9	4	16	3	9	10	100
3	2	4	2	4	3	9	7	49
4	3	9	3	9	3	9	9	81
5	2	4	3	9	3	9	8	64
6	3	9	3	9	3	9	9	81
7	3	9	3	9	4	16	10	100
8	3	9	2	4	3	9	8	64
9	3	9	3	9	3	9	9	81
10	2	4	2	4	3	9	7	49
11	3	9	2	4	4	16	9	81
12	4	16	3	9	3	9	10	100
13	4	16	3	9	3	9	10	100
14	3	9	3	9	3	9	9	81
15	3	9	3	9	4	16	10	100
16	3	9	3	9	3	9	9	81
17	3	9	3	9	3	9	9	81
18	3	9	4	16	3	9	10	100
19	4	16	4	16	3	9	11	121
20	3	9	3	9	4	16	10	100
21	3	9	2	4	3	9	8	64
22	3	9	3	9	3	9	9	81
23	3	9	3	9	3	9	9	81
24	3	9	3	9	4	16	10	100
xj	73		69		78		220	2040
xj²	5329		4761		6084		16174	
Σxij²		229		207		258	694	

PERHITUNGAN RELIABILITAS AHLI MEDIA:

$$N = N_b \times N_k = 24 \times 3 = 72$$

$$JK_{total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{xi^2}{N} = 694 - \frac{220^2}{72} = 21,78$$

$$JK_{baris} = \frac{1}{Nk} \sum xi^2 - \frac{xi^2}{N} = \frac{1}{3} (2040) - \frac{220^2}{72} = 7,78$$

$$JK_{kolom} = \frac{1}{Nb} \sum xj^2 - \frac{xi^2}{N} = \frac{1}{24} (16174) - \frac{220^2}{72} = 1,69$$

$$JK_{error} = JK_{total} - JK_{baris} - JK_{kolom} = 21,78 - 7,78 - 1,69 = 12,31$$

$$db_b = b - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$db_k = k - 1 = 24 - 1 = 23$$

$$db_e = (b - 1)(k - 1) = (3 - 1)(24 - 1) = 46$$

$$db_r = N - 1 = 72 - 1 = 71$$

$$RJK_b = \frac{JK_b}{db_b} = \frac{7,78}{2} = 3,89$$

$$RJK_e = \frac{JK_e}{db_e} = \frac{12,31}{46} = 0,26$$

$$r = \frac{RJK_b - RJK_e}{RJK_b} = \frac{3,89 - 0,26}{3,89} = 0,933$$

Kesimpulan: kesepakatannya sangat baik

Lampiran 23

Tabel Analisis Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peserta Didik

Siswa	Nomor Soal																											Jumlah	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	89	
2	3	2	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	4	2	4	2	85	
3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	2	4	4	94	
4	3	2	3	3	4	3	4	3	3	4	3	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	82	
5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	80	
6	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	89
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82
8	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	91	
9	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	96	
10	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	73	
11	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	84	
12	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	86	
13	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	83	
14	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	2	2	84	
15	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	3	2	3	1	3	2	63	
Jumlah	48	46	49	54	48	49	45	47	50	50	47	43	47	43	45	49	50	46	42	41	43	47	46	48	41	49	48	1261	

INTERPRETASI HASIL KUESIONER UJI COBA KELOMPOK KECIL OLEH PESERTA DIDIK

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σmax	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	1 - 5	245	300	81,7%	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	6 - 7	94	120	78,3%	Baik
3	Isi Modul	8 - 15	372	480	77,5%	Baik
4	Pendekatan Sainifik	16 - 25	453	600	75,5%	Baik
5	Kualitas Keseluruhan	26 - 27	97	120	80,8%	Sangat Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 24

Validasi Instrumen Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peserta Didik

SISWA	Jumlah					Y	x = Xi - X					y = Yi - Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
1	16	7	24	34	8	89	-0,333	0,7333	-0,8	3,8	1,5333	4,933333
2	16	6	27	30	6	85	-0,333	-0,267	2,2	-0,2	-0,467	0,933333
3	17	7	27	35	8	94	0,6667	0,7333	2,2	4,8	1,5333	9,933333
4	15	7	24	30	6	82	-1,333	0,7333	-0,8	-0,2	-0,467	-2,06667
5	15	7	22	30	6	80	-1,333	0,7333	-2,8	-0,2	-0,467	-4,06667
6	17	7	25	33	7	89	0,6667	0,7333	0,2	2,8	0,5333	4,933333
7	15	6	24	31	6	82	-1,333	-0,267	-0,8	0,8	-0,467	-2,06667
8	17	7	28	31	8	91	0,6667	0,7333	3,2	0,8	1,5333	6,933333
9	20	7	28	33	8	96	3,6667	0,7333	3,2	2,8	1,5333	11,93333
10	15	4	23	25	6	73	-1,333	-2,267	-1,8	-5,2	-0,467	-11,0667
11	17	6	25	30	6	84	0,6667	-0,267	0,2	-0,2	-0,467	-0,06667
12	17	6	26	30	7	86	0,6667	-0,267	1,2	-0,2	0,5333	1,933333
13	16	7	25	29	6	83	-0,333	0,7333	0,2	-1,2	-0,467	-1,06667
14	18	6	23	33	4	84	1,6667	-0,267	-1,8	2,8	-2,467	-0,06667
15	14	4	21	19	5	63	-2,333	-2,267	-3,8	-11,2	-1,467	-21,0667
Σ	245	94	372	453	97	1261						
MEAN	16,33	6,26	24,8	30,2	6,46	84,06						

SISWA	xi ²					Y ²	xiy				
	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₄ ²	x ₅ ²		x ₁ y	x ₂ y	x ₃ y	x ₄ y	x ₅ y
1	0,111111	0,537778	0,64	14,44	2,351111	24,33778	-1,64444	3,617778	-3,94667	18,74667	7,564444
2	0,111111	0,071111	4,84	0,04	0,217778	0,871111	-0,31111	-0,24889	2,053333	-0,18667	-0,43556

SISWA	xi ²					Y ²	xiy				
	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₄ ²	x ₅ ²		x ₁ y	x ₂ y	x ₃ y	x ₄ y	x ₅ y
3	0,444444	0,537778	4,84	23,04	2,351111	98,67111	6,622222	7,284444	21,853333	47,68	15,23111
4	1,777778	0,537778	0,64	0,04	0,217778	4,271111	2,755556	-1,51556	1,653333	0,413333	0,964444
5	1,777778	0,537778	7,84	0,04	0,217778	16,53778	5,422222	-2,98222	11,38667	0,813333	1,897778
6	0,444444	0,537778	0,04	7,84	0,284444	24,33778	3,288889	3,617778	0,986667	13,81333	2,631111
7	1,777778	0,071111	0,64	0,64	0,217778	4,271111	2,755556	0,551111	1,653333	-1,65333	0,964444
8	0,444444	0,537778	10,24	0,64	2,351111	48,07111	4,622222	5,084444	22,18667	5,546667	10,63111
9	13,44444	0,537778	10,24	7,84	2,351111	142,4044	43,75556	8,751111	38,18667	33,41333	18,29778
10	1,777778	5,137778	3,24	27,04	0,217778	122,4711	14,75556	25,08444	19,92	57,54667	5,164444
11	0,444444	0,071111	0,04	0,04	0,217778	0,004444	-0,04444	0,017778	-0,01333	0,013333	0,031111
12	0,444444	0,071111	1,44	0,04	0,284444	3,737778	1,288889	-0,51556	2,32	-0,38667	1,031111
13	0,111111	0,537778	0,04	1,44	0,217778	1,137778	0,355556	-0,78222	-0,21333	1,28	0,497778
14	2,777778	0,071111	3,24	7,84	6,084444	0,004444	-0,11111	0,017778	0,12	-0,18667	0,164444
15	5,444444	5,137778	14,44	125,44	2,151111	443,8044	49,15556	47,75111	80,05333	235,9467	30,89778
Σ	31,33333	14,93333	62,4	216,4	19,73333	934,9333	132,6667	95,73333	198,2	412,8	95,53333

$$r_{xiy} = \frac{\sum xiy}{\sqrt{\sum xi^2 \sum y^2}}$$

Γ _{x₁y}	Γ _{x₂y}	Γ _{x₃y}	Γ _{x₄y}	Γ _{x₅y}
0,775119	0,810204	0,82058	0,917742	0,703338
Valid	Valid	Valid	Valid	Valid

Kriteria Validitas:

Jika $\Gamma_{xy} < \Gamma_{\text{tabel}}$, korelasi tidak signifikan

Jika $\Gamma_{xy} > \Gamma_{\text{tabel}}$, korelasi signifikan

Γ tabel untuk n = 3 adalah 0,4409

df = n-2 = 15-2 = 13

untuk α = 0,05

Lampiran 25

Tabel Analisis Uji Coba Kelompok Besar oleh Peserta Didik

No.	Nomor Soal																											Σ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	2	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	94	
2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	98	
3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	99
4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	103	
5	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	2	4	4	2	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	4	97	
6	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100	
7	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	98	
8	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	2	4	4	3	3	4	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4	95	
9	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2	4	3	4	4	3	4	4	95	
10	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	4	3	4	4	96	
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	4	4	3	4	101	
12	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	97	
13	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	96	
14	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	2	4	2	2	4	3	3	4	90	
15	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	94	
16	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	2	4	4	3	2	4	3	3	3	2	2	2	4	3	3	4	88	
17	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2	3	4	3	3	4	92	
18	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	2	4	3	3	3	4	3	3	4	92	
19	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	96	
20	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	3	4	4	3	4	3	2	4	4	3	3	4	91	
21	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	2	2	3	3	2	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	90	
22	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	94	
23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	2	4	3	4	4	4	4	3	2	4	3	4	97	
24	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4	98	
25	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	96	

No.	Nomor Soal																											Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
26	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	98
27	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	96
28	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	97
29	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	96
30	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	93
31	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	2	4	4	3	4	4	4	3	4	93
32	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2	4	3	3	4	3	4	3	4	2	4	4	93
33	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	2	2	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	95
34	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	2	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	94
35	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	4	4	3	4	95
36	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	92
37	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	100
38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	99
39	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	102
40	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	101
41	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	95
42	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	105
43	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	95
44	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	94
45	4	4	4	3	2	3	4	3	3	4	3	2	2	4	3	1	4	3	2	4	2	2	2	4	2	3	4	81
46	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	96
47	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	96
48	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	90
49	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	90
50	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	101
51	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	103
52	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	95

No.	Nomor Soal																											Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
53	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	105
54	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	2	4	2	3	4	3	3	3	4	4	3	3	93
55	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	95
56	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	89
57	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	2	4	3	3	3	4	4	3	3	86
58	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3	88
59	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	90
60	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	97
61	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	2	4	3	3	85
62	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	2	4	3	3	2	3	4	3	4	4	3	3	87
63	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	94
64	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	86
65	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	3	90
66	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	90
67	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	87
68	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	2	2	4	4	2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	93
69	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	93
70	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	94
Σ	261	278	278	249	241	261	270	239	229	280	221	204	244	249	222	211	280	229	218	250	230	231	232	258	242	241	266	6614

**INTERPRETASI HASIL KUESIONER UJI COBA KELOMPOK BESAR OLEH
PESERTA DIDIK**

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σmax	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	1 - 5	1307	1400	93,3%	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	6 - 7	531	560	94,8%	Sangat Baik
3	Isi Modul	8 - 15	1888	2240	84,3%	Sangat Baik
4	Pendekatan Saintifik	16 - 25	2381	2800	85,03%	Sangat Baik
5	Kualitas Keseluruhan	26 - 27	507	560	90,5%	Sangat Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 26

Validasi Instrumen Uji Coba Kelompok Besar oleh Peserta Didik

SISWA	Jumlah					Y	x = Xi - X					y = Yi - Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
1	19	7	26	35	7	94	0,33	-0,586	-0,97	0,99	-0,243	-0,479
2	20	8	28	35	7	98	1,33	0,414	1,03	0,99	-0,243	3,521
3	19	8	28	37	7	99	0,33	0,414	1,03	2,99	-0,243	4,521
4	20	8	29	38	8	103	1,33	0,414	2,03	3,99	0,757	8,521
5	19	8	25	37	8	97	0,33	0,414	-1,97	2,99	0,757	2,521
6	20	8	27	37	8	100	1,33	0,414	0,03	2,99	0,757	5,521
7	19	8	28	35	8	98	0,33	0,414	1,03	0,99	0,757	3,521
8	19	8	26	34	8	95	0,33	0,414	-0,97	-0,01	0,757	0,521
9	19	8	27	33	8	95	0,33	0,414	0,03	-1,01	0,757	0,521
10	20	8	28	32	8	96	1,33	0,414	1,03	-2,01	0,757	1,521
11	20	8	31	34	8	101	1,33	0,414	4,03	-0,01	0,757	6,521
12	19	8	27	35	8	97	0,33	0,414	0,03	0,99	0,757	2,521
13	19	8	28	33	8	96	0,33	0,414	1,03	-1,01	0,757	1,521
14	19	8	26	30	7	90	0,33	0,414	-0,97	-4,01	-0,243	-4,479
15	18	8	27	34	7	94	-0,67	0,414	0,03	-0,01	-0,243	-0,479
16	19	8	26	28	7	88	0,33	0,414	-0,97	-6,01	-0,243	-6,479
17	18	8	27	32	7	92	-0,67	0,414	0,03	-2,01	-0,243	-2,479
18	19	7	27	32	7	92	0,33	-0,586	0,03	-2,01	-0,243	-2,479
19	19	8	28	34	7	96	0,33	0,414	1,03	-0,01	-0,243	1,521
20	18	7	25	34	7	91	-0,67	-0,586	-1,97	-0,01	-0,243	-3,479
21	19	8	23	32	8	90	0,33	0,414	-3,97	-2,01	0,757	-4,479
22	19	8	26	33	8	94	0,33	0,414	-0,97	-1,01	0,757	-0,479
23	20	8	28	34	7	97	1,33	0,414	1,03	-0,01	-0,243	2,521
24	19	8	27	36	8	98	0,33	0,414	0,03	1,99	0,757	3,521
25	18	8	26	37	7	96	-0,67	0,414	-0,97	2,99	-0,243	1,521
26	18	8	27	38	7	98	-0,67	0,414	0,03	3,99	-0,243	3,521
27	19	7	27	36	7	96	0,33	-0,586	0,03	1,99	-0,243	1,521
28	20	7	27	35	8	97	1,33	-0,586	0,03	0,99	0,757	2,521

SISWA	Jumlah					Y	x = Xi - X					y = Yi - Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
29	19	7	27	36	7	96	0,33	-0,586	0,03	1,99	-0,243	1,521
30	19	7	26	34	7	93	0,33	-0,586	-0,97	-0,01	-0,243	-1,479
31	18	7	26	35	7	93	-0,67	-0,586	-0,97	0,99	-0,243	-1,479
32	19	8	26	32	8	93	0,33	0,414	-0,97	-2,01	0,757	-1,479
33	20	8	24	36	7	95	1,33	0,414	-2,97	1,99	-0,243	0,521
34	20	7	25	35	7	94	1,33	-0,586	-1,97	0,99	-0,243	-0,479
35	19	8	27	34	7	95	0,33	0,414	0,03	-0,01	-0,243	0,521
36	18	8	23	37	6	92	-0,67	0,414	-3,97	2,99	-1,243	-2,479
37	20	8	30	34	8	100	1,33	0,414	3,03	-0,01	0,757	5,521
38	20	8	30	33	8	99	1,33	0,414	3,03	-1,01	0,757	4,521
39	20	8	30	36	8	102	1,33	0,414	3,03	1,99	0,757	7,521
40	19	8	29	37	8	101	0,33	0,414	2,03	2,99	0,757	6,521
41	19	8	26	34	8	95	0,33	0,414	-0,97	-0,01	0,757	0,521
42	19	8	32	38	8	105	0,33	0,414	5,03	3,99	0,757	10,521
43	17	8	30	33	7	95	-1,67	0,414	3,03	-1,01	-0,243	0,521
44	17	8	27	34	8	94	-1,67	0,414	0,03	-0,01	0,757	-0,479
45	17	7	24	26	7	81	-1,67	-0,586	-2,97	-8,01	-0,243	-13,479
46	19	7	29	34	7	96	0,33	-0,586	2,03	-0,01	-0,243	1,521
47	19	7	27	35	8	96	0,33	-0,586	0,03	0,99	0,757	1,521
48	17	7	26	33	7	90	-1,67	-0,586	-0,97	-1,01	-0,243	-4,479
49	17	7	25	34	7	90	-1,67	-0,586	-1,97	-0,01	-0,243	-4,479
50	20	8	29	36	8	101	1,33	0,414	2,03	1,99	0,757	6,521
51	19	8	29	39	8	103	0,33	0,414	2,03	4,99	0,757	8,521
52	19	8	25	35	8	95	0,33	0,414	-1,97	0,99	0,757	0,521
53	20	8	31	38	8	105	1,33	0,414	4,03	3,99	0,757	10,521
54	19	8	28	32	6	93	0,33	0,414	1,03	-2,01	-1,243	-1,479
55	19	8	26	35	7	95	0,33	0,414	-0,97	0,99	-0,243	0,521
56	17	8	25	33	6	89	-1,67	0,414	-1,97	-1,01	-1,243	-5,479
57	17	7	23	33	6	86	-1,67	-0,586	-3,97	-1,01	-1,243	-8,479
58	17	7	26	32	6	88	-1,67	-0,586	-0,97	-2,01	-1,243	-6,479
59	17	7	27	33	6	90	-1,67	-0,586	0,03	-1,01	-1,243	-4,479
60	19	7	27	36	8	97	0,33	-0,586	0,03	1,99	0,757	2,521

SISWA	Jumlah					Y	x = Xi - X					y = Yi - Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
61	16	6	24	33	6	85	-2,67	-1,586	-2,97	-1,01	-1,243	-9,479
62	19	6	24	32	6	87	0,33	-1,586	-2,97	-2,01	-1,243	-7,479
63	19	7	28	32	8	94	0,33	-0,586	1,03	-2,01	0,757	-0,479
64	16	6	27	31	6	86	-2,67	-1,586	0,03	-3,01	-1,243	-8,479
65	18	7	28	31	6	90	-0,67	-0,586	1,03	-3,01	-1,243	-4,479
66	18	8	28	30	6	90	-0,67	0,414	1,03	-4,01	-1,243	-4,479
67	16	8	26	31	6	87	-2,67	0,414	-0,97	-3,01	-1,243	-7,479
68	18	8	25	34	8	93	-0,67	0,414	-1,97	-0,01	0,757	-1,479
69	19	7	28	32	7	93	0,33	-0,586	1,03	-2,01	-0,243	-1,479
70	19	6	30	33	6	94	0,33	-1,586	3,03	-1,01	-1,243	-0,479
Σ	1307	531	1888	2381	507	6614						
MEAN	18,67	7,58	26,97	34,01	7,243	94,48						

SISWA	xi ²					y ²	xiy				
	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₄ ²	x ₅ ²		x ₁ y	x ₂ y	x ₃ y	x ₄ y	x ₅ y
1	0,1089	0,343396	0,9409	0,9801	0,059049	0,229441	-0,15807	0,280694	0,46463	-0,47421	0,116397
2	1,7689	0,171396	1,0609	0,9801	0,059049	12,39744	4,68293	1,457694	3,62663	3,48579	-0,8556
3	0,1089	0,171396	1,0609	8,9401	0,059049	20,43944	1,49193	1,871694	4,65663	13,51779	-1,0986
4	1,7689	0,171396	4,1209	15,9201	0,573049	72,60744	11,33293	3,527694	17,29763	33,99879	6,450397
5	0,1089	0,171396	3,8809	8,9401	0,573049	6,355441	0,83193	1,043694	-4,96637	7,53779	1,908397
6	1,7689	0,171396	0,0009	8,9401	0,573049	30,48144	7,34293	2,285694	0,16563	16,50779	4,179397
7	0,1089	0,171396	1,0609	0,9801	0,573049	12,39744	1,16193	1,457694	3,62663	3,48579	2,665397
8	0,1089	0,171396	0,9409	1E-04	0,573049	0,271441	0,17193	0,215694	-0,50537	-0,00521	0,394397
9	0,1089	0,171396	0,0009	1,0201	0,573049	0,271441	0,17193	0,215694	0,01563	-0,52621	0,394397
10	1,7689	0,171396	1,0609	4,0401	0,573049	2,313441	2,02293	0,629694	1,56663	-3,05721	1,151397
11	1,7689	0,171396	16,2409	1E-04	0,573049	42,52344	8,67293	2,699694	26,27963	-0,06521	4,936397

SISWA	x_i^2					y^2	$x_i y$				
	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2		$x_1 y$	$x_2 y$	$x_3 y$	$x_4 y$	$x_5 y$
12	0,1089	0,171396	0,0009	0,9801	0,573049	6,355441	0,83193	1,043694	0,07563	2,49579	1,908397
13	0,1089	0,171396	1,0609	1,0201	0,573049	2,313441	0,50193	0,629694	1,56663	-1,53621	1,151397
14	0,1089	0,171396	0,9409	16,0801	0,059049	20,06144	-1,47807	-1,85431	4,34463	17,96079	1,088397
15	0,4489	0,171396	0,0009	1E-04	0,059049	0,229441	0,32093	-0,19831	-0,01437	0,00479	0,116397
16	0,1089	0,171396	0,9409	36,1201	0,059049	41,97744	-2,13807	-2,68231	6,28463	38,93879	1,574397
17	0,4489	0,171396	0,0009	4,0401	0,059049	6,145441	1,66093	-1,02631	-0,07437	4,98279	0,602397
18	0,1089	0,343396	0,0009	4,0401	0,059049	6,145441	-0,81807	1,452694	-0,07437	4,98279	0,602397
19	0,1089	0,171396	1,0609	1E-04	0,059049	2,313441	0,50193	0,629694	1,56663	-0,01521	-0,3696
20	0,4489	0,343396	3,8809	1E-04	0,059049	12,10344	2,33093	2,038694	6,85363	0,03479	0,845397
21	0,1089	0,171396	15,7609	4,0401	0,573049	20,06144	-1,47807	-1,85431	17,78163	9,00279	-3,3906
22	0,1089	0,171396	0,9409	1,0201	0,573049	0,229441	-0,15807	-0,19831	0,46463	0,48379	-0,3626
23	1,7689	0,171396	1,0609	1E-04	0,059049	6,355441	3,35293	1,043694	2,59663	-0,02521	-0,6126
24	0,1089	0,171396	0,0009	3,9601	0,573049	12,39744	1,16193	1,457694	0,10563	7,00679	2,665397
25	0,4489	0,171396	0,9409	8,9401	0,059049	2,313441	-1,01907	0,629694	-1,47537	4,54779	-0,3696
26	0,4489	0,171396	0,0009	15,9201	0,059049	12,39744	-2,35907	1,457694	0,10563	14,04879	-0,8556
27	0,1089	0,343396	0,0009	3,9601	0,059049	2,313441	0,50193	-0,89131	0,04563	3,02679	-0,3696
28	1,7689	0,343396	0,0009	0,9801	0,573049	6,355441	3,35293	-1,47731	0,07563	2,49579	1,908397
29	0,1089	0,343396	0,0009	3,9601	0,059049	2,313441	0,50193	-0,89131	0,04563	3,02679	-0,3696
30	0,1089	0,343396	0,9409	1E-04	0,059049	2,187441	-0,48807	0,866694	1,43463	0,01479	0,359397
31	0,4489	0,343396	0,9409	0,9801	0,059049	2,187441	0,99093	0,866694	1,43463	-1,46421	0,359397
32	0,1089	0,171396	0,9409	4,0401	0,573049	2,187441	-0,48807	-0,61231	1,43463	2,97279	-1,1196
33	1,7689	0,171396	8,8209	3,9601	0,059049	0,271441	0,69293	0,215694	-1,54737	1,03679	-0,1266
34	1,7689	0,343396	3,8809	0,9801	0,059049	0,229441	-0,63707	0,280694	0,94363	-0,47421	0,116397
35	0,1089	0,171396	0,0009	1E-04	0,059049	0,271441	0,17193	0,215694	0,01563	-0,00521	-0,1266
36	0,4489	0,171396	15,7609	8,9401	1,545049	6,145441	1,66093	-1,02631	9,84163	-7,41221	3,081397
37	1,7689	0,171396	9,1809	1E-04	0,573049	30,48144	7,34293	2,285694	16,72863	-0,05521	4,179397
38	1,7689	0,171396	9,1809	1,0201	0,573049	20,43944	6,01293	1,871694	13,69863	-4,56621	3,422397

SISWA	x_i^2					y^2	$x_i y$				
	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2		$x_1 y$	$x_2 y$	$x_3 y$	$x_4 y$	$x_5 y$
30	1,7689	0,171396	9,1809	3,9601	0,573049	56,56544	10,00293	3,113694	22,78863	14,96679	5,693397
40	0,1089	0,171396	4,1209	8,9401	0,573049	42,52344	2,15193	2,699694	13,23763	19,49779	4,936397
41	0,1089	0,171396	0,9409	1E-04	0,573049	0,271441	0,17193	0,215694	-0,50537	-0,00521	0,394397
42	0,1089	0,171396	25,3009	15,9201	0,573049	110,6914	3,47193	4,355694	52,92063	41,97879	7,964397
43	2,7889	0,171396	9,1809	1,0201	0,059049	0,271441	-0,87007	0,215694	1,57863	-0,52621	-0,1266
44	2,7889	0,171396	0,0009	1E-04	0,573049	0,229441	0,79993	-0,19831	-0,01437	0,00479	-0,3626
45	2,7889	0,343396	8,8209	64,1601	0,059049	181,6834	22,50993	7,898694	40,03263	107,9668	3,275397
46	0,1089	0,343396	4,1209	1E-04	0,059049	2,313441	0,50193	-0,89131	3,08763	-0,01521	-0,3696
47	0,1089	0,343396	0,0009	0,9801	0,573049	2,313441	0,50193	-0,89131	0,04563	1,50579	1,151397
48	2,7889	0,343396	0,9409	1,0201	0,059049	20,06144	7,47993	2,624694	4,34463	4,52379	1,088397
49	2,7889	0,343396	3,8809	1E-04	0,059049	20,06144	7,47993	2,624694	8,82363	0,04479	1,088397
50	1,7689	0,171396	4,1209	3,9601	0,573049	42,52344	8,67293	2,699694	13,23763	12,97679	4,936397
51	0,1089	0,171396	4,1209	24,9001	0,573049	72,60744	2,81193	3,527694	17,29763	42,51979	6,450397
52	0,1089	0,171396	3,8809	0,9801	0,573049	0,271441	0,17193	0,215694	-1,02637	0,51579	0,394397
53	1,7689	0,171396	16,2409	15,9201	0,573049	110,6914	13,99293	4,355694	42,39963	41,97879	7,964397
54	0,1089	0,171396	1,0609	4,0401	1,545049	2,187441	-0,48807	-0,61231	-1,52337	2,97279	1,838397
55	0,1089	0,171396	0,9409	0,9801	0,059049	0,271441	0,17193	0,215694	-0,50537	0,51579	-0,1266
56	2,7889	0,171396	3,8809	1,0201	1,545049	30,01944	9,14993	-2,26831	10,79363	5,53379	6,810397
57	2,7889	0,343396	15,7609	1,0201	1,545049	71,89344	14,15993	4,968694	33,66163	8,56379	10,5394
58	2,7889	0,343396	0,9409	4,0401	1,545049	41,97744	10,81993	3,796694	6,28463	13,02279	8,053397
59	2,7889	0,343396	0,0009	1,0201	1,545049	20,06144	7,47993	2,624694	-0,13437	4,52379	5,567397
60	0,1089	0,343396	0,0009	3,9601	0,573049	6,355441	0,83193	-1,47731	0,07563	5,01679	1,908397
61	7,1289	2,515396	8,8209	1,0201	1,545049	89,85144	25,30893	15,03369	28,15263	9,57379	11,7824
62	0,1089	2,515396	8,8209	4,0401	1,545049	55,93544	-2,46807	11,86169	22,21263	15,03279	9,296397
63	0,1089	0,343396	1,0609	4,0401	0,573049	0,229441	-0,15807	0,280694	-0,49337	0,96279	-0,3626
64	7,1289	2,515396	0,0009	9,0601	1,545049	71,89344	22,63893	13,44769	-0,25437	25,52179	10,5394
65	0,4489	0,343396	1,0609	9,0601	1,545049	20,06144	3,00093	2,624694	-4,61337	13,48179	5,567397

SISWA	xi ₂					y ²	xiy				
	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₄ ²	x ₅ ²		x ₁ y	x ₂ y	x ₃ y	x ₄ y	x ₅ y
66	0,4489	0,171396	1,0609	16,0801	1,545049	20,06144	3,00093	-1,85431	-4,61337	17,96079	5,567397
67	7,1289	0,171396	0,9409	9,0601	1,545049	55,93544	19,96893	-3,09631	7,25463	22,51179	9,296397
68	0,4489	0,171396	3,8809	1E-04	0,573049	2,187441	0,99093	-0,61231	2,91363	0,01479	-1,1196
69	0,1089	0,343396	1,0609	4,0401	0,059049	2,187441	-0,48807	0,866694	-1,52337	2,97279	0,359397
70	0,1089	2,515396	9,1809	1,0201	1,545049	0,229441	-0,15807	0,759694	-1,45137	0,48379	0,595397
Σ	79,443	24,98572	259,943	390,987	38,87143	1581,489	252,1721	99,08558	450,9721	612,5163	166,7428

$$r_{xiy} = \frac{\sum xiy}{\sqrt{\sum xi^2 \sum y^2}}$$

Γ _{x₁y}	Γ _{x₂y}	Γ _{x₃y}	Γ _{x₄y}	Γ _{x₅y}
0,711	0,498	0,703	0,778	0,672
Valid	Valid	Valid	Valid	Valid

Kriteria Validitas:

Jika $\Gamma_{xy} < \Gamma$ tabel, korelasi tidak signifikan

Jika $\Gamma_{xy} > \Gamma$ tabel, korelasi signifikan

Γ tabel untuk n = 3 adalah 0,1982

df = n-2 = 70-2 = 68

untuk α = 0,05

Lampiran 27

Tabel Analisis Uji Coba Modul oleh Guru

No.	Nomor Soal																							Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	70
2	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	84
3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	76
4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	72
Jumlah	14	13	13	15	13	13	13	14	13	13	12	13	13	13	12	12	14	14	13	13	13	13	13	302

INTERPRETASI HASIL KUESIONER UJI COBA MODUL OLEH GURU

Nomor	Indikator	Nomor Soal	Σ	Σ_{max}	%	Interpretasi
1	Tampilan Modul	1 - 4	55	64	85,9%	Sangat Baik
2	Penulisan Bahasa	5 - 6	26	32	81,3%	Sangat Baik
3	Isi Modul	7 - 13	91	112	81,3%	Sangat Baik
4	Pendekatan Saintifik	14 - 20	91	112	81,3%	Sangat Baik
5	Kualitas Keseluruhan	21 - 23	39	48	81,3%	Sangat Baik

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang dijawab}}{\Sigma \text{ skor maksimum indikator}} \times 100\%$$

Rentang Skor

0% - 20%	= Sangat Kurang Baik
20,1% - 40%	= Kurang Baik
40,1% - 60%	= Cukup Baik
60,1% - 80%	= Baik
80,1% - 100%	= Sangat Baik

Lampiran 28

Validasi Instrumen Uji Coba oleh Guru

GURU	Jumlah					Y	x = Xi - X					y = Yi - Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
1	13	6	21	21	9	70	-	-	-	-	-	-5,5
2	16	6	25	25	12	84	0,75	0,5	1,75	1,75	0,75	8,5
3	13	8	23	23	9	76	2,25	0,5	2,25	2,25	2,25	0,5
4	13	6	22	22	9	72	-	1,5	0,25	0,25	0,75	72
Σ	55	26	91	91	39	302						
MEAN	13,7	6,5	22,7	22,7	9,7	75,5						

GURU	xi ²					y ²	xiy				
	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₄ ²	x ₅ ²		x ₁ y	x ₂ y	x ₃ y	x ₄ y	x ₅ y
1	0,5625	0,25	3,0625	3,0625	0,5625	30,25	4,125	2,75	9,625	9,625	4,125
2	5,0625	0,25	5,0625	5,0625	5,0625	72,25	19,125	-4,25	19,125	19,125	19,125
3	0,5625	2,25	0,0625	0,0625	0,5625	0,25	-0,375	0,75	0,125	0,125	-0,375
4	169	36	484	484	81	5184	936	432	1584	1584	648
Σ	175,18	38,75	492,18	492,18	87,18	5286,75	958,87	431,25	1612,87	1612,87	670,87

$$r_{xiy} = \frac{\sum xiy}{\sqrt{\sum xi^2 \sum y^2}}$$

Γ _{x₁y}	Γ _{x₂y}	Γ _{x₃y}	Γ _{x₄y}	Γ _{x₅y}
0,99636	0,95279	0,99986	0,99986	0,98814
Valid	Valid	Valid	Valid	Valid

Γ tabel untuk n = 3 adalah 0,9000
df = n-2 = 4-2 = 2
untuk α = 0,05

Kriteria Validitas:
Jika Γ_{xy} < Γ tabel, korelasi tidak signifikan
Jika Γ_{xy} > Γ tabel, korelasi signifikan

Lampiran 29

DOKUMENTASI PENELITIAN

Tahap Uji Coba Kelompok Kecil oleh Peserta Didik



Tahap Uji Coba Kelompok Besar oleh Peserta Didik





Lampiran 30**LAMPIRAN MODUL PEMBELAJARAN SAINTIFIK**



Astika Rahayu

MODUL KIMIA

LAJU REAKSI



Untuk SMA/MA kelas XI
Berbasis Pendekatan Saintifik

MODUL KIMIA LAJU REAKSI

Berbasis Pendekatan Saintifik
Untuk SMA/MA Kelas XI

Disusun Oleh:

Astika Rahayu

Dosen Pembimbing:

Dr. Ucu Cahyana, M.Si

Dra. Zulmanelis, M.Si

Pengkaji Materi:

Drs. Darsef Darwis, M.Si

Dr. Afrizal, M.Si

Hanhan Dianhar, M.Si

Pengkaji Media:

Dr. Agung Purwanto, M.Si

Prof. Dr. I Made Astra, M.Si

Dr. Robinson Situmorang

Pengkaji Bahasa:

Arif Rahman, M.Sc

Dra. Tritiyatma H, M.Si

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul pembelajaran kimia pada materi laju reaksi ini dengan baik. Modul pembelajaran ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar peserta didik pada jenjang SMA/MA kelas XI untuk mempelajari dan memperdalam materi laju reaksi. Modul ini disusun dengan penerapan Pendekatan Saintifik yang melibatkan keterampilan proses, berbasis kompetensi, dan pendidikan karakter.

Tujuan utama dari penyusunan modul ini adalah mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi laju reaksi secara mandiri. Modul berisi peta konsep, materi, contoh soal, pengayaan, glosarium, kunci jawaban, dan penerapan pendidikan karakter. Pembahasan materi pada modul disajikan dengan bahasa yang lugas dan mudah dipahami. Selain itu, modul juga dilengkapi dengan pengayaan dan penilaian mandiri untuk mengukur kemampuan peserta didik.

Modul pembelajaran ini diharapkan mampu menjadi media pembelajaran yang menyenangkan bagi peserta didik untuk mempelajari konsep-konsep kimia dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Jakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	1
PETA KONSEP	3
KEGIATAN BELAJAR 1	
A. Tujuan Pembelajaran	4
B. Tes Kemampuan Awal	4
C. Materi Pembelajaran	
1. <i>Teori Tumbukan</i>	5
2. <i>Laju Reaksi</i>	8
D. Rangkuman Kegiatan Belajar 1	15
E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 1	15
F. Penilaian Mandiri	18
G. Remedial	18
KEGIATAN BELAJAR 2	
A. Tujuan Pembelajaran	20
B. Tes Kemampuan Awal	20
C. Materi Pembelajaran	
1. <i>Faktor-faktor Laju Reaksi</i>	21
2. <i>Aplikasi Laju Reaksi dalam Kehidupan sehari-hari</i>	30
D. Rangkuman Kegiatan Belajar 2	32
E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 2	32
F. Penilaian Mandiri	35
G. Remedial	36
KEGIATAN BELAJAR 3	
A. Tujuan Pembelajaran	37
B. Tes Kemampuan Awal	37
C. Materi Pembelajaran	
1. <i>Persamaan Laju Reaksi</i>	39
2. <i>Orde Reaksi</i>	40
3. <i>Tetapan Laju Reaksi</i>	42

D. Rangkuman Kegiatan Belajar 3	45
E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 3	46
F. Penilaian Mandiri	49
G. Remedial	50
REFLEKSI DIRI	51
KUNCI JAWABAN	52
GLOSARIUM	57
DAFTAR PUSTAKA	58



PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul ini berisi materi laju reaksi. Anda dapat mempelajari materi laju reaksi secara mandiri apabila mengikuti petunjuk penggunaan modul ini dengan baik. Modul ini akan diawali dengan pembahasan mengenai teori tumbukan sebagai pemahaman awal dari proses terjadinya reaksi kimia, dilanjutkan dengan pembahasan kecepatan suatu reaksi kimia, faktor-faktor, hukum laju, dan tingkat reaksi.

Materi pada modul ini akan memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia. Pada beberapa bagian Anda akan diarahkan untuk melakukan percobaan sederhana untuk memperkuat pemahaman Anda terhadap materi ini. Anda akan memahami bahwa aplikasi dari konsep laju reaksi bermanfaat untuk setiap aspek kehidupan. Melalui pembelajaran ini Anda juga memperoleh pendidikan karakter yang akan mengembangkan kepribadian Anda ke arah yang baik.

B. ALOKASI WAKTU

Anda dapat mempelajari modul ini hingga tuntas dalam waktu 12 Jam pelajaran (@45 menit).

C. PRASYARAT PEMBELAJARAN

Sebelum Anda mempelajari materi laju reaksi, sebaiknya Anda telah memahami definisi reaksi kimia, persamaan reaksi kimia, dan konsep mol.

D. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Bacalah petunjuk penggunaan modul ini sebelum Anda memulai pembelajaran!

1. Anda perlu memahami tujuan pembelajaran yang akan dicapai dengan jelas,
2. Anda mampu menjawab pertanyaan pada tes kemampuan awal sebagai pemenuhan prasyarat pembelajaran pada modul,

3. Anda dapat mempelajari uraian materi dan rangkuman yang terdapat pada modul ini dengan baik sampai benar-benar memahaminya,
4. Apabila Anda melakukan percobaan, lakukanlah dengan cermat dan teliti kemudian amati hasil percobaan Anda dengan teori yang ada,
5. Anda dapat mencoba menjawab pertanyaan-pertanyaan dan tugas-tugas pada modul secara mandiri kemudian mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban yang ada,
6. Apabila dalam proses memahami materi menggunakan modul Anda merasa kesulitan, diskusikanlah dengan teman-teman dan guru Anda.

E. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi laju reaksi melalui modul ini, Anda diharapkan mampu:

1. menjelaskan proses reaksi kimia berdasarkan teori tumbukan,
2. mengelompokkan jenis reaksi lambat dan cepat,
3. menjelaskan definisi laju reaksi berdasarkan grafik laju,
4. menuliskan rumus laju suatu reaksi kimia
5. menentukan nilai laju reaksi suatu reaksi kimia,
6. melakukan percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi,
7. menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi,
8. mengaitkan konsep teori tumbukan dengan faktor-faktor laju reaksi,
9. menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi,
10. menentukan jenis faktor yang memengaruhi suatu reaksi kimia,
11. menentukan persamaan laju reaksi suatu reaksi kimia,
12. menentukan nilai orde berdasarkan perhitungan kuantitatif,
13. menggambar grafik laju berdasarkan orde reaksi,
14. menghitung nilai orde reaksi total suatu reaksi kimia,
15. menentukan nilai tetapan laju reaksi suatu reaksi kimia.

LAJU REAKSI

KOMPETENSI INTI

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya;
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia;
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah;
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai dengan kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

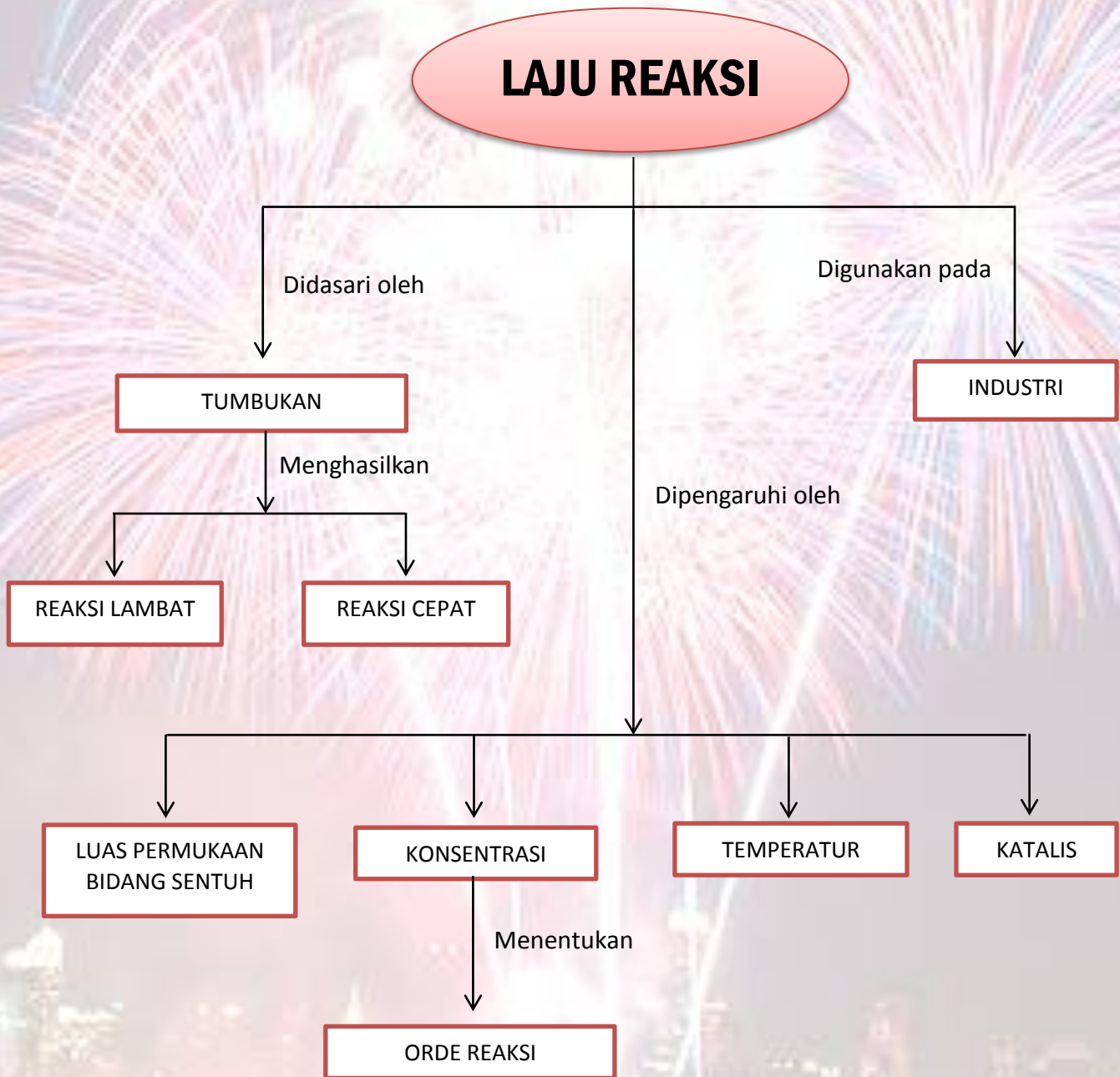
1. Memahami teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia;
2. Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan;
3. Menyajikan hasil pemahaman terhadap teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia;
4. Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

KATA KUNCI:

- | | | |
|---------------|------------------|--------------|
| ➤ Katalis | ➤ Luas Permukaan | ➤ Temperatur |
| ➤ Konsentrasi | ➤ Orde | ➤ Tumbukan |
| ➤ Laju Reaksi | ➤ Reaksi Kimia | |

PETA KONSEP

LAJU REAKSI



KEGIATAN BELAJAR 1

Teori Tumbukan dan Laju Reaksi

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 1, Anda diharapkan mampu:

1. Menjelaskan proses reaksi kimia berdasarkan teori tumbukan.
2. Mengelompokkan jenis reaksi lambat dan cepat.
3. Menjelaskan definisi laju reaksi berdasarkan grafik laju.
4. Menuliskan rumus laju suatu reaksi kimia.
5. Menentukan nilai laju reaksi suatu reaksi kimia.

B. Tes Kemampuan Awal

1. Jika natrium dan klor dicampur, bagaimana Anda mengetahui bahwa reaksi kimia telah terjadi di antara keduanya?
2. Timbal hidrogen arsenat, PbHAsO_4 , merupakan racun yang terdapat dalam insektisida. Berapa mol PbHAsO_4 yang terdapat dalam 25,0 gram zat ini? ($M_r \text{PbHAsO}_4 = 374 \text{ g/mol}$)
3. Larutan urea dibuat dengan cara melarutkan 3,0 gram urea ke dalam air sampai volume 250 mL. Berapa konsentrasi larutan urea yang dibuat? ($M_r \text{Urea} = 60 \text{ g/mol}$)

C. Materi Pembelajaran

Sudahkah Anda menghitung konsentrasi pada Tes Kemampuan Awal nomor 3? Setiap zat kimia yang berada dalam bentuk larutan pasti memiliki nilai konsentrasi. Konsentrasi menyatakan jumlah partikel zat terlarut yang terdapat dalam larutan.

Partikel di dalam suatu zat berada pada keadaan bebas. Apakah Anda pernah memikirkan bagaimana partikel suatu zat dapat mengalami reaksi?

Kemudian, bagaimana reaksi kimia dapat berlangsung dengan laju yang berbeda-beda? Pada kegiatan belajar 1 ini, Anda akan menemukan jawabannya.



Gambar 1.1 Interaksi sosial.

Kegiatan sosial biasanya melibatkan banyak orang dari berbagai individu ataupun dari beberapa komunitas. Pada Gambar 1.1, terlihat banyak orang saling berinteraksi satu sama lain. Beberapa orang saling bertegur sapa dan berbincang.

Pernahkah Anda berada pada situasi seperti itu?

Hal apa yang mungkin Anda lakukan dan Anda peroleh dari situasi tersebut? Apakah Anda akan mendapatkan teman baru? Bagaimanakah analogi ini dapat membantu kita dalam memahami proses terjadinya reaksi kimia?

Interaksi antarindividu pada kegiatan sosial bisa saja menghasilkan hubungan pertemanan yang baru bagi beberapa orang. Keberhasilan interaksi tersebut tergantung pada pribadi dan karakter setiap individu. Hubungan pertemanan yang baru bisa terbentuk apabila individu-individu yang saling berinteraksi memiliki kemampuan berkomunikasi dan bersosialisasi yang baik. Jika dianalogikan sebagai proses terjadinya reaksi kimia, reaksi akan terbentuk apabila partikel-partikel kimia saling berinteraksi membentuk zat baru.

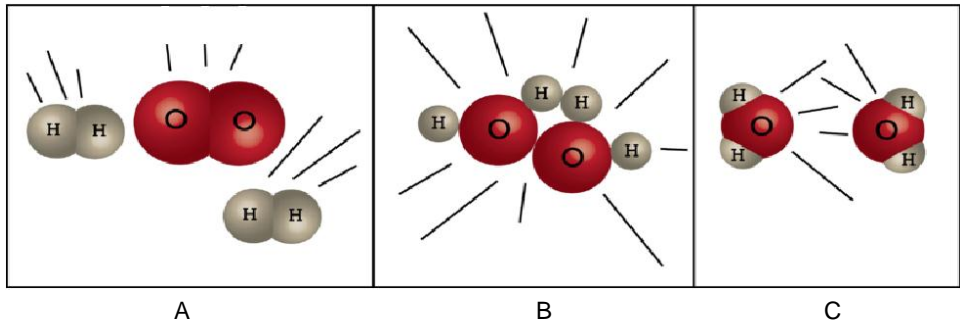
1. Teori Tumbukan

Reaksi kimia merupakan perubahan yang terjadi apabila suatu zat berinteraksi membentuk zat baru yang berbeda. Partikel zat selalu bergerak ke segala arah dengan energi tertentu sehingga memungkinkan terjadinya tumbukan (tabrakan antarpartikel).



Gambar 1.2 Pembakaran kayu akan menghasilkan arang

Kegiatan 1-1: Ayo Kita Amati!

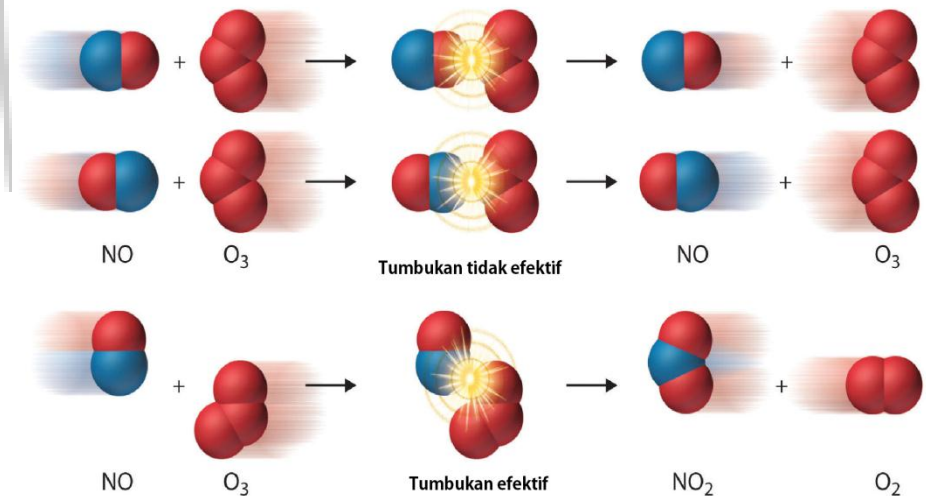


Gambar 1.3 Tahap terjadinya tumbukan antarmolekul hidrogen dan oksigen

Gambar 1.3 menunjukkan tiga tahap terjadinya tumbukan, dapatkah Anda melihat perbedaan pada setiap tahap tersebut? Tuliskan hasil pengamatan Anda terhadap masing-masing tahap A, B, dan C!

.....
.....
.....

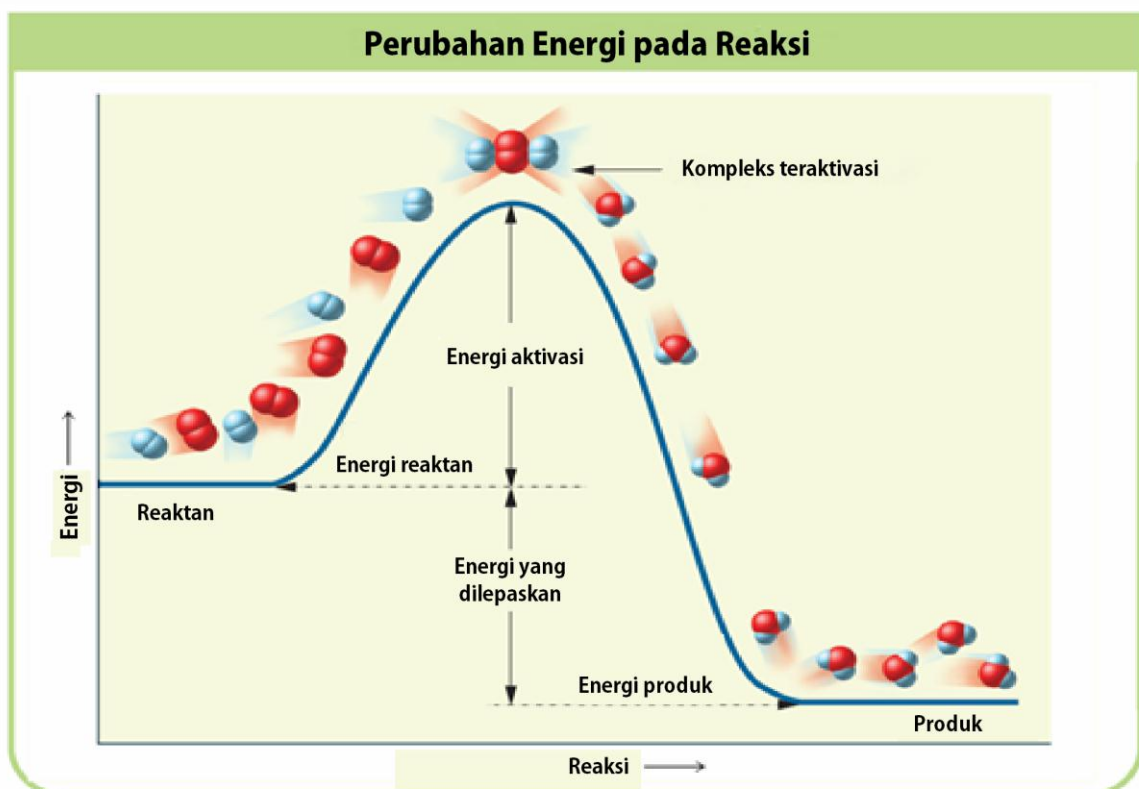
Peristiwa tumbukan yang telah Anda amati pada Kegiatan 1.1, menunjukkan bahwa tumbukan antarpartikel zat yang bereaksi ini akan menyebabkan terjadinya reaksi. Tumbukan tersebut dapat memicu terjadinya pemutusan ikatan dalam molekul pereaksi dan membentuk ikatan baru yang menghasilkan molekul hasil reaksi. Namun, tidak semua peristiwa tumbukan dapat menghasilkan reaksi.



Gambar 1.4 Terdapat 2 jenis tumbukan yaitu, tumbukan efektif dan tumbukan tidak efektif

Tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi disebut *tumbukan efektif*, sedangkan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi disebut *tumbukan tidak efektif*. Tumbukan efektif dapat terjadi apabila molekul-molekul bertumbukan pada posisi atau orientasi yang tepat dan energi yang cukup, sedangkan apabila molekul bertumbukan tidak pada orientasi yang tepat serta energinya tidak mencukupi maka tumbukan tersebut dikategorikan sebagai tumbukan tidak efektif seperti yang ditunjukkan Gambar 1.4. Sebelum tumbukan terjadi, partikel-partikel zat memerlukan suatu energi minimum yang disebut **energi aktivasi**.

Partikel memerlukan sejumlah energi tertentu yang dapat menghasilkan tumbukan efektif untuk memulai terjadinya reaksi. Energi ini disebut **energi aktivasi**. Dengan kata lain, energi aktivasi merupakan energi minimum yang harus dimiliki sistem reaksi agar dapat berlangsung. Energi aktivasi suatu reaksi dilambangkan sebagai E_a dengan satuan kilojoule per mol. Ilustrasi mengenai energi aktivasi ditunjukkan oleh Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Energi Aktivasi.

Model tumbukan antarpartikel dalam suatu reaksi dapat digunakan untuk menjelaskan adanya pengelompokan suatu reaksi yang berlangsung lebih cepat atau lambat. Apabila peluang terjadinya tumbukan efektif lebih besar, maka kemungkinan terjadinya reaksi kimia akan semakin tinggi. Berikutnya, kita dapat melanjutkan pembahasan mengenai cepat lambatnya reaksi kimia atau dikenal sebagai laju reaksi.

Uji Pemahaman 1-1

1. Bagaimana cara Anda menjelaskan bahwa suatu reaksi kimia berlangsung dengan didasari oleh teori tumbukan?
2. Adakah proses tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi?
3. Tuliskan kembali pemahaman Anda tentang energi aktivasi!

2. Laju Reaksi

Model teori tumbukan menganggap bahwa laju reaksi tergantung pada banyaknya tumbukan antarpartikel yang terjadi selama reaksi berlangsung. *Lantas, apakah yang dimaksud dengan **Laju Reaksi**?*

Reaksi kimia dapat berlangsung dengan laju berbeda-beda. Bukti cepat atau lambatnya suatu reaksi berlangsung dapat diamati melalui perubahan yang terjadi pada tiap satuan waktu. Anda dapat melakukan pengamatan terhadap contoh-contoh reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari untuk mengetahui perbedaan waktu yang terjadi.



Gambar 1.6 Contoh peristiwa reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari

Sebagai contoh pada Gambar 1.6, peristiwa perkaratan besi dan *browning* pada daging buah apel merupakan reaksi kimia yang disebabkan oleh proses oksidasi dengan oksigen di udara bebas. Peristiwa *browning* pada apel disebabkan oleh reaksi antara enzim *polifenol oksidase* dan oksigen, sedangkan perkaratan besi disebabkan oleh reaksi antara logam besi dan oksigen. Keduanya memiliki perbedaan kecepatan reaksi.

Pemahaman tentang laju reaksi perlu diawali dengan konsep laju. Perhatikan Gambar 1.7 untuk memperoleh pemahaman tersebut!



Mobil dapat menempuh jarak 400 km dalam waktu 8 jam



Pesawat dapat menempuh jarak 400 km dalam waktu 2 jam



Kereta cepat dapat menempuh jarak 300 km dalam waktu 1 jam

Gambar 1.7 Ilustrasi konsep laju

Berdasarkan Gambar 1.7, laju merupakan besaran dengan dimensi panjang per satuan waktu. Apabila dikaji berdasarkan ilmu kimia, pergerakan alat transportasi tersebut disebabkan oleh adanya reaksi kimia, yaitu reaksi pembakaran bahan bakar. Laju reaksi tersebut teramati dari perubahan jumlah bahan bakar yang terpakai per satuan waktu.

Kegiatan 1.2: Ayo Kita Amati!

Berikut adalah beberapa peristiwa yang melibatkan suatu reaksi. Urutkan peristiwa-peristiwa tersebut berdasarkan laju reaksinya dari yang tercepat!



a. Kembang api



b. Nasi basi



c. Perkaratan pada paku



d. Penguraian sampah plastik oleh alam

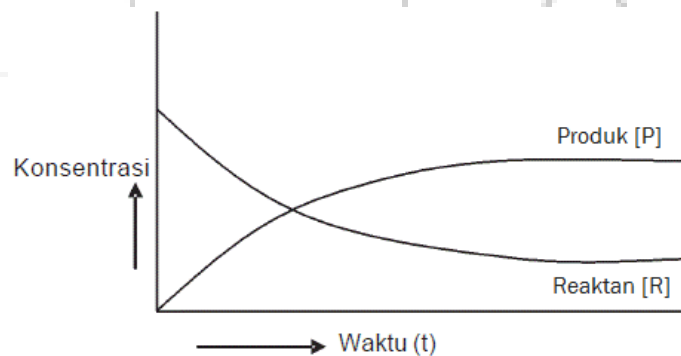


e. Pelapukan batuan

Manalar dan mengomunikasikan:

Berikan alasan yang tepat bagi jawaban Anda! Bandingkan jawaban Anda dengan beberapa teman!

Konsep laju reaksi dapat dipahami berdasarkan banyaknya perubahan zat pereaksi per satuan waktu. Perhatikan grafik pada Gambar 1.8 untuk menguatkan pemahaman Anda tentang definisi laju reaksi!



Gambar 1.8 Grafik laju reaksi

Berdasarkan grafik pada Gambar 1.8, terlihat bahwa pada awal reaksi hanya terdapat reaktan dan belum terdapat produk yang terbentuk. Akan tetapi, setelah reaksi berjalan, produk mulai terbentuk seiring bertambahnya waktu, sedangkan konsentrasi reaktan akan terus berkurang.

Oleh karena itu, secara sederhana laju reaksi dapat didefinisikan sebagai laju berkurangnya konsentrasi reaktan atau laju bertambahnya konsentrasi produk tiap satuan waktu. Dari Gambar 1.8 terlihat bahwa konsentrasi reaktan semakin berkurang sehingga laju reaksinya adalah pengurangan konsentrasi reaktan setiap satuan waktu dan dirumuskan sebagai berikut:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$$

Di samping itu, terlihat pula bahwa konsentrasi produk semakin bertambah sehingga laju reaksinya adalah penambahan konsentrasi produk setiap satuan waktu dan dirumuskan sebagai berikut:

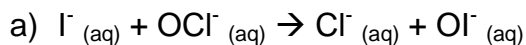
$$v = +\frac{1}{b} \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$$

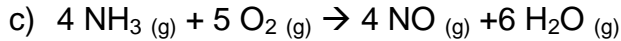
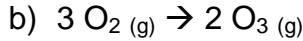
Keterangan:

$\Delta[R]$	=	perubahan konsentrasi reaktan (M)
$\Delta[P]$	=	perubahan konsentrasi produk (M)
a	=	koefisien reaksi zat reaktan
b	=	koefisien reaksi zat produk
Δt	=	perubahan waktu (detik)
v	=	laju reaksi ($M \cdot \text{det}^{-1}$)

CONTOH 1.1

Tuliskan rumus laju untuk reaksi-reaksi berikut ini ditinjau dari hilangnya reaktan dan terbentuknya produk:





Jawab:

a) Karena setiap koefisien stoikiometriknya adalah 1, maka:

$$v = -\frac{\Delta[I^-]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[OCl^-]}{\Delta t} = \frac{\Delta[Cl]}{\Delta t} = \frac{\Delta[OI^-]}{\Delta t}$$

b) Koefisien pada reaksi ini adalah 2 dan 3, sehingga

$$v = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t}$$

c) Dalam reaksi ini

$$v = -\frac{1}{4} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \frac{1}{6} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

Eksperimen kinetik mengukur laju berdasarkan perubahan konsentrasi zat yang mengambil bagian dalam reaksi kimia dari waktu ke waktu.

CONTOH 1.2

Ke dalam ruang yang volumenya 2 liter, dimasukkan 4 mol gas N_2O_5 yang kemudian terurai menjadi gas NO_2 dan O_2 . Setelah 5 detik, dalam ruang tersebut terdapat 2 mol gas NO_2 . Tentukan laju reaksi pembentukan gas O_2 dan laju reaksi penguraian gas N_2O_5 !

Jawab:

Persamaan reaksi	: $\text{N}_2\text{O}_5 (\text{g})$	\rightarrow	$2 \text{NO}_2 (\text{g})$	+	$\frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g})$
Mula-mula	: 4 mol		-		-
Setelah 5 detik	: 1 mol		2 mol		0,5 mol

a. Laju (v) reaksi pembentukan O_2

$$\text{mol O}_2 = 2 \text{ mol}$$

$$\text{Molaritas O}_2 = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 1 \text{ mol/l}$$

$$\text{Jadi, } (v) \text{ O}_2 = \frac{1 \text{ M}}{5 \text{ detik}} = 0,2 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$$

b. Laju (v) reaksi penguraian N_2O_5

$$\text{mol N}_2\text{O}_5 = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Molaritas N}_2\text{O}_5 = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 0,5 \text{ mol/l}$$

$$\text{Jadi, } (v) \text{ N}_2\text{O}_5 = \frac{1 \text{ M}}{5 \text{ detik}}$$

$$= 0,2 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$$

Postulat dasar teori tumbukan menyatakan bahwa laju reaksi berbanding lurus dengan jumlah tumbukan efektif per detik antarmolekul pereaksi. Cepat atau lambatnya reaksi kimia tersebut tergantung pada seberapa seberapa sering tumbukan itu terjadi. Pada teori kinetik molekul, jumlah tumbukan per detik dalam suatu gas bergantung pada jumlah partikel per liter. Contoh pada reaksi:

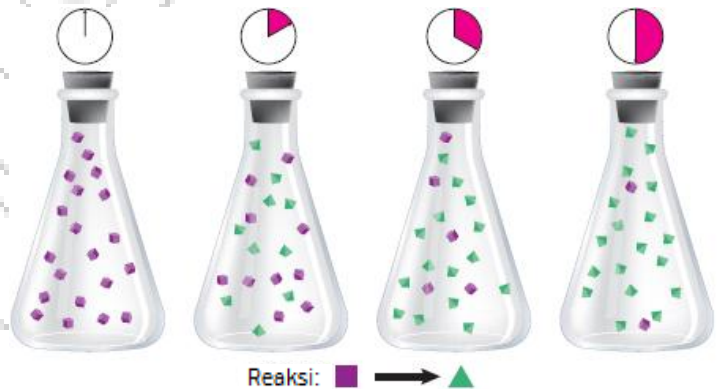


Laju reaksi saat FCIO_2 terbentuk dalam reaksi ini akan berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi yang digunakan (F_2 dan ClO_2), sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$v = k [\text{F}_2] [\text{ClO}_2]$$

•RASA INGIN TAHU - BERPIKIR KRITIS

Jika laju reaksi berhubungan erat dengan proses berkurangnya konsentrasi zat pereaksi, apakah laju reaksi akan berhenti ketika konsentrasi zat pereaksi habis?



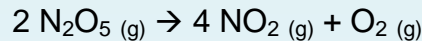
Gambar 1.9 Selama proses reaksi, konsentrasi zat reaktan akan berkurang

Dalam suatu reaksi, zat-zat yang digunakan sebagai reaktan belum tentu habis bereaksi seluruhnya. Reaksi yang berlangsung bisa saja menyisakan salah satu reaktan yang menyebabkan hanya terjadi tumbukan antarpartikel sejenis. Namun, pada reaksi tertentu, seluruh reaktan dapat habis bereaksi membentuk produk. Reaksi akan terus berlangsung selama reaktan masih tersedia. Artinya, reaksi dapat saja berhenti pada suatu waktu ketika jumlah reaktan tidak lagi mencukupi untuk saling bereaksi.

Uji Pemahaman 1-2

1. Jika kita amati, bagaimanakah konsentrasi produk ketika reaksi kimia sedang berlangsung? Jelaskan!
2. Tulislah rumus laju untuk reaksi berikut:

$$\text{CH}_4 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
3. Di laboratorium dilakukan eksperimen penguraian 3 liter gas N_2O_5 sesuai persamaan reaksi berikut:



Konsentrasi N_2O_5 berkurang dari 2 mol menjadi 0,5 mol dalam waktu 10 detik. Berapakah laju reaksi berkurangnya N_2O_5 ?

KIMIA DALAM KEHIDUPAN

Pernahkah Anda melihat seseorang yang sedang mengupas kentang? Apakah Anda melihat wadah berisi air di dekat orang tersebut? Biasanya seseorang yang sedang mengupas kentang akan menempatkan kentang yang telah dikupas ke dalam wadah berisi air.



Gambar 1.10 Peristiwa oksidasi pada kentang

Mengapa hal tersebut dilakukan? Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Tahukah Anda apa yang sebenarnya terjadi?

Sesungguhnya, memasukkan kentang yang telah dikupas ke dalam air merupakan cara untuk menghambat terjadinya reaksi kimia. Jika kentang dibiarkan di udara terbuka, reaksi kimia akan terjadi antara enzim pada permukaan kentang dengan oksigen yang ada di udara bebas. Reaksi ini berlangsung sangat cepat sehingga menyebabkan kentang berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Namun, apabila kentang dimasukkan ke dalam air, maka reaksi antara enzim dan kentang dapat diperlambat.

D. Rangkuman Kegiatan Belajar 1

1. Reaksi kimia terjadi karena adanya peristiwa tumbukan antarpartikel zat pereaksi.
2. Laju adalah banyaknya perubahan persatuan waktu.
3. Laju reaksi kimia adalah peristiwa berkurangnya reaktan atau bertambahnya produk persatuan waktu.
4. Konsep laju reaksi dapat dituliskan dengan:

$$v = (+/-) \frac{1}{(\text{koefisien reaksi})} \frac{\Delta[\text{konsentrasi}]}{\Delta t}$$

5. Tumbukan efektif adalah tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi kimia.
6. Energi aktivasi adalah energi minimum yang dibutuhkan untuk berlangsungnya suatu reaksi.
7. Semakin banyak tumbukan, maka laju reaksi semakin besar.

E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 1

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan cermat!

Pilihan Ganda (Skor 10 poin/1 soal benar)

1. Laju reaksi $A + B \rightarrow AB$ dinyatakan sebagai
 - a. Penambahan konsentrasi A tiap satuan waktu
 - b. Penambahan konsentrasi B tiap satuan waktu
 - c. Penambahan konsentrasi AB tiap satuan waktu
 - d. Penambahan konsentrasi A dan B tiap satuan waktu
 - e. Penambahan konsentrasi A, B, dan AB tiap satuan waktu
2. Suatu reaksi melibatkan zat A dan B, sehingga menghasilkan reaksi dengan persamaan $A + 2 B \rightarrow C$. Konsentrasi awal zat A adalah 0,8 M. Setelah 10 detik ternyata didapatkan 0,2 M zat C. Ungkapan laju reaksi yang tepat bagi reaksi tersebut adalah...

a. $v_A = \frac{0,5}{10} \text{ M. det}^{-1}$

d. $v_A = \frac{0,8-0,6}{10} \text{ M. det}^{-1}$

b. $v_A = \frac{0,8-0,2}{10} \text{ M. det}^{-1}$

e. $v_A = \frac{0,2}{10} \text{ M. det}$

c. $v_A = \frac{0,8-0,4}{10} \text{ M. det}^{-1}$

3. Reaksi $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g})$ diketahui laju reaksi terhadap N_2 $10 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$, maka laju reaksi terhadap NH_3 besarnya....
- $5 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
 - $20 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
 - $40 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
 - $10 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
 - $30 \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
4. Apabila tumbukan antarpartikel semakin sering terjadi, maka....
- Laju reaksi semakin besar
 - Laju reaksi semakin kecil
 - Laju reaksi berhenti
 - Laju reaksi tidak teratur
 - Laju reaksi tidak terpengaruh
5. Energi minimum yang dibutuhkan untuk memulai suatu reaksi disebut
- Energi kinetik
 - Energi potensial
 - Energi aktivasi
 - Energi dasar
 - Energi kimia
6. Pada reaksi: $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{I}_2 (\text{aq})$, konsentrasi H_2O_2 berubah dari 1 M menjadi 0,95 M dalam waktu 100 detik. Perubahan laju I^- dalam $\text{M} \cdot \text{det}^{-1}$ sebesar...
- 0,5
 - 0,2
 - 0,05
 - 0,01
 - 0,001
7. Bila pada temperatur tertentu, laju penguraian N_2O_5 menjadi NO_2 dan O_2 adalah sebesar $2,5 \times 10^{-6} \text{M} \cdot \text{det}^{-1}$, maka laju pembentukan NO_2 adalah ... $\text{M} \cdot \text{det}^{-1}$
- $1,3 \times 10^{-6}$
 - $2,5 \times 10^{-6}$
 - $3,9 \times 10^{-6}$
 - $5,0 \times 10^{-6}$
 - $6,2 \times 10^{-6}$
8. Salah satu langkah produksi pembuatan asam nitrat adalah oksidasi amonia, seperti ditunjukkan oleh reaksi berikut ini,
- $$4 \text{NH}_3 (\text{g}) + \text{SO}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO} (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
- Bila uap air terbentuk dengan laju $0,025 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$ pada saat yang sama berapa laju berubahnya amonia?
- $0,0040 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$
 - $0,017 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$
 - $0,038 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$
 - $0,100 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$

e. 0,150 mol.menit⁻¹

9. Untuk reaksi berikut ini: $2 \text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{NOBr}_{(g)}$, laju reaksi pembentukan NOBr dapat dinyatakan dengan ...

a. $\frac{-2\Delta[\text{NOBr}]}{\Delta t}$

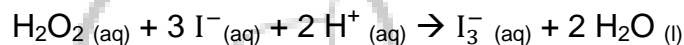
d. $\frac{+\Delta[\text{NOBr}]}{\Delta t}$

b. $\frac{-\Delta[\text{NOBr}]}{2\Delta t}$

e. $\frac{+2\Delta[\text{NOBr}]}{\Delta t}$

c. $\frac{+\Delta[\text{NOBr}]}{2\Delta t}$

10. Persamaan reaksi antara $\text{H}_2\text{O}_2_{(aq)}$ dan $\text{I}^-_{(aq)}$ dalam suasana asam adalah:



Pada 10,0 detik pertama reaksi, konsentrasi I^- turun dari 1,0 M menjadi 0,868 M.

Nilai laju rata-rata pada interval waktu 10 detik pertama ialah ...

a. $-0,0132 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$

d. $0,0044 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$

b. $0,0132 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$

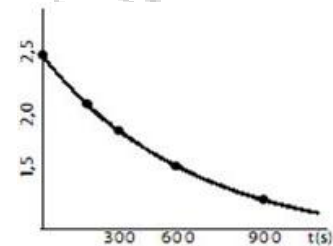
e. $0,044 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$

c. $-0,0044 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$

Uraian

1. Tuliskan pengertian laju reaksi yang Anda pahami!
(Skor: 15)

2. Perhatikan grafik di samping mengenai pengamatan konsentrasi reaktan selama berlangsungnya suatu reaksi. Berikan penjelasan Anda mengenai grafik tersebut! (Skor: 15)



3. Ke dalam wadah yang volumenya 5 liter, dimasukkan 8 mol gas N_2O_4 yang kemudian terurai menjadi gas NO_2 . Setelah 4 detik dalam wadah tersebut terdapat 2 mol gas NO_2 . Tentukan laju pembentukan gas NO_2 dan laju penguraian gas N_2O_4 ! (Skor: 20)

4. Reaksi kimia selalu terjadi di kehidupan, salah satunya ialah reaksi kimia pada pelapukan fosil. Tergolong reaksi jenis apakah pelapukan fosil apabila diamati melalui kecepatan reaksinya? Jelaskan jawaban Anda! (Skor: 30)

5. Nyatakan laju reaksi dengan notasi perubahan laju reaksi untuk setiap pereaksi dan produk reaksi berikut:




- a. $3 \text{ClO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{ClO}_3^-_{(\text{aq})} + 2 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ (Skor: 10)
 b. $2 \text{SO}_2_{(\text{g})} + \text{O}_2_{(\text{g})} \rightarrow 2 \text{SO}_3_{(\text{g})}$ (Skor: 10)

F. Penilaian Mandiri (Self Assessment)

Hitunglah skor jawaban Anda pada Tes Akhir Kegiatan Belajar 1. Gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = (\text{Skor PG} + \text{Skor Uraian})/2$$

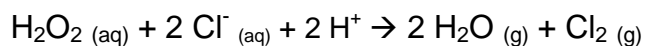
Hasil Penguasaan :

	≥ 85	= Baik
	70 – 85	= Cukup
	< 70	= Kurang

Apabila tingkat penguasaan Anda kurang dari 70, artinya Anda belum mampu menyelesaikan Tes Akhir Kegiatan Belajar 1 dengan baik. Oleh karena itu, Anda perlu memelajari kembali materi Kegiatan Belajar 1. Anda selanjutnya dapat mengasah kembali kemampuan Anda dengan cara menyelesaikan soal-soal pada bagian Remedial berikut!

G. Remedial

1. Gambarkan grafik laju reaksi dan berikan penjelasan Anda!
2. Kapan suatu reaksi akan berhenti?
3. Di laboratorium dilakukan eksperimen sesuai persamaan reaksi berikut:



Konsentrasi H_2O_2 berkurang dari 0,45 M menjadi 0,15 M setelah 3 detik.

Berapakah laju reaksi H_2O_2 tersebut?

4. Apa hubungan antara teori tumbukan dengan laju reaksi?

5. Tuliskan dua contoh reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari yang memiliki kecepatan reaksi berbeda! Berikan penjelasan singkat Anda!

Nilai Evaluasi	Nilai Perbaikan	Paraf	
		Guru	Orang Tua



*Jika jalan yang akan kaulalui terlihat gelap,
pendidikan akan menjadi cahaya bagimu.*

KEGIATAN BELAJAR 2

Faktor-faktor Laju Reaksi dan Aplikasinya

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 2, Anda diharapkan mampu:

1. Melakukan percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi;
2. Menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi;
3. Mengaitkan konsep teori tumbukan dengan faktor-faktor laju reaksi;
4. Menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi;
5. Menentukan jenis faktor yang memengaruhi suatu reaksi kimia.

B. Tes Kemampuan Awal

1. Jenis tumbukan manakah yang akan menghasilkan produk reaksi?
2. Bagaimana cara Anda mengaitkan hubungan antara laju reaksi dengan teori tumbukan?
3. Potongan magnesium direaksikan dengan larutan HCl dalam wadah yang volumenya 10 liter. Hitunglah laju berkurangnya HCl dan laju pembentukan gas H_2 jika terjadi perubahan konsentrasi HCl dari 6 mol menjadi 2 mol selama 5 detik!

C. Materi Pembelajaran

Mengapa bahan-bahan makanan sering kali disimpan di dalam lemari pendingin? Adakah keterkaitan hal tersebut dengan materi laju reaksi? Anda perlu memahami materi pada kegiatan belajar 2 ini untuk mengetahui jawabannya.



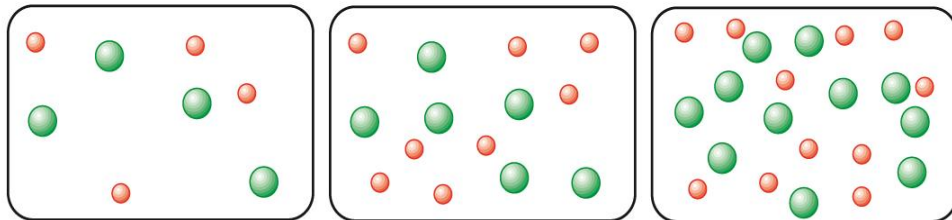
Gambar 2.1 Lemari pendingin dijadikan sebagai tempat menyimpan bahan makanan

1. Faktor-faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi

Seperti yang telah Anda ketahui dari Kegiatan Belajar 1, reaksi kimia dapat berlangsung dengan laju yang berbeda-beda. Laju suatu reaksi kimia dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi, temperatur, luas permukaan, dan katalis. Faktor-faktor tersebut akan memengaruhi tumbukan antarpartikel di sistem reaksi sehingga laju reaksi akan berbeda-beda.

a. Konsentrasi

Kegiatan 2.1: Ayo Kita Amati!

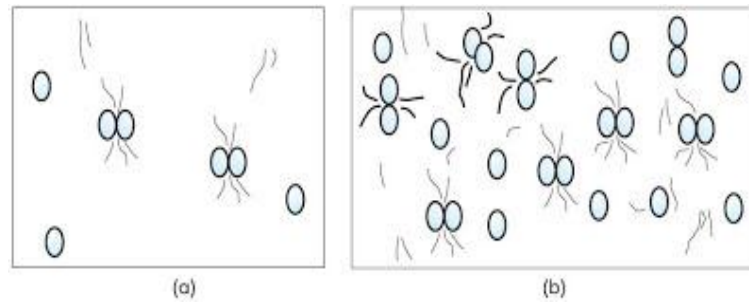


Gambar 2.2 perbedaan jumlah molekul di beberapa reaksi.

Menurut hasil pengamatan Anda terhadap tiga gambar di atas, manakah yang memungkinkan terjadinya tabrakan antarmolekul lebih cepat? Jika terjadi tabrakan antarmolekul manakah yang memungkinkan terjadinya reaksi lebih cepat? Berikan alasan atas jawaban Anda!

.....
.....
.....

Pada umumnya, reaksi akan berlangsung lebih cepat jika konsentrasi pereaksi diperbesar. Zat yang konsentrasinya lebih besar mengandung jumlah partikel lebih banyak sehingga partikel-partikelnya tersusun lebih rapat. Hal tersebut menyebabkan kemungkinan adanya tumbukan menjadi lebih besar sehingga terjadinya reaksi akan semakin cepat.



Gambar 2.3 (a) Tumbukan yang terjadi pada konsentrasi kecil, (b) tumbukan yang terjadi pada konsentrasi besar

! **Semakin besar konsentrasi, maka semakin besar laju reaksi dan semakin cepat reaksinya.**

Kegiatan 2.2: Ayo Kita Lakukan!

Mengumpulkan data:

Sebutkan 2 contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsentrasi sebagai faktor laju!

Menalar dan mengomunikasikan:

Hubungkan peristiwa-peristiwa tersebut dengan teori yang telah Anda pahami! Tampilkan hasil pekerjaan Anda dalam sebuah file *Ms. Power Point* lalu presentasikan di depan kelas!



Uji Pemahaman 2.1

1. Mengapa laju reaksi akan lebih besar jika tumbukan antarpartikel zat yang bereaksi lebih banyak?

b. Temperatur

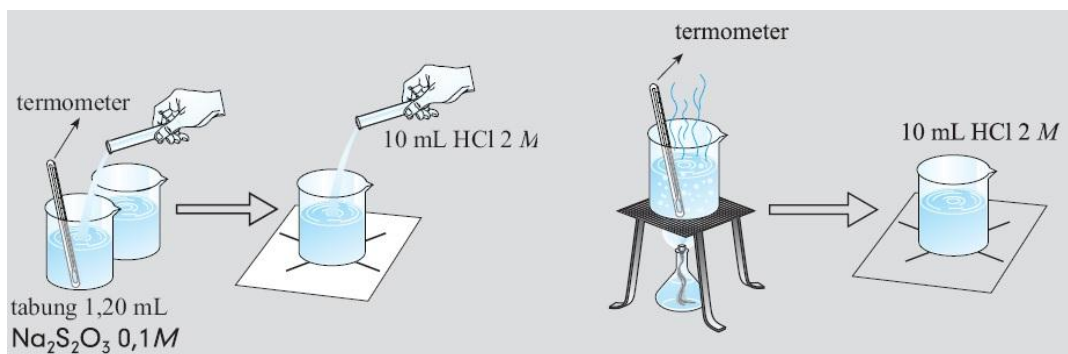
Bagaimanakah pengaruh temperatur terhadap laju reaksi? Lakukanlah percobaan pada Kegiatan 2.3 untuk mengetahuinya!

Kegiatan 2.3: Ayo Kita Lakukan!

Tujuan: Mengamati pengaruh temperatur terhadap laju reaksi.

Alat dan bahan yang digunakan:

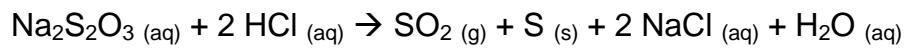
- Pemanas listrik
- Termometer alkohol 100°C
- 4 buah gelas kimia 100 mL
- Gelas ukur 25 mL
- Kertas yang diberi tanda silang
- *Stopwatch*
- Larutan HCl 2M
- (Na₂S₂O₃) 0,1 M



Gambar 2.4 Rangkaian alat percobaan faktor temperatur terhadap laju reaksi

Cara Kerja:

- 1) Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- 2) Masukkan masing-masing 20 mL larutan Na₂S₂O₃ ke dalam tiga gelas kimia
- 3) Panaskan larutan pada gelas 2, 3, dan 4 di atas pemanas sampai temperatur larutan naik 10°C (gelas 2), 20°C (untuk gelas 3), dan 30°C (untuk gelas 4)
- 4) Setelah selesai memanaskan, letakkan masing-masing gelas di atas setiap kertas yang sudah diberi tanda silang
- 5) Persiapkan alat pengukur waktu (*stopwatch*)
- 6) Ke dalam setiap gelas kimia tersebut, masukkan 10 mL larutan HCl
- 7) Catat waktu reaksi segera setelah HCl dimasukkan ke dalam gelas kimia sampai tanda silang mulai tidak terlihat karena adanya pembentukan endapan pada dasar gelas kimia
- 8) Buatlah data pengamatan dari eksperimen ini dan berikan kesimpulan!



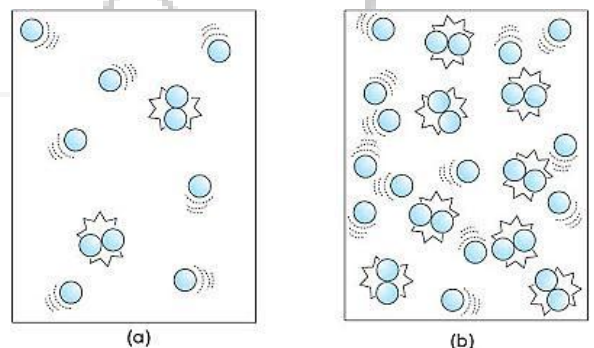
	Gelas 1	Gelas 2	Gelas 3	Gelas 4
Temperatur (°C)
Waktu

Evaluasi dan kesimpulan:

- 1) Apa yang terbentuk pada masing-masing gelas kimia berisi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ setelah ditambahkan dengan HCl?
- 2) Apa yang dapat Anda jelaskan dari kondisi larutan pada gelas ke-1 dan ke-4?
- 3) Kesimpulan apa yang Anda peroleh dari percobaan ini?

Seperti yang telah Anda ketahui dari Kegiatan Belajar 1, bahwa partikel-partikel reaktan membutuhkan sejumlah energi minimal untuk bereaksi. Panas menyediakan energi untuk mengubah keadaan partikel menjadi lebih aktif. Pada saat temperatur dinaikkan, energi kinetik partikel-partikel yang bertumbukan akan bertambah. Akibatnya, partikel yang bereaksi memiliki energi lebih besar yang melampaui energi aktivasinya. Oleh karena itu, reaksi akan berlangsung semakin cepat dan laju reaksi akan meningkat.

Pada umumnya, setiap kenaikan temperatur sebesar 10°C laju reaksi bisa meningkat hampir dua kalinya dan kenaikan 20°C membuat reaksi menjadi empat kali lipat. Penurunan temperatur akan memberikan hasil sebaliknya. Penentuan nilai laju reaksi yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur dapat menggunakan persamaan berikut:



Gambar 2.5 (a) tumbukan antarpartikel pada temperatur rendah, (b) tumbukan antarpartikel pada

$$v_2 = 2^{\frac{\Delta T}{10^\circ}} \cdot v_1$$

Keterangan:

- ΔT = perubahan temperatur (*kelvin*)
 v_1 = laju reaksi mula-mula ($\text{M}\cdot\text{det}^{-1}$)
 v_2 = laju reaksi akhir ($\text{M}\cdot\text{det}^{-1}$)

CONTOH 2.1

Suatu reaksi akan berlangsung dua kali lebih cepat jika temperatur dinaikkan 10°C . Jika laju suatu reaksi pada temperatur 30°C adalah $10 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$, berapakah laju reaksi pada 70°C ?

Jawab:

$$\begin{aligned}\Delta T &= (70-30)^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C} \\ v_2 &= 2^{\frac{40^\circ}{10^\circ}} \times 10 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1} \\ &= 2^4 \times 10 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1} \\ &= 160 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}\end{aligned}$$

! Semakin tinggi temperatur, maka laju reaksi semakin besar.

Kegiatan 2.4: Ayo Kita Bandingkan!

Lakukanlah pengamatan pada dua kondisi makanan yang masing-masing berada di meja makan dan di dalam lemari pendingin! Makanan manakah yang cepat membusuk? Berikan penjelasan atas jawaban Anda!

Uji Pemahaman 2.3

1. Setiap kenaikan temperatur sebesar $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ mengakibatkan suatu reaksi berlangsung dua kali lebih cepat. Jika reaksi terjadi pada $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, maka reaksi akan berlangsung selama 30 menit. Berapa lama reaksi tersebut akan berlangsung pada temperatur $40\text{ }^{\circ}\text{C}$?

3. Luas Permukaan Bidang Sentuh

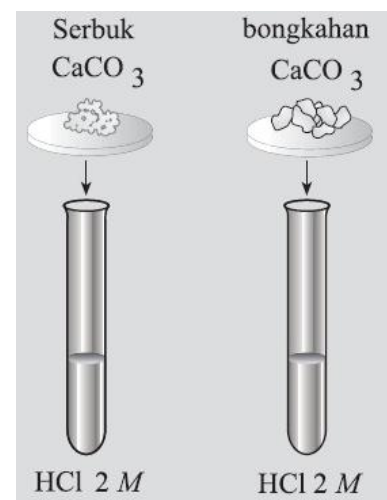
Bagaimanakah pengaruh luas permukaan bidang sentuh zat terhadap laju reaksi? Lakukanlah eksperimen pada Kegiatan 2.4 untuk mengetahui jawabannya!

Kegiatan 2.4: Ayo Kita Lakukan!

Tujuan: Mengamati pengaruh luas permukaan bidang sentuh terhadap laju reaksi.

Alat dan bahan yang digunakan:

- 2 buah tabung reaksi / gelas kaca
- 2 buah gelas ukur 25 ml
- 2 buah gelas kimia 100 ml
- Selang kecil
- Larutan HCl 4M dan air
- Selang kecil
- Batu pualam (CaCO_3) dengan bentuk serbuk dan butiran masing-masing 1 gram



Gambar 2.6 Percobaan pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi

Cara Kerja:

- 1) Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- 2) Lakukan eksperimen pada temperatur ruang
- 3) Masukkan serbuk batu pualam dan kepingan batu pualam ke dalam 2 tabung reaksi berbeda
- 4) Masukkan air ke dalam gelas kimia
- 5) Rangkaikan alat seperti pada Gambar 2.6
- 6) Siapkan *stopwatch*

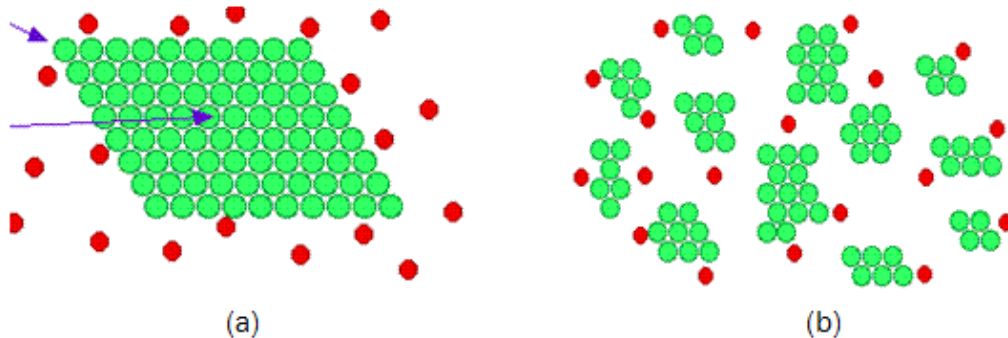
- 7) Masukkan 15 ml larutan HCl ke dalam masing-masing tabung dan segera lakukan pengukuran waktu
- 8) Catat waktu reaksi mulai dari awal HCl dimasukkan hingga batu pualam habis bereaksi dengan HCl
- 9) Buatlah data pengamatan dari eksperimen ini dan berikan kesimpulan!

	Tabung 1	Tabung 2
Ukuran CaCO_3
Waktu

Evaluasi dan kesimpulan:

- 1) Apa perbedaan yang Anda temukan pada kedua rangkaian alat tersebut?
- 2) Kesimpulan apa yang Anda peroleh dari percobaan ini?

Hasil percobaan akan menunjukkan bahwa CaCO_3 dalam bentuk serbuk akan bereaksi lebih cepat dengan HCl. Hal tersebut dapat diamati melalui waktu yang diperlukan untuk melarut sempurna di dalam HCl.



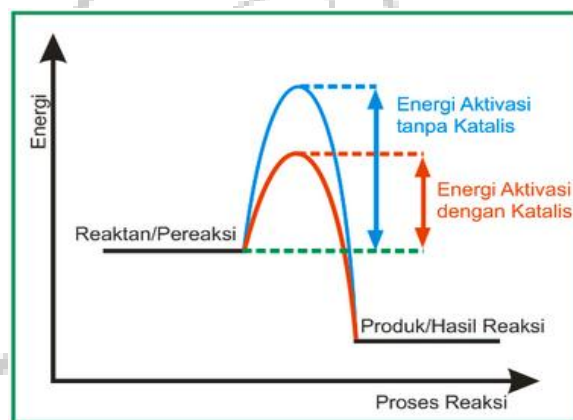
Gambar 2.7 Tumbukan antarpartikel pada (a) permukaan kecil dan (b) permukaan besar

Salah satu syarat terjadinya reaksi ialah setiap pereaksi harus dapat bercampur dan bersentuhan. Pada campuran pereaksi yang heterogen, reaksi hanya akan terjadi pada bidang batas campuran. Bidang batas campuran inilah yang dimaksud dengan bidang sentuh. Apabila bidang sentuh diperbesar maka kemungkinan terjadinya tumbukan antarpartikel akan semakin besar sehingga reaksi akan berlangsung lebih cepat.

Semakin besar luas permukaan bidang sentuh, maka laju reaksi semakin besar.

4) Katalis

Apa yang dimaksud dengan katalis? Katalis adalah suatu zat yang berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi. Katalis akan bereaksi bersamaan dengan reaktan, namun tidak memengaruhi atau mengubah produk. Katalis akan terbentuk kembali di akhir reaksi. Katalis memberikan jalur reaksi alternatif dengan energi yang lebih kecil.



Gambar 2.8 Grafik energi aktivasi

Energi aktivasi suatu reaksi $A + B \rightarrow AB$ adalah suatu nilai yang tetap, baik diberi katalis maupun tidak. Akan tetapi, jika diberi katalis, jalur reaksinya menjadi:



Reaksi $A + \text{katalis}$ itulah yang E_a nya lebih rendah. Penambahan katalis dalam sistem reaksi berpengaruh sangat signifikan terhadap laju reaksi. Laju reaksi akan semakin besar jika ditambahkan katalis.

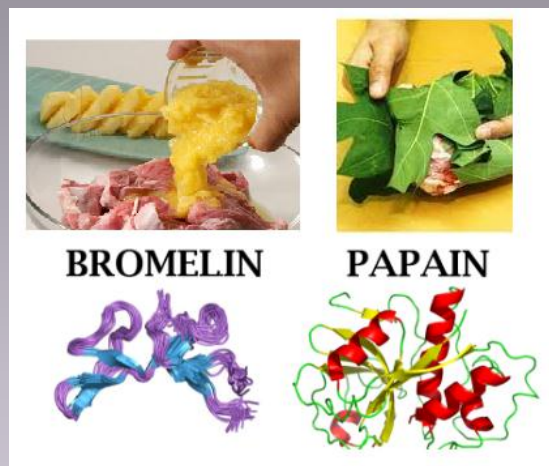
Katalis:

1. Terdapat 2 jenis katalis yaitu katalis homogen (memiliki fase yang sama dengan reaktan) dan katalis heterogen (memiliki fasa yang berbeda dengan reaktan).
2. Komposisi kimia katalis tidak berubah pada akhir reaksi.

3. Katalis hanya memengaruhi laju reaksi bukan memulai terjadinya reaksi.
4. Katalis bekerja secara spesifik untuk reaksi tertentu.
5. Katalis yang bersifat memperlambat reaksi disebut sebagai katalis negatif atau inhibitor.
6. Zat hasil reaksi yang dapat bertindak sebagai katalis disebut autokatalis.
7. Katalis yang terdapat pada makhluk hidup dikenal sebagai enzim/biokatalis.

KIMIA DALAM KEHIDUPAN

Terdapat cara-cara tradisional yang biasa digunakan untuk mengempukan daging sapi. Cara yang paling umum ialah menggunakan daun pepaya atau buah nanas.



Gambar 3.5 Enzim Bromelin pada nanas dan Enzim papain pada daun pepaya

Apabila dikaji secara ilmu biokimia, daun pepaya mengandung enzim papain dan buah nanas mengandung enzim bromelin. Enzim papain dan enzim bromelin adalah jenis enzim proteolitik yang dapat memecah protein. Enzim papain akan menyerang protein pada serat-serat otot (*muscle fiber*) pada daging lalu menghidrolisisnya menjadi peptide yang lebih kecil dan enzim bromelin menyerang jaringan ikat protein pada daging lalu mendegradasinya. Itulah sebabnya daging atau protein hewani lainnya akan mudah lunak jika dicampur dengan pepaya atau nanas. Semua terjadi karena adanya proses enzimatik.

Uji Pemahaman 2.3

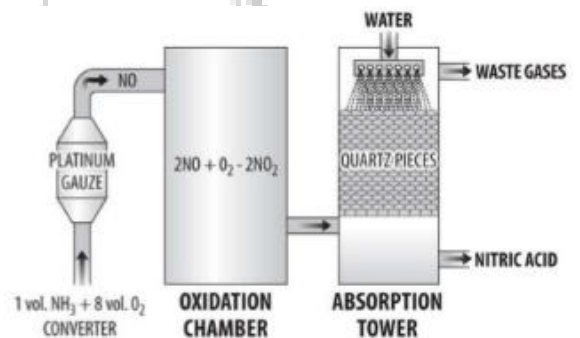
1. Bagaimana cara Anda menjelaskan bahwa konsentrasi, luas permukaan, dan temperatur mampu memengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan?
2. Tuliskan pemahaman Anda tentang gambar berikut ini!



2. Aplikasi Laju Reaksi dalam Kehidupan sehari-hari

Fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari tidak pernah lepas dari proses kimiawi. Penerapan ilmu kimia dalam kehidupan membantu manusia dalam mengendalikan reaksi-reaksi kimia ke arah yang lebih bermanfaat. Laju reaksi dapat dikendalikan dengan memerhatikan faktor-faktor yang memengaruhinya. Hal tersebut dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari ataupun industri. Berikut ini adalah beberapa contoh penerapan konsep laju reaksi dalam kehidupan:

- a. Pada proses pembuatan asam nitrat (HNO_3), amonia bereaksi dengan oksigen membentuk nitrogen monoksida (NO) dan uap air dengan bantuan katalis platina (Pt). Gas NO_2 dalam keadaan kontak dengan udara dilarutkan ke dalam air membentuk asam nitrat.



Gambar 2.10 Proses Ostwald pembuatan Asam Nitrat

- b. Salah satu cara pembuatan asam asetat sintetis dalam skala industri ialah melalui proses Monsanto. Pada proses ini digunakan katalis kompleks Rhodium. Reaksi terdiri dari dua siklus yang berpasangan: siklus iodida yang mengkonversi metanol yang tidak reaktif menjadi iodometana dan siklus karbonilasi rodium.

- c. Laju pembusukan makanan dapat dihambat dengan cara memasukkan makanan ke dalam lemari pendingin. Temperatur dingin membuat enzim-enzim dari bakteri yang terdapat pada makanan menjadi kurang aktif sehingga laju pembusukan dapat diperlambat.
- d. Reaksi perkaratan pada besi dapat dihambat dengan cara memberikan lapisan cat, oli, atau logam lain pada permukaan besi. Hal tersebut dapat mengurangi luas permukaan kontak antara besi dengan oksigen di udara. Karena itu reaksi oksidasi (pengaratan) besi dapat dicegah.



Gambar 2.11 Proses korosi pada paku

➤ Profil Ilmuwan



Nicolas Leblanc adalah seorang kimiawan dan ahli bedah Prancis yang menemukan cara pembuatan soda dari garam biasa. Leblanc lahir pada 6 Desember 1742 di Ivoy le Pré, Cher, Prancis. Pada 1759, Leblanc terdaftar di École de Chirurgie (College of Surgeons) di Paris untuk mempelajari ilmu kedokteran.

Pada tahun 1791, Leblanc menerima penghargaan dari Akademi Ilmu Pengetahuan Prancis untuk "Proses Pembuatan Abu Soda yang dapat dihasilkan dari Garam". Bahan utama dari pembuatannya ialah garam laut dan H_2SO_4 .

Leblanc pun mendirikan sebuah pabrik yang kemudian ditutup oleh pemerintah revolusioner Prancis. Pada tahun 1802, Napoleon kembali menghidupkan pabrik Leblanc, tetapi saat itu Leblanc tidak mampu menjalankannya. Dia melakukan bunuh diri dengan tembakan ke kepala pada tahun 1806. Kemudian, pabrik tersebut dikelola kembali pada tahun 1807 oleh Losh, Wilson, dan Bell. (Wikipedia)

TUGAS KELOMPOK



Buatlah kelompok belajar beranggotakan 4 orang!

Carilah empat peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang mewakili faktor-faktor laju reaksi! Buatlah poster dengan cara menempelkan gambar-gambar tersebut beserta penjelasannya! Tampilkan poster Anda di majalah dinding sekolah! Lakukan pekerjaan ini dengan berdiskusi terlebih dahulu bersama anggota kelompok dan guru.

D. Rangkuman Kegiatan Belajar 2

1. Semakin besar konsentrasi, laju reaksi semakin besar.
2. Semakin luas permukaan bidang sentuh, laju reaksi semakin besar.
3. Semakin tinggi temperatur, laju reaksi semakin besar.
4. Katalis dapat mempercepat laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi.
5. Peningkatan laju reaksi disebabkan oleh meningkatkan jumlah tumbukan antarpartikel.

E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 2

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan cermat!

Pilihan Ganda (Skor 10 poin/1 soal benar)

1. Dari beberapa faktor berikut,

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1) Ukuran partikel | 4) Temperatur partikel |
| 2) Warna partikel | 5) Katalis |
| 3) Jumlah partikel | 6) Bentuk partikel |

Faktor yang dapat memengaruhi laju reaksi adalah ...

- | | |
|-------------------|-------------------|
| a. 1, 2, 4, dan 5 | d. 1, 3, 4, dan 5 |
| b. 2, 3, 4, dan 6 | e. 1, 3, 5, dan 6 |
| c. 1, 2, 3, dan 5 | |
2. Berdasarkan teori kompleks teraktifkan, katalis mempercepat laju reaksi dengan cara ...
- a. Menaikkan energi pereaksi

- b. Menurunkan energi produk
 - c. Menurunkan energi pereaksi dan hasil reaksi
 - d. Menurunkan energi kompleks teraktifkan
 - e. Meningkatkan energi kompleks teraktifkan
3. Di antara reaksi berikut yang mempunyai laju reaksi paling cepat adalah ...
- a. 2,0 gram batang Mg dengan larutan HCl 0,01 M
 - b. 2,0 gram batang Mg dengan larutan HCl 0,1 M
 - c. 2,0 gram serbuk Mg dengan larutan HCl 0,01 M
 - d. 2,0 gram serbuk Mg dengan larutan HCl 0,001 M
 - e. 2,0 gram serbuk Mg dengan larutan HCl 0,01 M
4. Data percobaan hasil reaksi CaCO_3 dengan HCl:

Percobaan	Bentuk CaCO_3 (10,0 gram)	Konsentrasi 25ml HCl (M)	Waktu Reaksi (detik)	Temperatur (°C)
1	Serbuk	0,2	4	25
2	Butiran	0,2	6	25
3	Bongkahan	0,2	10	25
4	Butiran	0,4	3	25
5	Butiran	0,2	3	25

- Pada percobaan 1 dan 3, laju reaksi dipengaruhi oleh ...
- a. Temperatur
 - b. Katalis
 - c. Sifat-sifat
 - d. Konsentrasi
 - e. Luas permukaan
5. Suatu reaksi mula-mula berlangsung sangat lambat. Namun, setelah terbentuk produk kecepatannya bertambah. Salah satu produk yang dihasilkan disebut ...
- a. Promotor
 - b. Katalis
 - c. Biokatalis
 - d. Autokatalis
 - e. Inhibitor
6. Laju suatu reaksi tertentu akan menjadi dua kali lipat setiap kenaikan temperatur 10°C . Berapa kali lebih cepatkah reaksi tersebut berlangsung pada temperatur 100°C dibandingkan pada temperatur 30°C ?
- a. 4 kali
 - b. 10 kali
 - c. 64 kali
 - d. 128 kali
 - e. 256 kali

7. Diantara data reaksi berikut,

No.	Seng	[HCl] (M)	Temperatur (°C)
1.	Serbuk	0,1	35
2.	Serbuk	0,1	35
3.	Lempeng	0,2	25
4.	Serbuk	0,2	45
5.	Lempeng	0,2	45

Laju reaksi yang paling kecil adalah pada reaksi nomor ...

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
8. Data eksperimen pemanasan campuran larutan kalium natrium tartrat dengan larutan H_2O_2 yang dikataliskan oleh larutan kobalt (II) klorida, $CoCl_2$, diperoleh data sebagai berikut,

Eksperimen	Pengamatan	Pengamatan Lain		
		Sebelum Reaksi	Saat Reaksi Berlangsung	Setelah Reaksi
Sebelum ditambah $CoCl_2$	Dihasilkan sedikit gelembung	-	-	-
Setelah ditambah $CoCl_2$	Dihasilkan gelembung yang lebih banyak	Larutan berwarna merah	Larutan berwarna hijau	Larutan berwarna merah

Dari data percobaan tersebut disimpulkan bahwa katalis ...

- Hanya berfungsi sebagai pengubah laju reaksi
 - Dapat mempercepat reaksi, tetapi tidak ikut terlibat aktivitas reaksi
 - Dapat mempercepat reaksi dengan cara menaikkan energi dalam reaksi
 - Dapat mempercepat reaksi dan ikut terlibat dalam reaksi, tetapi tidak menghasilkan zat baru
 - Dapat mempercepat reaksi, ikut terlibat dalam reaksi, dan menghasilkan zat baru
9. Kenaikan temperatur dapat mempercepat laju reaksi, karena ...
- Kenaikan temperatur akan menaikkan energi pengaktifan zat yang bereaksi
 - Kenaikan temperatur akan memperbesar konsentrasi zat yang bereaksi

- c. Kenaikan temperatur akan memperbesar energi kinetik molekul zat yang bereaksi
- d. Kenaikan temperatur akan memperbesar tekanan
- e. Kenaikan temperatur akan memperbesar luas permukaan

10. Berikut adalah data percobaan yang dilakukan:

No.	Perlakuan	Pengamatan
1.	H_2O_2 (aq)	Sedikit gelembung
2.	H_2O_2 (aq) + NaCl	Sedikit gelembung
3.	H_2O_2 (aq) + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (aq)	Banyak gelembung
4.	H_2O_2 (aq) + CoCl_2 (aq)	Banyak gelembung

Dari data di atas, zat berfungsi sebagai katalis dalam penguraian H_2O_2 adalah ...

- a. Na^+ dan Cl^-
- b. Fe^{2+} dan SO_4^{2-}
- c. Fe^{2+} dan SO_4^{2-}
- d. Co^{2+} dan Fe^{2+}
- e. Co^{2+} dan Fe^{3+}

Uraian




1. Apa fungsi enzim pada sistem pencernaan manusia? Sebutkan salah satu contohnya! (Skor: 25)
2. Mengapa temperatur dapat memengaruhi laju reaksi? Berikan jawaban berdasarkan teori tumbukan! (skor: 15)
3. Apa manfaat penggunaan katalis dalam bidang industri? (skor: 15)
4. Pada temperatur 25 °C reaksi berlangsung selama 9 menit. Setiap kenaikan temperatur 20 °C laju reaksi bertambah 3 kali. Maka pada temperatur 65 °C reaksi akan berlangsung selama menit (Skor: 20)
5. Bagaimana Anda menjelaskan bahwa luas permukaan dapat memengaruhi laju reaksi? (Skor: 25)

F. Penilaian Mandiri (Self Assessment)

Hitunglah skor jawaban Anda pada Tes Akhir Kegiatan Belajar 2. Gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = (\text{Skor PG} + \text{Skor Uraian}) / 2$$

Hasil Penguasaan :

-  ≥ 85 = Baik
-  70 – 85 = Cukup
-  < 70 = Kurang

Apabila tingkat penguasaan Anda kurang dari 70, artinya Anda belum mampu menyelesaikan Tes Akhir Kegiatan Belajar 2 dengan baik. Oleh karena itu, Anda perlu memelajari kembali materi Kegiatan Belajar 2. Anda selanjutnya dapat mengasah kembali kemampuan Anda dengan cara menyelesaikan soal-soal pada bagian Remedial berikut!

G. Remedial

1. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi!
2. Apa yang dimaksud dengan katalis?
3. Bagaimana cara katalis dapat memengaruhi laju reaksi?
4. Apa yang terjadi dengan laju reaksi bila konsentrasi zat pereaksi kecil? Jelaskan!
5. Tiap kenaikan temperatur sebesar 10 °C, laju reaksi meningkat 2 kali lipat. Jika temperatur reaksi dinaikkan dari 20 °C menjadi 60 °C, maka laju reaksi akan meningkat sebanyak ...

Nilai Evaluasi	Nilai Perbaikan	Paraf	
		Guru	Orang Tua

Tidak sekalipun belajar akan merugikanmu.

KEGIATAN BELAJAR 3

Persamaan Laju Reaksi, Orde Reaksi, dan Tetapan Laju

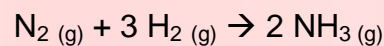
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 3, Anda diharapkan mampu:

1. Menentukan persamaan laju reaksi suatu reaksi kimia,
2. Menentukan nilai orde berdasarkan perhitungan kuantitatif,
3. Menggambar grafik laju berdasarkan orde reaksi,
4. Menghitung nilai orde reaksi total suatu reaksi kimia,
5. Menentukan nilai tetapan laju reaksi.

B. Tes Kemampuan Awal

Dalam ruang yang volumenya 10 liter direaksikan 0,1 mol gas N_2 dan 0,1 mol gas H_2 dengan persamaan reaksi:



Setelah 5 detik gas N_2 tersisa sebanyak 0,08 mol.

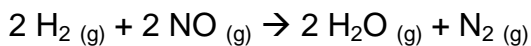
Tentukanlah laju pembentukan gas NH_3 !

C. Materi Pembelajaran

Anda sudah mengetahui maksud dari laju reaksi dan berbagai faktor yang memengaruhinya. Pada kegiatan pembelajaran 3, akan dibahas lebih lanjut mengenai persamaan laju reaksi. Selain itu, reaksi kimia dapat dikelompokkan berdasarkan orde reaksinya. Persamaan laju reaksi dan orde reaksi dapat ditentukan melalui data eksperimen, yaitu melalui pengamatan konsentrasi reaktan, atau produk pada waktu tertentu.

Kegiatan 3.1: Ayo Kita Amati!

Reaksi antara gas hidrogen dengan gas nitrogen monoksida pada temperatur 800 °C secara kinetika dapat teramati dari perubahan tekanan campuran yang berkurang.



Tabel 2. Laju reaksi NO dan H₂ pada temperatur 800 °C

Eksperimen	Konsentrasi Awal [M]		Laju Awal (M.det ⁻¹)
	NO	H ₂	
1.	0,006	0,001	0,025
2.	0,006	0,002	0,050
3.	0,006	0,003	0,075
4.	0,001	0,009	0,0063
5.	0,002	0,009	0,025
6.	0,003	0,009	0,056

Apa yang dapat Anda amati dari data eksperimen tersebut? Adakah perubahan laju? Deskripsikan pengamatan Anda terhadap data eksperimen 1, 2, dan 3 serta data eksperimen 4, 5, dan 6!

.....

.....

.....

Pengamatan terhadap reaksi pada kegiatan belajar 3.1, menunjukkan adanya perubahan laju reaksi pada data eksperimen 1, 2, dan 3 serta data eksperimen 4, 5, dan 6. Data eksperimen 1 dan 2 menunjukkan bahwa laju reaksi meningkat dua kali lipat apabila konsentrasi H₂ diperbesar dua kali lipat. Begitupun jika konsentrasi H₂ dinaikan tiga kali, maka laju reaksi juga bertambah menjadi tiga kali lipat (eksperimen 1 dan 3). Dengan demikian, perubahan laju semata-mata disebabkan oleh perubahan konsentrasi H₂.

Hal serupa juga terjadi pada eksperimen 4, 5, dan 6. Terlihat bahwa laju reaksi meningkat empat kali dan sembilan kali lebih besar jika konsentrasi NO dinaikan dua kali dan tiga kali lipat terhadap konsentrasi H₂ yang tetap. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan laju reaksi disebabkan oleh perubahan konsentrasi NO. Bagaimana cara menuliskan persamaan laju reaksi untuk reaksi kimia pada Kegiatan 3.1?

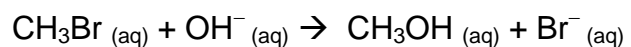
1. Persamaan Laju Reaksi

Menurut hukum laju reaksi, pada beberapa jenis reaksi laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia. Dengan demikian, perbandingan laju reaksi sama dengan perbandingan konsentrasi. Hukum laju reaksi ditentukan berdasarkan eksperimen dan tidak dapat diramalkan melalui persamaan reaksinya. Selain itu, persamaan laju reaksi hanya memuat konsentrasi reaktan.



Gambar 3.1 Ahli Kimia, Sir Christopher

Pada tahun 1930, Sir Christopher Ingold dan koleganya memelajari kinetika reaksi berikut:



Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa laju reaksi ini berbanding lurus dengan konsentrasi dari kedua pereaksi:

$$v = k [\text{CH}_3\text{Br}][\text{OH}^-]$$

Selain itu, dilakukan percobaan reaksi kimia dengan pereaksi yang berbeda:



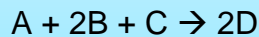
Namun, ternyata persamaan laju reaksi yang diperoleh adalah; $v = k[(\text{CH}_3)_3\text{Br}]$. Hal tersebut menunjukkan bahwa persamaan hukum laju reaksi tidak berkaitan dengan persamaan reaksinya. Untuk reaksi $a A + b B \rightarrow c C + d D$, secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$v = k [\text{A}]^m [\text{B}]^n$$

Laju reaksi berbanding lurus dengan tetapan laju reaksi (k) dan konsentrasi pereaksi yang dipangkatkan orde reaksi. Koefisien k disebut konstanta laju yang tidak tergantung pada konsentrasi. Namun, hukum laju reaksi keseluruhan tidak dapat diramalkan dari stoikiometri reaksi. Fakta tersebut disebabkan oleh reaksi kimia yang dapat terjadi melalui lebih dari satu tahap reaksi. Oleh karena itu, orde reaksinya juga belum tentu sama dengan koefisien reaksi.

Uji Pemahaman 3.1

1. Apakah persamaan reaksi kimia dapat dijadikan penentu hukum laju reaksi? Jelaskan!
2. Dapatkah Anda menuliskan persamaan laju reaksi untuk persamaan reaksi berikut?



2. Orde Reaksi

Reaksi-reaksi kimia dapat dikelompokkan berdasarkan orde reaksinya. Orde reaksi menunjukkan tingkat kontribusi reaktan dalam suatu reaksi. Orde reaksi dinyatakan dalam bentuk bilangan pangkat terhadap nilai konsentrasi reaktan pada persamaan laju.

$$v = k [A]^m [B]^n$$

orde reaksi

Keterangan:

V = laju reaksi ($M \cdot \text{det}^{-1}$)

K = tetapan laju reaksi

$[A]$ = konsentrasi zat A (M)

$[B]$ = konsentrasi zat B (M)

m = orde reaksi zat A

n = orde reaksi zat B

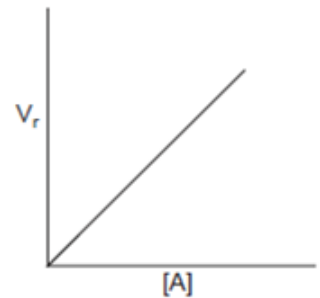
Anda tidak dapat menentukan orde reaksi hanya dengan mengamati persamaan reaksi. Nilai orde reaksi harus ditentukan berdasarkan data percobaan dengan cara mengubah-ubah konsentrasi salah satu zat reaktan, sedangkan konsentrasi zat reaktan lainnya dibuat tetap. Melalui setiap perubahan konsentrasi yang terjadi Anda dapat mengamati perubahan lajunya.

Pada umumnya, orde reaksi merupakan bilangan bulat sederhana, yaitu 1, 2, dan 3. Namun, ada pula reaksi atau pereaksi yang memiliki nilai orde reaksi 0, bilangan pecahan atau bahkan negatif. Suatu reaksi kimia dapat berorde negatif

saat besarnya laju reaksi berbanding terbalik dengan konsentrasi pereaksi sehingga nilai laju reaksinya akan menjadi lebih kecil atau lebih lambat jika konsentrasi pereaksinya diperbesar.

a. Reaksi Orde Satu

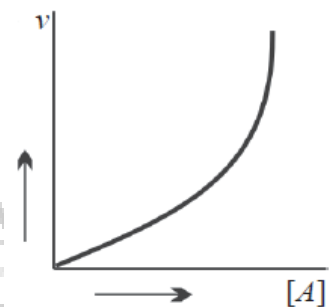
Suatu reaksi kimia disebut berorde satu apabila besarnya laju berbanding lurus dengan nilai konsentrasi pereaksi. Lajunya tergantung pada konsentrasi reaktan dipangkatkan satu. Persamaan laju orde satu merupakan persamaan aljabar dari grafik garis lurus (linier) dengan grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik laju reaksi orde satu

b. Reaksi Orde Dua

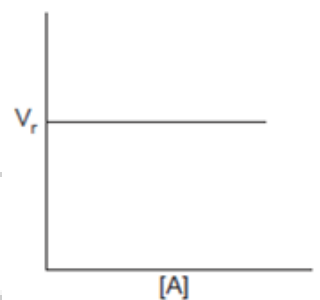
Seperti reaksi orde satu, besarnya laju orde dua juga berbanding lurus dengan kuadrat konsentrasi pereaksi. Persamaan laju orde dua merupakan persamaan aljabar nonlinier (bukan garis lurus) sesuai dengan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik laju reaksi orde dua

c. Reaksi Orde Nol

Selain adanya laju yang dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan, ternyata ditemukan adanya penyimpangan. Hukum laju reaksi orde nol, hal tersebut menunjukkan bahwa laju reaksi selalu sama untuk setiap konsentrasi reaktan yang digunakan. Lajunya tidak tergantung pada konsentrasi pereaksi. Oleh karena itu, laju reaksinya akan sama dengan tetapan laju reaksi (k). Grafik yang dihasilkan dari perumusan persamaan lajunya ditunjukkan oleh Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Grafik laju reaksi orde nol

Setelah menentukan pangkat konsentrasi reaktan A dan B dalam persamaan laju, Anda dapat memperoleh nilai **orde reaksi total** dengan menjumlahkan pangkat-pangkat konsentrasi reaktan.

3. Tetapan Laju Reaksi

Tetapan laju reaksi (k) dan orde reaksi merupakan karakteristik suatu reaksi kimia. Nilai tetapan laju tergantung pada temperatur dan jenis reaksinya.

CONTOH 1.1

Pada sebuah laboratorium dilakukan percobaan dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Dari reaksi di atas, diperoleh data sebagai berikut :

No.	Konsentrasi Awal [M]		Laju reaksi (mol L ⁻¹ det ⁻¹)
	A [S ₂ O ₃ ²⁻]	B [I ⁻]	
1	0,045	0,060	1,2.10 ⁻⁵
2	0,090	0,060	2,4.10 ⁻⁵
3	0,090	0,120	9,6.10 ⁻⁵

- Tentukan orde reaksi terhadap S₂O₃²⁻
- Tentukan orde reaksi terhadap I⁻
- Orde reaksi total
- Persamaan laju reaksi
- Harga tetapan laju reaksi (k)

Jawab:

Rumus laju reaksi $V = k [A]_2^m [B]_2^n$

Jika [A] = [S₂O₃²⁻] dan [B] = [I⁻]

a.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k[A]_2^m[B]_2^n}{k[A]_1^m[B]_1^n}$$

$$\frac{2,4 \cdot 10^{-5}}{1,2 \cdot 10^{-5}} = \frac{k[0,09]_2^m [0,06]_2^n}{k[0,045]_1^m [0,06]_1^n}$$

$$2 = \left(\frac{0,9}{0,045} \right)^m$$

$$2 = 2^m$$

$$n = 1$$

Jadi, orde reaksi [S₂O₃²⁻] = 1

b.

$$\frac{v_2 = k[A]_2^m [B]_2^n}{v_3 = k[A]_3^m [B]_3^n}$$

$$\frac{9,6 \cdot 10^{-5} = k[0,9]_2^m [0,12]_2^n}{2,4 \cdot 10^{-5} = k[0,9]_3^m [0,06]_3^n}$$

$$4 = \left(\frac{0,12}{0,06}\right)^n$$

$$4 = 2^n$$

$$n = 2$$

Jadi, orde reaksi [I] = 2

c. Orde total = m + n = 1 + 2 = 3

d. Persamaan laju yang terbentuk adalah $v = k [S_2O_3^{2-}][I]^2$

e. Menentukan harga k

$$V_1 = k [S_2O_3^{2-}][I]^2$$

$$1,2 \cdot 10^{-5} = k (0,045)^1 (0,06)^2 = 0,074$$

Uji Pemahaman 3.2

Dari suatu eksperimen laju reaksi, diperoleh data sebagai berikut:

No.	[A] M	[B] M	v (M.det ⁻¹)
1.	0,1	0,05	6
2.	0,1	0,1	12
3.	0,2	0,05	24
4.	0,3	0,05	54

Tentukanlah:

- Orde reaksi A
- Orde reaksi B
- Persamaan laju reaksi
- Orde reaksi total
- Harga k
- Laju reaksi pada [A] = 0,1 M dan [B] = 0,2 M
- Buatlah grafik laju terhadap zat A dan zat B

TUGAS PORTOFOLIO

Amatilah beberapa reaksi kimia yang terjadi di sekitar Anda! Pilihlah salah satu reaksi kimia yang Anda temukan untuk Anda pelajari lebih lanjut. Lakukan analisis terhadap fenomena tersebut berdasarkan pemahaman Anda terhadap materi laju reaksi. Lakukan eksperimen sederhana untuk menguatkan analisis Anda terhadap fenomena tersebut. Buatlah laporan dari kegiatan ini dan kerjakan secara berkelompok! Presentasikan hasil pekerjaan Anda kepada teman-teman lainnya!



PENDIDIKAN KARAKTER

Apakah Anda sudah memahami materi laju reaksi kimia? Apakah Anda lebih menyadari bahwa reaksi kimia sangat mudah ditemukan di kehidupan sehari-hari?

Penerapan konsep laju reaksi kimia atau kinetika reaksi sangat bermanfaat untuk seluruh makhluk hidup. Memahami mekanisme dan laju reaksi dapat menjadi bekal pengetahuan dalam melakukan rekayasa proses kimia sesuai dengan kebutuhan dan mengendalikan proses reaksi kimia alamiah agar lebih bermanfaat.

Pada aspek kehidupan sosial, mempelajari laju reaksi akan membantu Anda agar lebih berhati-hati dalam bertindak karena setiap tindakan pasti memiliki resiko. Selain itu, Anda juga dapat menyadari bahwa pada hal-hal tertentu Anda akan membutuhkan bantuan orang lain.

TAHUKAH ANDA?

Anda pasti pernah merasa sakit dan disarankan untuk mengonsumsi obat tertentu oleh dokter. Tahukah Anda maksud dari aturan mengonsumsi obat yang diberikan oleh dokter? Bagaimana cara Anda mengonsumsi obat dengan aturan pakai 2x1 sehari? Apakah yang akan terjadi apabila obat tersebut Anda konsumsi sebanyak 3 kali dalam 1 hari?



Gambar 2.9 Berbagai jenis obat

Sesungguhnya aturan pakai suatu obat tergantung pada konsentrasi obat terhadap berat badan pasien dan waktu yang diperlukan obat untuk meluruh sempurna di dalam tubuh. Waktu peluruhan tersebut diatur melalui dosis konsumsi. Apabila suatu obat memiliki aturan pakai 2x1 sehari, maka obat tersebut akan meluruh sempurna dalam waktu 12 jam. Oleh karena itu, jika obat dikonsumsi melebihi aturan pakai yang dianjurkan, maka akan menimbulkan penumpukan dosis obat di dalam darah. Hal tersebut tentu akan berakibat buruk terhadap pasien seperti keracunan, over dosis, hingga kerusakan fungsi organ.

D. Rangkuman Kegiatan Belajar 3

1. Persamaan laju reaksi menyatakan hubungan antara konsentrasi pereaksi dan laju reaksi.
2. Orde reaksi merupakan bilangan pangkat pada persamaan reaksi.
3. Orde reaksi total merupakan jumlah dari orde reaksi terhadap setiap pereaksi.
4. Orde suatu reaksi dapat ditentukan dengan cara membuat grafik dari data eksperimen.
5. Nilai tetapan laju reaksi bergantung pada suhu dan jenis reaksinya.

E. Tes Akhir Kegiatan Belajar 3

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan cermat!

Pilihan Ganda (Skor 10 poin/1 soal benar)

1. Diketahui reaksi $A + B \rightarrow AB$ diperoleh data sebagai berikut :

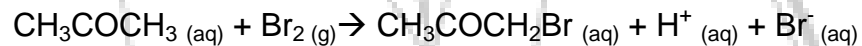
No	[A]	[B]	v (M.det ⁻¹)
1	A	B	v
2	2A	B	4v
3	4A	2b	32v

Berdasarkan data tersebut, yang benar tentang orde reaksi adalah ...

- Orde reaksi terhadap A adalah 1
 - Orde reaksi terhadap B adalah 1
 - Orde reaksi terhadap A adalah 0
 - Orde reaksi terhadap B adalah 2
 - Orde reaksi total adalah 2
2. Dari reaksi $A + E \rightarrow D + B$ diperoleh data sebagai berikut:
- Jika konsentrasi A dinaikkan pada konsentrasi E tetap, maka laju reaksinya menjadi 2 kali lebih cepat
 - Jika A dan E masing-masing diperbesar 2 kali, ternyata laju reaksi menjadi 8 kali lebih cepat.

Jika orde reaksi $A + E \rightarrow D + B$ adalah.....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
3. Reaksi brominasi aseton berlangsung sebagai berikut:



Untuk menentukan laju reaksinya, diperoleh data (konsentrasi mula-mula, M) sebagai berikut:

Percobaan	[CH ₃ COCH ₃]	[Br ₂]	[H ⁺]	V (M.det ⁻¹)
1	0,3	0,05	0,05	0,57
2	0,3	0,1	0,05	0,57
3	0,3	0,1	0,1	1,2
4	0,4	0,05	0,2	3,1

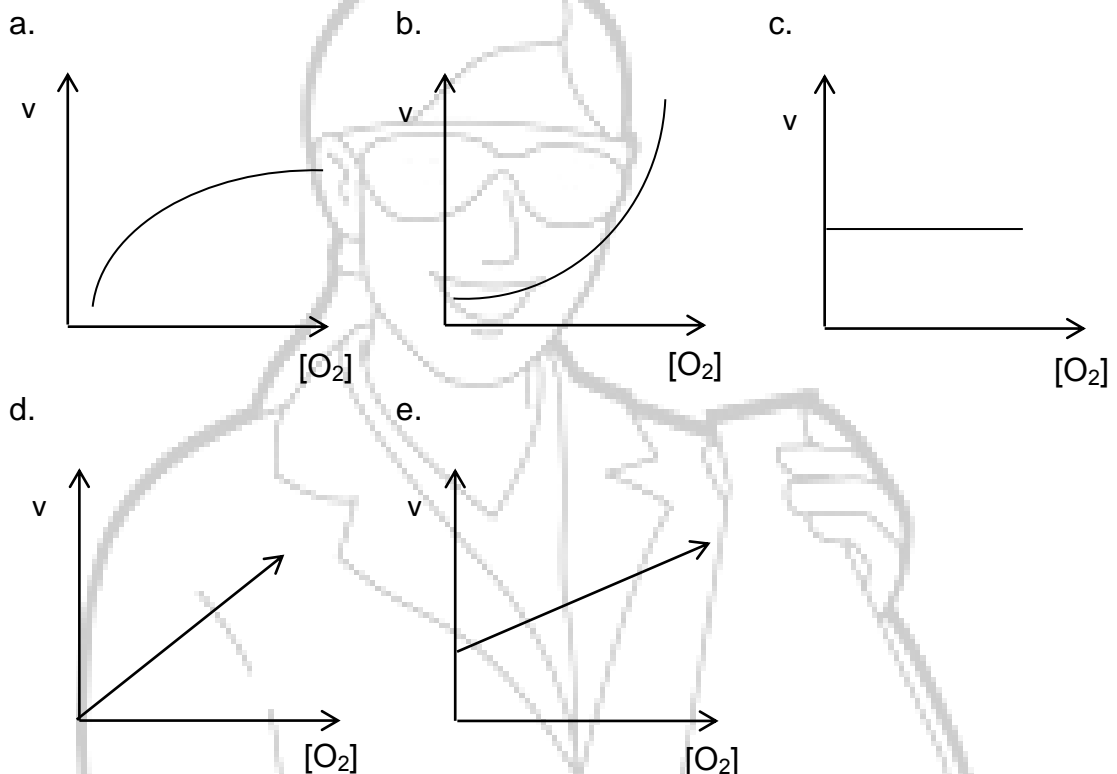
Persamaan laju brominasi berdasarkan data di atas adalah ...

- $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{Br}_2] [\text{H}^+]$
- $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{H}^+]$
- $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{Br}_2]$
- $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{Br}_2] [\text{H}^+]^2$
- $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3] [\text{H}^+]^2$

4. Reaksi NO dengan O₂ menghasilkan NO₂. Dari hasil eksperimen dihasilkan data sebagai berikut:

Percobaan	[NO]	[O ₂]	V (M.det ⁻¹)
1	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	2,8x10 ⁻⁶
2	10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴	8,4x10 ⁻⁶
3	2x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴	3,4x10 ⁻⁵

Maka grafik yang menunjukkan tingkat reaksi terhadap O₂ pada NO₂ yang tetap adalah ...



5. Reaksi $X + Y \rightarrow \text{produk}$, mempunyai persamaan laju reaksi $r = k[X][Y]^2$. Jika reaksi terjadi pada temperatur konstan dan konsentrasi setiap pereaksi dinaikkan dua kali dari semula, maka laju reaksinya akan menjadi kali lebih besar.

- a. Dua
 b. Empat
 c. Enam
 d. Delapan
 e. Sepuluh

6. Bagi reaksi $A + 2B + C \rightarrow D$, persamaan laju reaksinya adalah ...

- a. $v = k[A][B][C][D]$

- b. $v = k[A][B]^2[C][D]$
 c. $v = k[A][B]^2[C]$
 d. $v = \frac{[D]}{[A][B]^2[C]}$
 e. Tidak dapat dinyatakan dari data yang ada
7. Peningkatan dan penurunan konsentrasi suatu pereaksi tidak akan memengaruhi nilai laju reaksi. Orde reaksi terhadap pereaksi tersebut adalah ...
 a. 0
 b. 1
 c. 2
 d. 3
 e. 4
8. Suatu reaksi memiliki persamaan laju reaksi $v = k[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]$. Pada saat konsentrasi NO 0,1 M dan konsentrasi Cl_2 0,2 M nilai laju reaksinya $2 \text{ M}\cdot\text{det}^{-1}$. Harga k untuk reaksi tersebut adalah ...
 a. $1000 \text{ M}^{-2}\cdot\text{det}^{-1}$
 b. $100 \text{ M}^{-2}\cdot\text{det}^{-1}$
 c. $10 \text{ M}^{-2}\cdot\text{det}^{-1}$
 d. $1 \text{ M}^{-2}\cdot\text{det}^{-1}$
 e. $0,1 \text{ M}^{-2}\cdot\text{det}^{-1}$
9. Satuan tetapan laju reaksi untuk orde 1 adalah ...
 a. detik^{-1}
 b. $\text{mol}^{-1}\cdot\text{liter}^{-1}\cdot\text{detik}^{-1}$
 c. $\text{mol}^{-1}\cdot\text{liter}^{-1}\cdot\text{detik}^{-1}$
 d. mol^{-1}
 e. $\text{mol}\cdot\text{liter}^{-1}$
10. Diketahui persamaan reaksi $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$. Jika konsentrasi zat A dinaikkan tiga kali terhadap konsentrasi zat B yang tetap, maka nilai laju reaksi menjadi sembilan kali lebih cepat. Sedangkan, jika konsentrasi zat A dan B dinaikkan tiga kali lipat, maka nilai laju reaksi menjadi dua 27x lebih cepat. Persamaan laju reaksi yang tepat untuk reaksi ini adalah ...
 a. $v = k[A][B]^2$
 b. $v = k[A][B]$
 c. $v = k[A]^2[B]^2$
 d. $v = k[A]^2[B]$
 e. $v = k[A]$

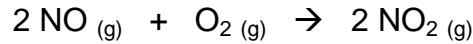
Uraian

1. Diketahui reaksi $A + B + C \rightarrow D + E$

Persamaan laju reaksi adalah $v = k[A][C]^2$

Bagaimana perubahan laju reaksi jika konsentrasi setiap pereaksi diperbesar 3 kali? (Skor: 20)

2. Data berikut adalah hasil reaksi antara NO dan O₂ pada 660 K.



Konsentrasi Reaktan [M]		Laju Hilangnya NO (mol L ⁻¹ det ⁻¹)
[NO]	[O ₂]	
0,01	0,01	2,5.10 ⁻⁵
0,02	0,01	10 ⁻⁴
0,01	0,02	5.10 ⁻⁵

- Tentukan orde reaksi setiap reaktan (Skor: 15)
 - Tuliskan persamaan laju reaksinya (Skor 10)
 - Hitunglah laju reaksi pada saat [NO] = 0,015 M dan [O₂] = 0,005 M (Skor: 15)
 - Buatlah grafik laju reaksi NO (Skor: 10)
3. Reaksi $A + B + C \rightarrow D$ memiliki persamaan laju $v = k[A][B]^2$. Apabila pada suhu tetap konsentrasi A diubah menjadi dua kali lipat, sedangkan konsentrasi B diperkecil menjadi setengah dari semula, maka laju reaksinya menjadi ... (Skor: 30)

F. Penilaian Mandiri (Self Assessment)

Hitunglah skor jawaban Anda pada Tes Akhir Kegiatan Belajar 3. Gunakan rumus berikut ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar 3.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = (\text{Skor PG} + \text{Skor Uraian})/2$$

Hasil Penguasaan :



≥ 85

= Baik



70 – 85 = Cukup



< 70 = Kurang

Apabila tingkat penguasaan Anda kurang dari 70, artinya Anda belum mampu menyelesaikan Tes Akhir Kegiatan Belajar 3 dengan baik. Oleh karena itu, Anda perlu memelajari kembali materi Kegiatan Belajar 3. Anda selanjutnya dapat mengasah kembali kemampuan Anda dengan cara menyelesaikan soal-soal pada bagian Remedial berikut!

G. Remedial

1. Apakah orde reaksi dapat ditentukan melalui koefisien pada persamaan reaksi? Jelaskan!
2. Pada percobaan reaksi $P + 2 Q \rightarrow PQ_2$ diperoleh data sebagai berikut

Percobaan	P [M]	Q [M]	Waktu Reaksi (detik)
1	0,1	0,1	128
2	0,2	0,1	64
3	0,1	0,2	32
4	0,2	0,4	x

Tentukan:

- a. Orde reaksi terhadap P dan Q
 - b. Orde reaksi total
 - c. Harga tetapan k
 - d. Persamaan laju reaksi
 - e. Besarnya x
3. Sebuah reaksi memiliki persamaan $v = [A]^3[B]$ dengan harga tetapan laju $8 \times 10^4 \text{ M}^{-2} \cdot \text{det}^{-1}$. Jika konsentrasi A dan B berturut-turut adalah 0,02 M dan 0,125 M. Berapa harga laju reaksinya?
 4. Jelaskan kembali pemahaman Anda tentang orde reaksi!
 5. Diketahui sebuah reaksi $A + B + C \rightarrow D$ memiliki persamaan laju $v = k[A][B]^0[C]^2$
 - a. Bagaimana perubahan laju reaksi jika masing-masing pereaksi konsentrasinya diperbesar 2 kali?

b. Bagaimana cara memperoleh laju reaksi 9 kali lebih besar jika konsentrasi A dan B dibuat tetap?

Nilai Evaluasi	Nilai Perbaikan	Paraf	
		Guru	Orang Tua



Cara bermimpi yang paling indah adalah dengan memiliki ilmu.



REFLEKSI DIRI

Untuk mengukur pemahaman Anda terhadap materi pada modul ini. Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom tidak, kurang, atau ya sesuai dengan yang Anda rasakan pada tabel berikut ini.

No.	Tujuan Pembelajaran	Ya	Kurang	Tidak
1.	Menjelaskan proses reaksi kimia berdasarkan teori tumbukan.			
2.	Mengelompokkan jenis reaksi lambat dan cepat.			
3.	Menjelaskan definisi dari laju reaksi berdasarkan grafik laju.			
4.	Menentukan laju reaksi suatu reaksi kimia.			
5.	Melakukan percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.			
6.	Menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.			
7.	Mengaitkan konsep teori tumbukan dengan faktor-faktor laju reaksi.			
8.	Menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi.			
9.	Menentukan jenis faktor yang memengaruhi laju suatu reaksi kimia.			
10.	Menentukan persamaan laju reaksi suatu reaksi kimia.			
11.	Menentukan nilai orde berdasarkan perhitungan kuantitatif.			
12.	Menggambar grafik laju berdasarkan orde reaksi.			
13.	Menghitung nilai orde reaksi total suatu reaksi kimia.			
14.	Menentukan nilai tetapan laju reaksi suatu reaksi kimia.			

Setelah melakukan refleksi diri, Anda dapat memelajari kembali materi-materi yang Anda rasa belum atau masih kurang dipahami.

KUNCI JAWABAN

KEGIATAN BELAJAR 1

Tes Kemampuan Awal

1. Apabila natrium dan klor dicampur maka akan terbentuk zat baru, yaitu Natrium Klorida (NaCl) yang biasa dikenal sebagai garam dapur.

$$2. n = \frac{\text{massa}}{Mr} = \frac{25g}{374g/mol} = 0,067 \text{ mol}$$

$$3. n_{\text{Urea}} = \frac{\text{massa}}{Mr} \times \frac{1000}{v} = \frac{3g}{60g/mol} \times \frac{1000ml}{250ml} = 0,2 \text{ mol}$$

Uji Pemahaman 1.1

1. Teori tumbukan dapat menjelaskan proses awal terjadinya reaksi kimia. Partikel zat-zat pereaksi akan bergerak bebas dan saling bertumbukan. Pada saat tumbukan efektif terjadi maka akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan zat produk.
2. Ada, yaitu tumbukan yang tidak efektif.
3. Energi aktivasi merupakan energi minimum yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk bereaksi.

Uji Pemahaman 1.2

1. Pada saat proses reaksi kimia berlangsung konsentrasi zat

produk akan semakin bertambah.

$$2. v_{\text{reaktan}} = -\frac{1}{1} \frac{\Delta[\text{CH}_4]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$v_{\text{produk}} = \frac{1}{1} \frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}$$

$$3. 0,05 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$$

Tes Akhir Kegiatan Belajar 1

Pilihan Ganda

1. C. Penambahan konsentrasi AB tiap satuan waktu
2. B. $v_A = \frac{0,8-0,2}{10} \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$
3. B. $20 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$
4. A. Laju reaksi semakin besar
5. C. Energi aktivasi
6. E. $0,001 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$
7. D. $5,0 \times 10^{-6}$
8. B. $0,017 \text{ mol} \cdot \text{menit}^{-1}$
9. C. $\frac{+\Delta[\text{NOBr}]}{2\Delta t}$
10. D. $0,0044 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$

Uraian

1. Laju reaksi merupakan proses berkurangnya konsentrasi zat reaktan atau bertambahnya konsentrasi zat produk per satuan waktu.
2. Itu merupakan grafik laju reaksi pengurangan konsentrasi zat produk per satuan waktu.
3. $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$

$$v = \frac{(8 - 2) \text{ mol} / 5 \text{ liter}}{4 \text{ detik}} = 0,3 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$$

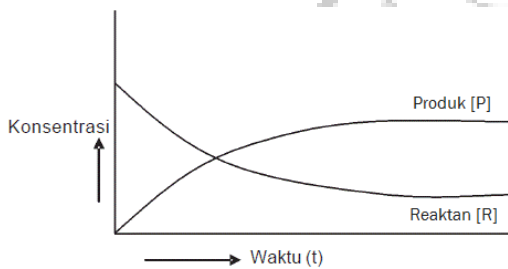
4. Reaksi pelapukan fosil adalah jenis reaksi lambat karena membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikannya. Reaksi tersebut merupakan reaksi penguraian yang melibatkan dekomposer.

5. a. $v \text{ ClO}^- = \frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{ClO}^-]}{\Delta t}$

b. $v \text{ SO}_3 = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{SO}_3]}{\Delta t}$

Remedial

1.



Laju reaksi dapat didefinisikan sebagai laju berkurangnya konsentrasi reaktan atau laju bertambahnya konsentrasi produk tiap satuan waktu.

2. Laju reaksi akan berhenti ketika jumlah konsentrasi produk yang dapat bereaksi sudah habis.
3. $v \text{ H}_2\text{O}_2 = 0,10 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$
4. Laju reaksi berkaitan dengan teori tumbukan, yaitu besar kecilnya laju reaksi dapat ditentukan melalui banyak atau

tidaknya partikel yang saling bertumbukan untuk melakukan reaksi.

5. Reaksi kimia pada petasan berlangsung sangat cepat, sedangkan reaksi pembusukan pada makanan berlangsung lebih lambat.

KEGIATAN BELAJAR 2

Tes Kemampuan Awal

1. Jenis tumbukan yang dapat menghasilkan produk reaksi adalah tumbukan efektif. Tumbukan antarpartikel pereaksi dikatakan efektif jika partikel-partikel yang bertumbukan memiliki orientasi yang tepat dan energi yang cukup.
2. Jika jumlah partikel zat yang bereaksi semakin banyak, maka kemungkinan terjadinya tumbukan akan semakin besar sehingga laju reaksi akan semakin meningkat.

3. $v \text{ HCl} = 0,08 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$
 $v \text{ H}_2 = 0,02 \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$

Uji Pemahaman 2.1

- Laju reaksi akan semakin besar apabila jumlah partikel yang bereaksi semakin banyak, karena jumlah partikel zat yang

saling bertumbukan akan semakin banyak.

Uji Pemahaman 2.2

1. Konsentrasi: Semakin tinggi konsentrasi zat reaktan maka jumlah partikel zat yang saling bertumbukan akan semakin banyak sehingga laju reaksi menjadi semakin cepat.

Luas Permukaan: Semakin besar luas permukaan bidang sentuh maka kemungkinan terjadinya tumbukan antarpartikel menjadi lebih besar sehingga laju reaksi menjadi semakin cepat.

Suhu: Semakin tinggi temperatur menyebabkan pergerakan partikel menjadi lebih cepat dan semakin cepat pula partikel-partikel tersebut dapat mencapai batas energi maksimal untuk saling bertumbukan membentuk molekul baru.

2. Reaksi kimia yang menggunakan katalis akan lebih cepat terjadi karena katalis akan memberikan jalur alternatif baru dengan energi yang lebih rendah sehingga partikel-partikel zat lebih cepat untuk melampaui batas energi tersebut.

Uji Pemahaman 2.3

1. 7,5 menit.

Tes Akhir Kegiatan Belajar 2

Pilihan Ganda

1. D. 1, 3, 4, dan 5
2. D. Menurunkan energi kompleks teraktifkan
3. C. 2,0 gram serbuk Mg dengan larutan HCl 0,01 M
4. E. Luas permukaan
5. D. Autokatalis
6. D. 128 kali
7. C.
8. D. Dapat mempercepat reaksi dan ikut terlibat dalam reaksi, tetapi tidak menghasilkan zat baru
9. C. Kenaikan temperatur akan memperbesar energi kinetik molekul zat yang bereaksi
10. E. Co^{2+} dan Fe^{3+}

Uraian

1. Enzim merupakan katalis alami yang diproduksi oleh tubuh. Enzim berfungsi sebagai zat yang membantu proses pemecahan molekul-molekul di dalam tubuh. Salah satunya ialah enzim amilase yang berfungsi sebagai pemecah molekul gula sehingga mempermudah proses

penyerapan pada organ-organ tubuh selanjutnya.

2. Pada saat temperatur dinaikkan, jumlah energi kinetik partikel-partikel yang bertumbukan bertambah.
3. Manfaat katalis dalam bidang industri antara lain efisiensi waktu proses pembuatan produk dan meminimalisir jumlah biaya produksi.
4. 1 menit
5. Jika semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak juga terjadinya tumbukan sehingga laju reaksi meningkat.

Remedial

1. Faktor-faktor laju reaksi; konsentrasi, suhu, luas permukaan, dan katalis.
2. Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi.
3. Katalis mempercepat laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi suatu jalur reaksi.
4. Apabila konsentrasi zat pereaksi kecil, maka jumlah partikel yang bereaksi sedikit sehingga kemungkinan terjadinya reaksi menjadi lebih kecil dan laju reaksi menjadi lebih lambat.

5. 16 kali lipat.

KEGIATAN BELAJAR 3

Tes Kemampuan Awal

$$1. \text{Zat } \text{NH}_3 = -\frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = -\frac{0,002M}{5\text{detik}} = -4 \times 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$$

Uji Pemahaman 3.1

1. Persamaan reaksi kimia tidak dapat dijadikan sebagai hukum penentu laju reaksi karena komponen dari persamaan laju reaksi hanya bisa ditentukan melalui konsentrasi zat.
2. Tidak.

Uji Pemahaman 3.2

- a. Orde reaksi A = 2
- b. Orde reaksi B = 1
- c. Persamaan laju reaksi, $v = k[A]^2[B]$
- d. Orde reaksi total, $2+1=3$
- e. Harga $k = 1,2 \times 10^{-4}$
- f. $v = 2,4 \times 10^{-7} \text{ M} \cdot \text{det}^{-1}$

Tes Akhir Kegiatan Belajar 3

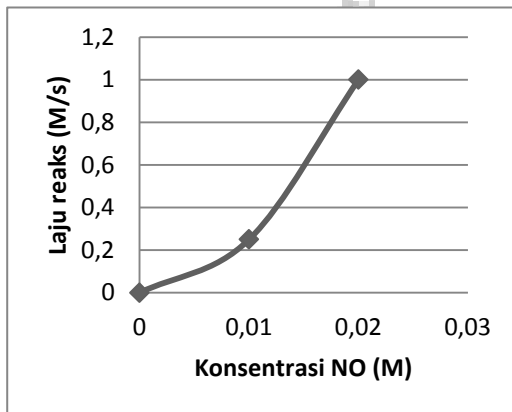
Pilihan Ganda

1. D. Orde reaksi terhadap B adalah 2
2. C. 3
3. B. $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{H}^+]$
4. D
5. D. Delapan
6. E. Tidak dapat dinyatakan dari data yang ada

7. A. 0
8. A. $1000 \text{ M}^2 \cdot \text{det}^{-1}$
9. A. detik^{-1}
10. D. $v = k[A]^2[B]$

Uraian

1. $v = k [A][B]^0[C]^2$
 $v = k [3][3]^0[3]^2$
 $v = 81k$
2. Orde NO = 2, Order O₂ = 1
 Persamaan laju reaksi,
 $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$
 $v = 2,8 \times 10^{-5}$



3. $\frac{1}{2}$ kali semula

Remedial

1. Koefisien pada persamaan reaksi kimia tidak dapat dijadikan sebagai hukum penentu laju reaksi karena komponen dari persamaan laju reaksi hanya bisa ditentukan melalui konsentrasi zat.
2. Orde reaksi P = 1
 Orde reaksi Q = 1
 Orde reaksi total = 2

Harga $k = 0,78$

$$v = k[P][Q]$$

Nilai $x = 16$

3. $0,08 \text{ M}^2 \cdot \text{det}^{-1}$
4. Orde reaksi merupakan tingkat kontribusi reaktan dalam suatu reaksi yang dinyatakan dalam bentuk bilangan pangkat terhadap nilai konsentrasi reaktan pada persamaan laju.
5. a. Laju menjadi 8 kali lebih besar
 b. Memperbesar konsentrasi C menjadi 3 kali lipat



GLOSARIUM

Autokatalis: zat hasil reaksi yang bertindak sebagai katalis.

Biokatalis: katalis yang bekerja pada proses metabolisme, yaitu enzim.

Energi Aktivasi: energi minimal yang diperlukan oleh partikel zat pereaksi untuk berlangsungnya suatu reaksi kimia.

Hukum Laju Reaksi: persamaan yang mengubah laju reaksi dengan konsentrasi pereaksi, katalis, dan inhibitor.

Katalis: zat yang berperan untuk mempercepat laju reaksi kimia dan dapat diperoleh kembali diakhir reaksi.

Kinetika Kimia: bidang kimia yang membahas kecepatan atau laju berlangsungnya reaksi kimia.

Mekanisme Reaksi: semua reaksi elementer yang terjadi dalam keseluruhan reaksi.

Orde Reaksi: jumlah bilangan pangkat dari konsentrasi-konsentrasi reaktan dalam hukum laju reaksi.

Orde reaksi total: jumlah pangkat konsentrasi zat-zat pereaksi.

Racun Katalis: inhibitor yang dapat menghambat kerja katalis

Reaksi: perubahan suatu zat atau lebih menjadi zat baru

Reaktan: zat-zat yang ikut bereaksi pada reaksi kimia

Produk: zat yang dihasilkan dari suatu reaksi kimia

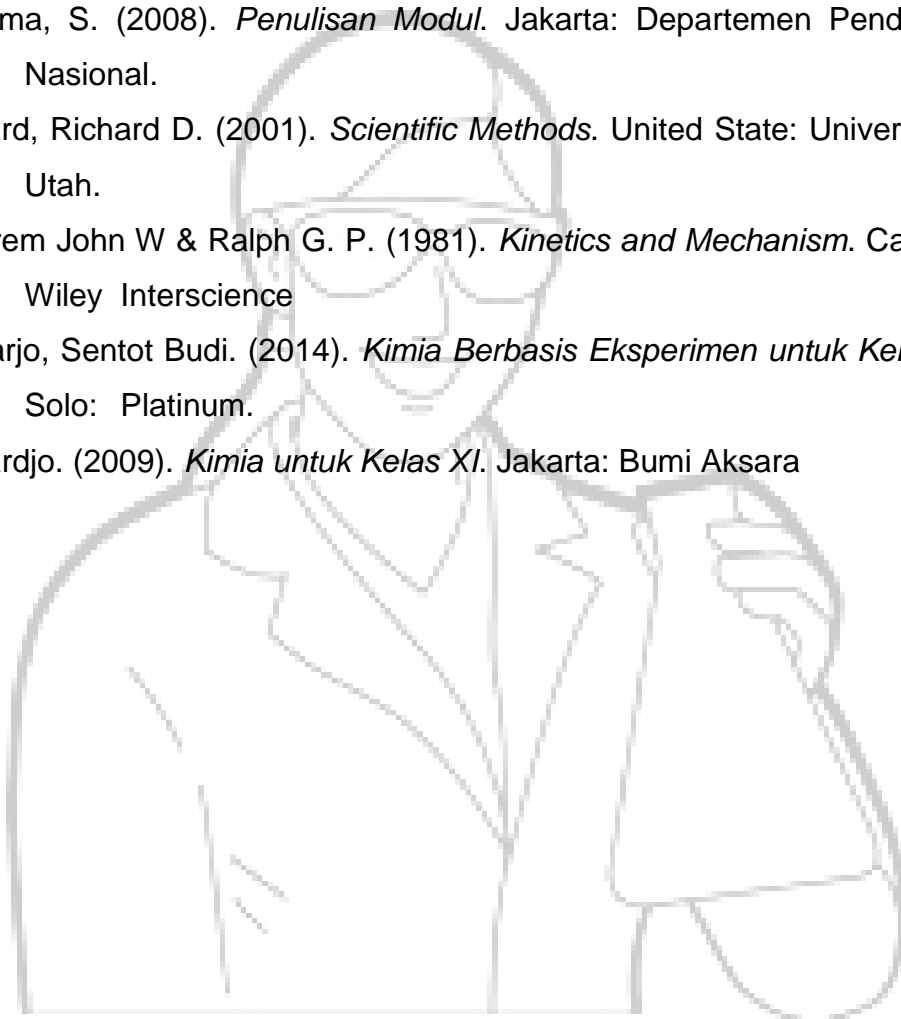
Tetapan Laju: tetapan kesebandingan antara laju reaksi dan konsentrasi.

Tumbukan: interaksi antarpartikel bebas yang cukup dekat satu sama lainnya sehingga terjadi pengaruh timbal balik dan terjadi pertukaran energi.

Laju Reaksi: laju berkurangnya jumlah konsentrasi zat pereaksi atau laju bertambahnya konsentrasi zat produk per satuan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, Raymond. (2005). *Kimia Konsep-Konsep Inti. Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Daryanto. (2014). *Pendekatan Pembelajaran Saintifik Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Gava Media.
- Dharma, S. (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Jarrard, Richard D. (2001). *Scientific Methods*. United State: University of Utah.
- Moorem John W & Ralph G. P. (1981). *Kinetics and Mechanism*. Canada: Wiley Interscience
- Raharjo, Sentot Budi. (2014). *Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XI*. Solo: Platinum.
- Sukardjo. (2009). *Kimia untuk Kelas XI*. Jakarta: Bumi Aksara



Pendekatan saintifik diyakini sebagai titian emas perkembangan dan pengembangan sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik. Proses pembelajaran dapat dipadankan dengan suatu proses ilmiah. Dalam pendekatan atau proses kerja yang memenuhi kriteria ilmiah, para ilmuan lebih mengedepankan penalaran induktif (inductive reasoning) dibandingkan dengan penalaran deduktif (deductiv reasoning). Penalaran deduktif melihat fenomena umum untuk kemudian menarik simpulan yang spesifik.

Metode ilmiah umumnya menempatkan fenomena unik dengan kajian spesifik dan detail untuk kemudian merumuskan simpulan umum. Metode ilmiah merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru, atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya.

Menurut Permendikbud Nomor 81 A Tahun 2013 lampiran IV, proses pembelajaran terdiri atas lima pengalaman belajar pokok yaitu:

- ✓ mengamati;
- ✓ menanya;
- ✓ mengumpulkan informasi/eksperimen;
- ✓ mengasosiasikan/mengolah informasi; dan
- ✓ mengomunikasikan.





PEMERINTAH PROPINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 58 JAKARTA

Jalan Raya Ciracas No. 2 Jakarta Timur Telp: 8710377/87717555

Telp/Fax. 8710377 Kode Pos : 13740

Website : <http://www.sman58-jkt.sch.id> e-mail : sma58jkt@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

NOMOR. 553 / -1.851.6236

TENTANG

Keterangan Melaksanakan Penelitian

Yang bertanda tangan di bawah ini :

- a. Nama : Drs. UMARYADI, MM.
- b. NIP : 197001121993031006
- c. Pangkat / Gol. Ruang : Pembina Tk.I / Gol. IV/b.
- d. Jabatan : Kepala SMA Negeri 58 Jakarta

Dengan ini menerangkan bahwa :

- a. Nama : ASTIKA RAHAYU
- b. No.Registrasi : 3315126582
- c. Program Studi : Pendidikan Kimia
- d. Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- e. Universitas : Universitas Negeri Jakarta

Telah melaksanakan penelitian guna pengumpulan data untuk penulisan skripsi dengan judul **"Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Laju Reaksi"**, penelitian tersebut dilaksanakan pada tanggal 24 Mei 2016.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 30 Mei 2016

KEPALA SEKOLAH

Drs. UMARYADI, MM.

NIP. 197001121993031006



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 89
Jalan Kayu Tinggi Cakung Jakarta Timur Telp : 021-4604602 Telp/Fax. 46820127
website : <http://www.sman89.sch.id> e-mail : smanegeri89@gmail.com
JAKARTA

Kode Pos : 13910

SURAT KETERANGAN

Nomor : 265/- 1.851.62/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : **Drs. Rudi Gunadi**
NIP : 196107131987031010
pangkat / golongan : Pembina, IV/a
jabatan : Kepala SMA Negeri 89

Menerangkan bahwa,

nama : **Astika Rahayu**
no. Registrasi : 3315126582
fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
jurusan : Pendidikan Kimia

bahwa yang bersangkutan telah melakukan uji coba produk (alat praktek kimia) di SMA Negeri 89 Jakarta pada tanggal 15 Mei 2016 dalam rangka tugas akhir.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 8 Juni 2016
Kepala sekolah,

Drs. Rudi Gunadi
NIP. 196107131987031010

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Astika Rahayu

No. Reg : 3315126582

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul **“Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Laju Reaksi”** merupakan:

1. Karya tulis yang diselesaikan secara pribadi, berdasarkan data dan penelitian yang dilakukan sejak bulan Maret-Juli 2016.
2. Karya tulis pribadi, bukan hasil duplikasi karya tulis yang pernah dibuat maupun hasil terjemahan dari karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan bersedia bertanggung jawab atas segala akibat yang mungkin muncul jika pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, Juli 2016

Yang membuat pernyataan,

Astika Rahayu

BIODATA PENULIS



ASTIKA RAHAYU. Lahir di Jakarta pada 25 April 1994, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara pasangan Bapak Suwoko dan Ibu Ngatiningsih. Bertempat tinggal di Gg. Rukun IV RT 001/02 No. 135, Cibubur, Jakarta Timur.

Riwayat Pendidikan: Dimulai dari SDN 09 Pagi Cibubur lulus pada tahun 2006, melanjutkan pendidikan di SMPN 258 JAKARTA dan lulus pada tahun 2009. Pendidikan atas dilanjutkan di SMAN 58 JAKARTA dan lulus pada tahun 2012. Pendidikan tinggi dilanjutkan di Universitas Negeri Jakarta, Fakultas MIPA, Prodi Pendidikan Kimia melalui jalur PENMABA 2012 dan lulus pada tahun 2012.

Riwayat Organisasi: Ikut serta dalam keorganisasian PASKIBRA di SMPN 258 JAKARTA dan SMAN 58 JAKARTA.