

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pembelajaran Kimia di Laboratorium**

Menurut Pemdikbud No 103 Tahun 2014 dalam Rahayu (2015) pembelajaran pada hakekatnya adalah proses interaksi antar peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan suatu proses pengembangan potensi dan pembangunan karakter pada setiap peserta didik sebagai hasil dari sinergi antara pendidikan yang berlangsung di sekolah, keluarga, dan masyarakat

Selain itu pembelajaran juga diartikan sebagai usaha pendidik membentuk tingkah laku yang diinginkan dengan menyediakan lingkungan, agar terjadi hubungan stimulus (lingkungan) dengan tingkah laku peserta didik. Menurut Rifa'i dan Catharina dalam Rahayu(2015) Pembelajaran berorientasi pada bagaimana peserta didik berperilaku, memberikan makna bahwa pembelajaran merupakan suatu kumpulan proses yang bersifat nyata yang selanjutnya dapat menyebabkan adanya hasil belajar dalam jangka waktu yang panjang

Pada proses pembelajaran sains termasuk kimia, siswa dituntut untuk aktif dari awal pembelajaran sampai dengan akhir pembelajaran. Siswa tidak hanya diam menerima materi secara teoritis, tetapi mereka melakukan penyelidikan dan menyimpulkan segala sesuatu yang diperoleh selama mengikuti pembelajaran kimia. Selain itu pembelajaran juga mempunyai

pengalaman belajar yang dapat dilihat pada gambar 2. kerucut pengalaman belajar

### Kerucut Pengalaman Belajar



**Gambar 2.1 Bagan Kerucut Pengalaman Belajar**

Djamah dalam Laila (2006)

Berdasarkan bagan kerucut pengalaman belajar diatas, dapat kita lihat bahwa bagan yang paling tinggi yaitu dengan katakan dan lakukan salah satu pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu dengan praktikum.

Menurut Djamah dalam Laila (2006) praktikum atau eksperimen adalah cara penyajian pelajaran dimana siswa melakukan sendiri percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari.

Proses belajar mengajar dengan metode praktikum memberi kesempatan kepada siswa untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan, dan menarik kesimpulan sendiri mengenai suatu objek, keadaan, atau proses. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa

dalam kegiatan praktikum, siswa dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran atau mencari sesuatu hukum atau dalil dan menarik kesimpulan dari proses yang dialaminya.

Suatu kegiatan terutama dalam pelaksanaan pendidikan yang sesuai dengan materi kurikulum yang berlaku harus jelas dan terperinci. Arah yang sesuai dengan materi kurikulum yang berlaku harus jelas apa yang akan dituju. Sebagai contoh, pada pembelajaran IPA khususnya kimia menuntut adanya proses belajar mengajar baik secara teori maupun praktik. Pelaksanaan belajar mengajar antara teori dan praktik harus sesuai dengan standar kompetensi dan indikator yang telah ditetapkan, sehingga pembelajaran kimia dapat diberikan secara teratur dan selengkap-lengkapny.

Percobaan-percobaan harus banyak dilakukan supaya siswa mendapat pengertian yang lebih mendalam mengenai peristiwa-peristiwa ilmu alam, lebih menyadari hukum-hukum pokok yang saling berhubungan, mengatur dan menguasai peristiwa-peristiwa alam yang berdaya guna bagi kehidupan manusia. Percobaan atau eksperimen yang dilakukan pada mata pelajaran kimia yaitu di laboratorium.

Menurut Santosa dalam Rahayu (2015) laboratorium adalah suatu tempat untuk melakukan kegiatan praktikum, penelitian, teknologi baru yang menunjang proses belajar dan mengajar maupun untuk pelayanan pada masyarakat. Laboratorium dalam dunia pendidikan merupakan tempat proses belajar mengajar melalui metode demonstrasi atau praktikum yang

dapat menghasilkan pengalaman belajar dimana siswa berinteraksi dengan berbagai alat dan bahan untuk mengobservasi gejala-gejala yang ditimbulkan secara langsung.

Sedangkan menurut Nyoman Kertiasa dalam Elfarizka (2016) laboratorium adalah tempat bekerja untuk mengadakan percobaan atau penyelidikan dalam bidang ilmu tertentu seperti fisika, kimia, biologi, dan sebagainya. Laboratorium ini terdapat di lembaga pendidikan, penelitian, rumah sakit, dan sebagainya. Fungsi laboratorium dalam pembelajaran kimia adalah sebagai berikut :

- 
- a. Membantu pendidik untuk memberikan landasan berfikir yang sistematis, analisis, maupun konstruktif kepada peserta didik.
  - b. Memberikan kesempatan kepada peserta didik secara aktif melakukan percobaan-percobaan sehingga tertanam konsep-konsep lebih mendalam.

Sedangkan tujuan kerja di laboratoium kimia menurut Depdikbud Tahun 1979 dalam Elfarizka (2016) adalah sebagai berikut :

- a. Mengembangkan keterampilan berupa (pengamatan, pencatatan data, penggunaan alat) untuk siswa.
- b. Merangsang daya pikir kritis dan analitis siswa melalui penafsiran eksperimen.
- c. Melatih siswa dalam merencanakan dan melaksanakan percobaan lebih lanjut dengan menggunakan alat dan bahan yang ada.

Menurut Rahayu (2015) bahan ajar juga memiliki peran dalam memberikan pengalaman belajar pada siswa sehingga siswa dapat menguasai kompetensi dasar dari disiplin ilmu kimia.

Laboratorium kimia sebagai salah satu bahan ajar dapat memberikan pengalaman belajar langsung secara nyata kepada siswa dengan serangkaian kegiatan praktikum yang dilakukan, sehingga siswa tidak hanya membayangkan suatu proses yang sedang terjadi namun siswa dapat mengalaminya secara nyata sehingga materi yang disampaikan dapat diserap secara lebih maksimal. Berikut merupakan gambar tentang kerucut pengalaman belajar yang dapat menggambarkan presentase kita dalam mengingat pada berbagai proses.

## **2.2 Bahan Ajar**

Menurut Sungkono (2009) menyatakan bahwa bahan ajar adalah bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara lengkap dan sistematis artinya disusun secara urut sehingga memudahkan siswa belajar. Bahan ajar juga bersifat unik dan spesifik yang terdiri dari pengetahuan, ketrampilan dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai Standar Kompetensi yang telah ditentukan. Majid (2012) menyatakan bahwa bahan ajar mampu membantu siswa untuk dapat mempelajari suatu kompetensi atau Kompetensi Dasar secara runtun dan sistematis sehingga mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu.

Sholahuddin (2011) menyatakan bahwa bahan ajar digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas, baik berupa bahan tertulis seperti *hand out*, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, *wallchart*, maupun bahan tidak tertulis seperti video/film, VCD, radio, kaset, CD *audio*, foto, gambar, CD interaktif berbasis computer dan internet. Depdiknas (2004) mengklasifikasikan isi bahan ajar meliputi fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang akan dijelaskan pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 2.1 Klasifikasi Isi Bahan Ajar

No.	Jenis	Pengertian
1.	Fakta	Mudah dilihat, menyebutkan nama, jumlah dan bagian-bagiannya.
2.	konsep	Definisi, identifikasi, klasifikasi dan ciri-ciri khusus.
3.	Prinsip	Penerapan dalil, hukum, rumus (diawali dengan jika... maka...)
4.	Prosedur	Bagan arus atau bagan alur, langkah-langkah secara urut.

Sumber : Sholahuddin (2011)

Bahan ajar yang baik tentu saja harus mampu memotivasi siswa untuk belajar. Dalam kegiatan belajar, motivasi merupakan daya penggerak di dalam diri siswa yang menimbulkan kegiatan belajar, sehingga tujuan yang dikehendaki oleh subyek belajar dapat tercapai.

### 2.3 *Chemistry Videos*

Menurut Cheppy Riyana dalam Agustania (2014) bahan ajar video pembelajaran adalah bahan ajar yang menyajikan audio visual yang berisi pesan-pesan pembelajaran baik yang berisi konsep, prosedur, teori aplikasi pengetahuan untuk membantu pemahaman terhadap suatu materi pembelajaran.

Video merupakan bahan pembelajaran tampak dengar (audio visual) yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan-pesan atau materi pembelajaran. Dikatakan tampak dengar karena unsur dengar (audio) dan unsur visual atau video (tampak) dapat disajikan serentak. Menurut penelitian Ljubojevic. M. Dkk (2014) Penggunaan konten video pelengkap dalam pembelajaran pengajaran dapat meningkatkan persepsi siswa tentang informasi penting dan motivasi untuk belajar. Oleh karena itu, siswa bisa lebih mengerti dan mengingat pokok-pokok materi.

Bahan ajar berbasis video berkaitan dengan indera penglihatan dan memegang peran yang sangat penting dalam proses belajar, yaitu memperlancar pemahaman dan memperkuat ingatan. (Almurashi.W, 2016) menegaskan bahwa menggunakan bahan ajar video dalam pengajaran lebih efektif dari pada bahan ajar hanya berupa buku karena bahan ajar video menjadi sarana komunikasi standar dengan informasi penting.

Bahan ajar video dapat pula menumbuhkan minat peserta didik dan dapat pula menunjukkan hubungan antara isi materi pelajaran dengan dunia nyata, agar menjadi lebih efektif, video sebaiknya ditempatkan pada konteks yang bermakna dan peserta didik harus berinteraksi dengan visual (*image*) itu untuk meyakinkan terjadinya proses informasi.

Menurut Yulianto. B. (2012) Bahan ajar video merupakan bahan ajar yang mengandung unsur suara dan gambar yang dapat dilihat, misalnya rekaman video, berbagai ukuran film, dan slide suara. Bahan ajar video terdiri dari *software* dan *hardware* yang memberikan kemudahan untuk

menggabungkan gambar, fotografi, grafik dan animasi dengan suara, teks dan data yang dikendalikan dengan program komputer.

### 2.3.1 Tujuan Bahan ajar Video

Menurut Cheppy Riyana dalam Agustania(2014) bahan ajar video pembelajaran sebagai bahan ajar bertujuan untuk :

- a. Memperjelas dan mempermudah penyampaian pesan agar tidak terlalu verbalistis.
- b. Mengatasi keterbatasan waktu, ruang dan daya indera peserta didik maupun instruktur
- c. Dapat digunakan secara tepat dan bervariasi

### 2.3.2 Keuntungan Bahan ajar Video

Keuntungan menggunakan bahan ajar video menurut Daryanto dalam Agustania (2014) antara lain:

- a. Ukuran ketrampilan video sangat fleksibel dan dapat diatur sesuai kebutuhan
- b. Video merupakan bahan ajar non cetak yang kaya informasi dan lugas karena dapat sampai ke hadapan siswa secara langsung
- c. Menambah satu dimensi baru terhadap pembelajaran

### 2.3.3 Kriteria Pembuatan Video

Pengembangan dan pembuatan video pembelajaran harus mempertimbangkan kriteria sebagai berikut :

- a. Tipe Materi



^ Bahan ajar video cocok untuk materi pelajaran yang bersifat menggambarkan suatu proses tertentu, sebuah alur demonstrasi, konsep atau mendeskripsikan sesuatu. Misalnya pada penelitian kali ini, peneliti akan membuat video ilustrasi mengenai keselamatan kerja dan keamanan (K3) laboratorium kimia baik keselamatan menggunakan alat-alat laboratorium maupun bahan-bahan kimia.

b. Durasi Waktu

Bahan ajar video memiliki durasi yang lebih singkat yaitu sekitar 20-40 menit, berbeda dengan film yang pada umumnya berdurasi antara 2-3,5 jam. Mengingat kemampuan daya ingat dan kemampuan konsentrasi manusia yang cukup terbatas antara 15-20 menit, menjadikan bahan ajar video mampu memberikan keunggulan dibandingkan dengan film

c. Format Sajian Video

Format film pada umumnya disajikan dengan format dialog dengan unsur dramatik yang lebih banyak. Film lepas banyak bersifat imajinatif dan kurang ilmiah. Hal ini berbeda dengan kebutuhan sajian untuk video pembelajaran yang mengutamakan kejelasan dan penguasaan materi. (narator), wawancara, presenter, format

#### d. Ketentuan Teknis

Bahan ajar video tidak terlepas dari aspek teknis yaitu kamera, teknik pengambilan gambar, teknik pencahayaan, editing, dan suara.

Pembelajaran lebih menekankan pada kejelasan pesan, dengan demikian, sajian-sajian yang komunikatif perlu dukungan teknis, misalnya :

- 1) Gunakan pengambilan dengan teknik *zoom* atau *extrem close up* untuk menunjukkan objek secara detail.
- 2) Gunakan teknik *out of focus* atau *in focus* dengan pengaturan *def of file* untuk membentuk *image focus of interest* atau menfokuskan objek yang dikehendaki dengan membuat sama (*blur*) objek yang lainnya.
- 3) Pengaturan *proverty* yang sesuai dengan kebutuhan, dalam hal ini perlu menghilangkan objek-objek yang tidak berkaitan dengan pesan yang disampaikan. Jika terlalu banyak objek akan mengganggu dan mengkaburkan objek
- 4) Penggunaan tulisan (*text*) dibuat dengan ukuran yang proposional. Jika memungkinkan dibuat dengan ukuran yang lebih besar, semakin besar maka akan semakin jelas. Jika *text* dibuat animasi, atur agar animasi *text* tersebut dengan *speed* yang tepat dan tidak terlampau diulang-ulang secara berlebihan.

#### e. Penggunaan Musik dan *Sound Effect*

Beberapa ketentuan tentang music dan *Sound Effect* Cheppy Riyana dalam Agustania (2014) :

- 1) Musik untuk pengiring suara sebaiknya dengan intensitas volume yang lemah (*soft*) sehingga tidak mengganggu sajian video dan narator.
- 2) Musik yang digunakan sebagai *background* sebaiknya musik instrumen.
- 3) Hindari musik dengan lagu yang populer atau sudah akrab di telinga siswa.
- 4) Menggunakan *sound effect* untuk menambah suasana dan melengkapi sajian video dan menambah kesan lebih baik.

Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan musik dalam bahan ajar video akan mampu menarik perhatian siswa untuk menyimak pelajaran yang diberikan.

#### 2.4 Keselamatan Kerja dan Keamanan (K3) laboratorium kimia

Keselamatan kerja dan keamanan (K3) memerlukan perhatian khusus, karena keselamatan kerja dan keamanan (K3) adalah salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Berdasarkan penelitian Hassan. N. Dkk (2017) Semakin banyak kasus kecelakaan yang

dilaporkan yang melibatkan siswa pada saat melaksanakan eksperimen di laboraorium. Oleh karena itu, pentingn mengetahui dan menerapkan metode pencegahan kecelakaan yang terjadi di laboratorium khususnya pada kalangan pendidikan.

Beberapa instrumen yang harus ada didalam Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) laboratoium yaitu sebagai berikut :

#### 2.4.1 APD (Alat Pelindung Diri)

Menurut Sutrisno (2017) salah satu faktor yang menentukan keselamatan kerja di laboratorium adalah penggunaan alat pelindung diri (APD). Peralatan ini dimiliki oleh siapapun pekerja atau pengguna laboratorium, dan sebaliknya tidak menjadi milik bersama dari pekerja atau penggunaan laboratorium tersebut. APD digunakan oleh setiap individu selama bekerja di laboratorium.

Menurut Achandi (2004) APD adalah peralatan keselamatan yang harus digunakan oleh personil apabila berada pada suatu tempat kerja yang berbahaya.

Alat pelindung diri (APD) untuk bahan kimia berbahaya tersebut adalah baju laboratorium (*lab chothe*), kaca pelindung mata (*gogles*), sarung tangan (*gloves*), dan pelindung pernafasan (*masker*). Penting bagi setiap orang untuk memastikan bahwa laboratorium adalah lingkungan kerja yang nyaman dan aman. Lembaga bertanggung jawab untuk menyediakan peralatan keamanan, kondisi darurat yang sesuai, pegawai laboratorium yang terlatih, dan unit atau bagian

tanggap darurat. Semua orang harus bertanggung jawab untuk menggunakan pakaian dengan benar agar terhindar dari kecelakaan dan cedera.

a. Pelindung tubuh

Alat pelindung badan berfungsi sebagai pelindung tubuh dari kontak dengan bahan kimia atau panas, bakteri, asap, api dan sebagainya. Alat pelindung badan yang dikenakan selama bekerja di laboratorium, yang dikenal dengan sebutan jas laboratorium ini, merupakan suatu perlengkapan yang wajib dikenakan sebelum memasuki laboratorium. Jas laboratorium kimia dapat dilihat pada

**Gambar 2.2**



**Gambar 2.2 Jas Laboratorium**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

b. Pelindung mata dan wajah

Eksperimen atau proses yang melibatkan material atau bahan kimia yang korosif dan material korosif atau bahan kimia berbahaya, seperti asam dan basa kuat, maka sangat ditekankan menggunakan *googles* atau pelindung mata. Sebelum bekerja dengan bahan kimia, hendaknya mempunyai rencana tindakan jika terjadi percikan bahan kimia tersebut, apalagi mengenai wajah atau mata. Untuk percikan, hendaknya seketika itu juga mata dibilas atau diguyur dengan air (lebih baik jika dengan pancuran pencuci mata) dengan aliran yang deras sekurang-kurangnya 15 menit. Setelah pertolongan pertama ini dilakukan hendaknya segera ke dokter dan akan lebih baik ke dokter (spesialis) mata.

*Googles* merupakan pilihan terbaik untuk mencegah kontaminasi bahan kimia ke mata . Hal ini karena kaca mata keselamatan (*safety glasses*) tidak mampu memberikan suatu sekat disekitar mata dan bahkan dapat diterobos tetesan dan masuk ke mata. Wajah yang terlindung juga merupakan pilihan penting untuk melindungi masuknya kontaminan ke wajah dari percikan atau kontaminasinya. Contoh *googles* dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



**Gambar 2.3 Goggles**

Sumber : <http://ibnususanto.wordpress.com>

c. Perlindungan kulit

APD berikutnya adalah APD tangan. Salah satu APD untuk tangan yaitu sarung tangan yang mampu melindungi dan mencegah kontaminasi pada kulit praktikan yang sedang bekerja dengan bahan-bahan kimia berbahaya. Berbagai jenis sarung tangan untuk melindungi beragam bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia. Sifat bahaya dan operasi yang terlibat sangat menentukan sarung tangan yang dipilih. Setiap pegawai atau praktikan yang akan bekerja dengan bahan-bahan kimia berbahaya harus menggunakan sarung tangan tertentu yang dirancang untuk melindungi bahaya yang ditimbulkan oleh suatu bahan kimia bergantung pada jenis dan sifat bahan kimia yang digunakan.

Sarung tangan yang biasa digunakan pada saat praktikum di laboratorium kimia adalah sarung tangan Sarung tangan karet alam (*natural latex or rubber gloves*). Sarung tangan karet alam (*natural latex or rubber gloves*) lebih nyaman dipakai dan dibuat untuk keperluan yang bersifat umum. Sarung tangan jenis ini juga

mempunyai kekuatan daya regang dan elastisitas yang tinggi, tahan temperatur, tahan terhadap larutan asam, alkali, garam-garam, dan keton. Sarung tahan dengan bahan ini dapat menyebabkan reaksi alergi, untuk itu sarung tangan hipoalergenik, linier sarung tangan (gloves liners), dan sarung tangan tanpa bubuk adalah alternatif yang memungkinkan untuk pekerja yang alergi terhadap sarung tangan lateks. Sarung tangan karet alam dapat dilihat pada **Gambar**

**2.4**



**Gambar 2.4 Sarung tangan karet alam**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

d. Perlindungan pernapasan dan mulut

Menurut (Sutrisno, 2017) Perlindungan pernafasan adalah kepentingan utama karena hirupan (inhalasi) merupakan salah satu rute utama paparan toksikan kimia.

Menurut (Sari, 2013) Alat pelindung pernafasan berfungsi memberikan perlindungan terhadap sumber-sumber bahaya diudara tempat kerja seperti kekurangan oksigen, pencemaran oleh partikel atau uap dan pencemaran oleh gas atau.



Perlindungan pernapasan dan mulut yang biasa digunakan adalah masker. Umumnya terbuat dari kain kasa atau kain busa yang didesinfektan terlebih dahulu. Pada umumnya masker digunakan untuk mengurangi masuknya debu ke saluran pernapasan. **Masker dapat dilihat pada Gambar 2.5**



**Gambar 2.5 Masker**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

e. Perlindungan kaki

Kemungkinan adanya bahan kimia yang tercecer (disengaja atau tanpa sengaja) atau tumpah, pecah atau terkena potongan peralatan (gelas, logam, kayu dan sebagainya) yang terjadi di laboratorium sulit untuk dihindari. Demikian juga kotoran-kotoran yang mungkin terjadi di laboratorium. Oleh karena itu, untuk menjaga keselamatan atau menghindari dari yang demikian, selain diperlukan terhadap organ tubuh sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, maka perlindungan terhadap kaki sangat diperlukan.

Menurut Sutrisno (2017) pemakaian sepatu, sandal, atau alas kaki yang lain menjadi kebutuhan yang pada prinsipnya difungsikan sebagai pelindung kaki. Pelindung kaki tersebut harus kokoh, atau kuat (tahan terhadap bahan kimia atau pengaruh fisik, termasuk terbakar), nyaman dipakai.

Sepatu keselamatan (*safety shoes*) merupakan sepatu yang resistan terhadap dampak jari kaki dan memiliki sol yang resisten terhadap panas yang melindungi dari permukaan kerja yang panas, seperti pada industri *roofing*, trotoar dan logam panas. Logam didalam sol melindungi dari kebocoran. *Safety shoes* juga didesain untuk konduksi listrik untuk mencegah terjadinya listrik statik diarea dengan potensial ledakan atau non-konduksi untuk melindungi bahaya listrik. Spesifikasi *safety shoes*. Sol bawah : tidak licin, anti gores, anti statik, tahan oli/minyak. *Toe up* (baja pelindung deoan) : terbuat dari baja 200 *joule* dan mampu menahan bebat hingga 20 kg yang jatuh dari ketinggian 1,5 m. Bahan bagian atas : terbuat dari kulit. Bahan lapisan dalam : terbuat dari bahan yang lembut. *General specification* : sepatu hars tahan panas sampai dengan 150<sup>0</sup>C serta nyaman dan fleksibel (lentur). Sepatu keselamatan (*safety shoes*) dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



**Gambar 2.6 Sepatu keselamatan**

*Sumber : <http://ibnususanto.wordpress.com>*

#### 2.4.2 Bahaya Bahan Kimia

Semua bahan kimia adalah berbahaya, tetapi kesemuanya dapat digunakan secara aman (tentunya) jika mengetahui bagaimana mengendalikan karakteristik bahaya tersebut sehingga dapat menggunakannya. Penyedia bahan-bahan kimia harus memberikan informasi dan perhatian yang komperhensif tentang karakteristik bahan kimia dan bahayanya kepada pelanggan.

Apabila praktikan sudah mengetahui jenis bahaya bahan kimia yang ada dilaboratorium khususnya pada saat akan melakukan praktikum, maka hendaknya praktikan mengetahui sifat kimia dan sifat fisika dari bahan kimia tersebut. Ketika praktikan sudah mengetahui sifat bahan kimia tersebut maka apabila terjadi sesuatu yang tidak diinginkan, praktikan dapat menanganinya dengan benar.

Bahan berbahaya adalah bahan-bahan yang pembuatan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan penggunaanya menimbulkan atau membebaskan debu, kabut, uap, gas, serat, atau radiasi sehingga dapat menyebabkan iritasi, kebakaran, ledakan,

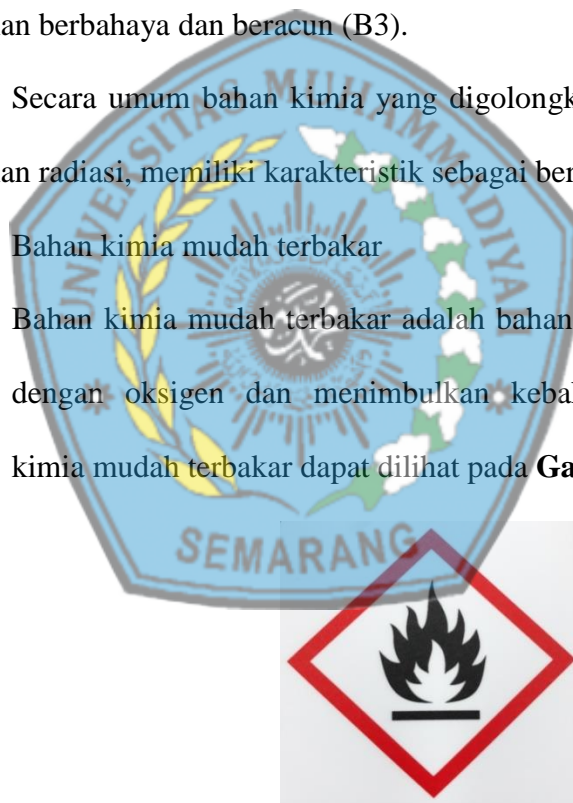
korosi, keracunan, dan bahaya lain dalam jumlah yang memungkinkan gangguan kesehatan bagi orang yang berhubungan langsung dengan bahan tersebut atau menyebabkan kerusakan pada barang-barang.

Bahan kimia dewasa ini telah mencapai ratusan ribu jenis untuk berbagai macam keperluan. Diantaranya bahan-bahan kimia tersebut, ada yang dapat digolongkan sebagai bahan kimia yang tidak berbahaya dan beracun (non-B3) dan ada yang digolongkan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3).

Secara umum bahan kimia yang digolongkan sebagai B3, selain bahan radiasi, memiliki karakteristik sebagai berikut :

a. Bahan kimia mudah terbakar

Bahan kimia mudah terbakar adalah bahan yang mudah bereaksi dengan oksigen dan menimbulkan kebakaran. Simbol bahan kimia mudah terbakar dapat dilihat pada **Gambar 2.7**



**Gambar 2.7 Simbol bahan kimia mudah terbakar**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Reaksi kebakaran yang amat cepat juga dapat menghasilkan ledakan. Bahan cair dinyatakan mudah terbakar bila titik nyala  $> 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $< 55\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atm. Bahan cair dinyatakan

sangat mudah terbakar bila titik nyala  $> 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atm. Gas dinyatakan mudah terbakar jika titik didih  $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atm.

Bahan mudah terbakar dapat di klasifikasikan menjadi :

1. Zat padat mudah terbakar

Zat padat mudah terbakar dalam industri adalah belerang (sulfur), fosfor. Kertas/rayon, hibrida logam, dan kapas. Pada umumnya zat padat lebih sukar terbakar dari pada dalam bentuk cair. Meski demikian zat padat berbentuk serbuk halus sangat mudah terbakar.

2. Zat cair mudah terbakar

Kelompok ini adalah yang paling banyak ditemui dalam industri yang dikenal sebagai pelarut organik. Contohnya adalah eter, alkohol, aseton, benzena, heksan, dan lain-lain. Pelarut tersebut pada suhu kamar menghasilkan uap yang dalam perbandingan tertentu dapat terbakar oleh adanya api terbuka atau loncatan listrik.

Kecenderungan suatu pelarut organik untuk mudah terbakar selain ditentukan oleh titik nyala, titik bakar, dan daerah konsentrasi mudah terbakar, juga ditentukan oleh titik didih. Suhu tersebut menentukan banyak sedikitnya uap yang dihasilkan pada suhu tertentu. Semakin rendah titik didih, berarti semakin mudah menguap atau semakin mudah

terbakar. Contohnya adalah eter dengan titik didih 14 °C jauh lebih mudah terbakar dari pada alkohol dengan titik didih 79 °C. Berat jenis pelarut organik relatif terhadap air perlu pula diperhatikan. Pelarut organik yang lebih ringan dari air dan tidak larut dalam air seperti benzena, bensin, dan heksana, bila terbakar akan amat berbahaya jika disiram dengan air.

### 3. Gas mudah terbakar

Gas mudah terbakar dalam industri misalnya gas alam, hidrogen, asetilen, etilen oksida. Gas-gas tersebut sangat cepat terbakar sehingga sering menimbulkan ledakan.

Di bawah ini adalah tabel karakter beberapa bahan organik mudah terbakar.

Tabel 2.2. karakter beberapa bahan organik mudah terbakar.

No.	Pelarut	Daerah Kons % mudah terbakar	Titik didih °C	Titik nyala °C	Titik bakar °C	BJ cairan	BJ uap
1.	Aseton	3 – 13	56	-18	538	0,79	2,0
2.	Benzena	1,4 - 8	80	-11	562	0,88	2,8
3.	Bensin	1,4 – 7,6	38-204	-43	280-456	0,8	3,04
4.	Etil alkohol	3,3 - 19	79	12	432	0,79	1,59
5.	Etil eter	1,85 – 48	34	-45	180	0,71	2,55
6.	Heksana	1,1 – 7,5	68	-22	261	0,66	2,97
7.	Karbon disulfida	1 – 44	46	-30	100	1,26	2,6
8.	Metanol	6 – 36,5	65	12	464	0,79	1,1
9.	Metil etil keton	2 – 10	80	-7	515	0,81	2,5
10.	Petroleum	1 – 6	30 – 60	-57	288	0,6	2,5

Cahyono (2004)

b. Bahan kimia mudah meledak

Bahan kimia mudah meledak adalah bila reaksi kimia bahan tersebut menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu yang tinggi, sehingga menimbulkan kerusakan disekelilingnya. Simbol bahan kimia mudah meledak dapat dilihat pada **Gambar 2.8**



**Gambar 2.8 Simbol bahan kimia mudah meledak**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Bahan kimia eksplosif ada yang dibuat sengaja untuk tujuan peledakan atau bahan peledak seperti trinitrotoulena (TNT), nitrogliserin, dan amonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Bahan-bahan tersebut amat peka terhadap panas dan pengaruh mekanis (gesekan atau tumbukan).

Dibawah ini adalah struktur bahan kimia yang bersifat eksplosif :

Tabel 2.3. Struktur bahan kimia yang bersifat eksplosif

No.	Struktur	Nama senyawa
1.	$\text{C} - \text{C}$	Asetilen
2.	$\text{C} - \text{N}_2$	Diazo
3.	$\text{C} - \text{NO}$	Nitroso
4.	$\text{C} - \text{NO}_2$	Nitro
5.	$\text{C} - (\text{NO}_2)_n$	Alkil pilonitro
6.	$\text{C} = \text{N} - \text{O}$	Oksim
7.	$\text{C} - \text{N} = \text{N} - \text{C}$	Azo

8.	N – NO	N-nitroso
9.	N - NO <sub>2</sub>	N-nitro
10.	N <sub>3</sub>	Azida
11.	C – N <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Diazonium
12.	N – logam	N-logam berat
13.	N <sup>+</sup> OH	Hidroksil amonium
14.	C – Cl – O <sub>3</sub>	Perkloril
15.	O – O	Peroksida
16.	O <sub>3</sub>	Ozon

Cahyono (2004)

Selain itu ada jenis lain yang bersifat eksplosif, yaitu debu dan campuran eksplosif. Debu-debu seperti debu karbon dalam industri batu bar, zat warna diazo dalam pabrik zat warna, dan magnesium dalam pabrik baja adalah debu-debu yang sering menimbulkan ledakan.

Ekplosif dapat pula terjadi akibat pencampuran beberapa bahan, terutama bahan oksidator dan reduktor dalam suatu reaktor maupun dalam penyimpanan.

Dibawah ini adalah contoh campuran bahan yang dapat bersifat eksplosif :

Tabel 2.4 Campuran bahan yang dapat bersifat eksplosif

No.	Oksidator	Reduktor
1.	KCl <sub>3</sub> , NaNO <sub>3</sub>	Karbon, belerang
2.	Asam nitrat	Etanol
3.	Kalium permanganat	Gliserol
4.	Krom trioksida	Hidrazin

Cahyono (2004)

c. Bahan kimia reaktif terhadap air

Bahan reaktif adalah bahan yang bila bereaksi dengan air akan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar. Hal ini disebabkan zat-zat tersebut bereaksi secara eksotermik, yaitu



mengeluarkan panas, dan gas yang mudah terbakar. Adapun bahan-bahan kimia tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Alkali (Na,K) dan alkali tanah (Ca)
2. Logam halida anhidrat (aluminium tribromida)
3. Logam oksida anhidrat (CaO)
4. Oksida non-logam halida (sulfuri klorida)

Simbol bahan kimia reaktif terhadap air dapat dilihat pada

**Gambar 2.9**



**Gambar 2.9** Simbol bahan reaktif terhadap air

*Sumber : <http://ibnususanto.wordpress.com>*

Bahan-bahan tersebut harus dijauhkan dari air atau disimpan dalam ruang yang kering dan bebas dari kebocoran air hujan

d. Bahan kimia reaktif terhadap asam

Bahan reaktif terhadap asam akan menghasilkan panas dan gas yang mudah terbakar atau gas-gas yang beracun dan korosif. Bahan-bahan yang reaktif terhadap air diatas juga reaktif terhadap asam. Selain itu ada bahan-bahan lain yaitu :

1. Kalium klorat/perklorat ( $\text{KClO}_3$ )
2. Kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )

3. Asam kromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )

e. Bahan kimia korosif

Bahan korosif adalah bahan yang karena reaksi kimia dapat merusak logam. Simbol bahan kimia korosif dapat dilihat pada

**Gambar 2.10**



**Gambar 2.10 Simbol bahan korosif**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Bahan kimia korosif antara lain adalah asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), asam klorida ( $\text{HCl}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), kalium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), dan gas belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ )

f. Bahan kimia iritan

Bahan iritan adalah bahan yang karena reaksi kimia dapat menimbulkan kerusakan atau peradangan atau sensitisasi bila kontak dengan permukaan tubuh yang lembab seperti kulit, mata, dan saluran pernapasan. Bahan iritan pada umumnya adalah korosif.

Simbol bahan kimia iritan dapat dilihat pada **Gambar 2.11**



**Gambar 2.11 Simbol bahan iritan**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Bahan korosif seperti asam trikloroasetat, asam sulfat, gas belerang dioksida dapat bereaksi dengan jaringan tubuh seperti kulit, mata, dan saluran pernapasan. Kerusakan yang terjadi dapat berupa luka, peradangan, iritasi (gatal-gatal), dan sensitisasi (jaringan menjadi sangat peka terhadap bahan kimia). Menurut bentuk zat, bahan iritan dapat dibagi dalam tiga kelompok dengan contoh-contoh sebagai berikut :

1. Bahan iritan padat

Bahaya akan timbul apabila kontak dengan kulit atau mata.

Contoh senyawa :

- |           |   |
|-----------|---|
| Anorganik | : Natrium hidroksida (NaOH)                                     |
|           | : Natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$ ) |
|           | : Kalsium hidroksida (KOH)                                      |
|           | : Kalium hidroksida (KOH)                                       |
| Organik   | : Asam trikloroasetat   |
|           | : Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )                     |

2. Bahan iritan cair

Bahaya akan timbul apabila kontak dengan kulit atau mata, yang menyebabkan proses pelarutan denaturasi protein.

Contoh senyawa :

Anorganik : Asam sulfat, asam nitrat, asam klorida

Organik : Asam format (asam semut)

: Asam asetat (cuka)

: Karbon terhalogenasi

3. Bahan beracun

Bahaya terutama karena terhirup dan merusak saluran pernapasan. Tergantung pada sifat kelarutan dalam air dan akibatnya, gas iritan digolongkan menjadi tiga, yaitu :

a. Gas sangat larut dalam air, merusak saluran pernapasan bagian atas.

Contoh : amoniak, asam klorida, formaldehid, asam asetat, asam fluorida.

b. Gas dengan kelarutan sedang, merusak saluran pernapasan bagian atas dan bagian dalam.

Contoh : sulfur dioksida, klor, krom

c. Gas dengan kelarutan kecil, merusak alat pernapasan bagian dalam.

d. Contoh : ozon, fosgen, nitrogen dioksida.

e. Bahan kimia beracun

Simbol bahan kimia beracun dapat dilihat pada **Gambar 2.12**



**Gambar 2.12 Simbol bahan beracun**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Bahan kimia beracun didefinisikan sebagai bahan kimia yang dalam jumlah kecil menimbulkan keracunan pada manusia atau makhluk hidup lainnya. Pada umumnya zat-zat toksik masuk lewat pernapasan dan kemudian beredar ke seluruh tubuh atau menuju organ-organ tubuh tertentu seperti hati, paru-paru, dan lain-lain, tetapi dapat juga zat-zat tersebut berakumulasi dalam tulang, darah, hati, ginjal, atau cairan limfa dan menghasilkan efek kesehatan pada jangka panjang. Pengeluaran zat-zat beracun dari dalam tubuh dapat melewati urine, saluran pencernaan, sel epitel, dan keringat.

Sifat toksik dari suatu zat, selain ditentukan oleh sifat alamiah suatu zat, juga ditentukan oleh jenis persenyawaan dan keadaan fisik zat tersebut. Bahan-bahan beracun dalam industri dapat digolongkan dalam beberapa golongan yaitu :

1. Senyawa logam dan metaloid
  2. Bahan pelarut
  3. Gas-gas beracun
  4. Bahan karsinogenik
  5. Pestisida
- g. Bahan kimia karsinogenik

Bahan lain yang dapat mengubah struktur genetik manusia, seperti kanker dan mtagenesis. Contoh bahan pemicu kanker : dimetil sulfat, B-propiolaktat dan etilmetana sulfat (alkaligent). Simbol bahan kimia karsinogenik dapat dilihat pada **Gambar 2.13**



**Gambar 2.13 Simbol bahan karsinogenik**

*Sumber : <http://ibnususanto.wordpress.com>*

- h. Gas bertekanan

Bahan ini adalah gas yang disimpan dalam tekanan tinggi, baik gas yang ditekan, gas cair, atau gas yang dilarutkan dalam pelarut dengan tekanan. Simbol gas bertekanan dapat dilihat pada **Gambar 2.14**

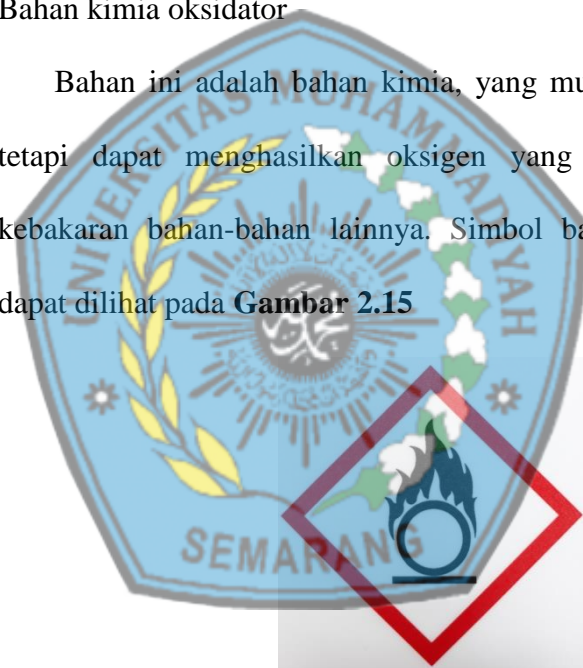


**Gambar 2.14 Simbol bahan bertekanan**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

i. Bahan kimia oksidator

Bahan ini adalah bahan kimia, yang mungkin tidak terbakar, tetapi dapat menghasilkan oksigen yang dapat menyebabkan kebakaran bahan-bahan lainnya. Simbol bahan kimia oksidator dapat dilihat pada **Gambar 2.15**



**Gambar 2.15 Simbol bahan oksidator**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Bahan kimia oksidator bersifat eksplosif karena sangat reaktif atau stabil, selain itu mampu menghasilkan oksigen dalam reaksi atau penguraiannya sehingga dapat menimbulkan kebakaran selain ledakan.

Bahan oksidator terdiri dari :

1. Oksidator anorganik seperti : permanganat ( $\text{MnO}_4^-$ ), perklorat ( $\text{ClO}_3^-$ ), dikromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), periodat ( $\text{IO}_3^-$ ), persulfat ( $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ )
2. Peroksida organik seperti : bensil peroksida, asetil peroksida, eteroksida, asam asetat

Peroksida-peroksida organik dapat pula terbentuk pada penyimpanan pelarut organik seperti eter, keton, ester, senyawa-senyawa tidak jenuh, dan sebagainya. Peroksida terbentuk sebagai akibat reaksi dengan oksigen di udara.

- j. Bahan kimia berbahaya bagi lingkungan
- Bahan berbahaya bagi lingkungan adalah dapat menyebabkan efek tiba-tiba atau dalam sela waktu tertentu pada suatu kompartemen lingkungan atau lebih (air, tanah, udara, tanaman, mikroorganisme) dan menyebabkan gangguan ekologi. Simbol bahan kimia berbahaya bagi lingkungan dapat dilihat pada **Gambar 2.16**



**Gambar 2.16 Simbol bahan berbahaya bagi lingkungan**

*Sumber : dokumentasi pribadi*



Contoh bahan kimia yang memiliki sifat tersebut misalnya tributil timah klorida, tetraklorometana, dan petroleum hidrokarbon seperti pentana dan petroleum bensin.

k. Bahan Kimia Radioaktif

Bahan kimia ini meliputi isotop-isotop radioaktif dan semua persenyawaan yang mengandung bahan kimia radioaktif seperti cat-cat yang bersinar. Bahan kimia mampu memancarkan sinar radiasi alfa, beta dan gamma yang biasanya digunakan untuk bahan sintesis. Simbol bahan kimia radioaktif dapat dilihat pada

**Gambar 2.17**



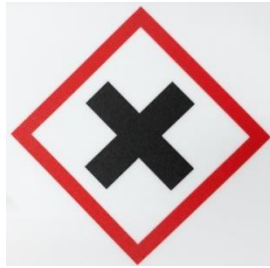
**Gambar 2.17 Simbol bahan radioaktif**

*Sumber : <http://ibnususanto.wordpress.com>*

Bahaya yang ditimbulkan dapat ditangani dengan cara melindungi diri dengan penahan timbal dan menjauhkan diri dari sumber radiasi.

l. Bahan kimia berbahaya (harmful)

Bahan kimia ini dapat merusak kesehatan tubuh apabila kontak langsung dengan tubuh melalui inhalasi. Simbol bahan kimia berbahaya (harmful) dapat dilihat pada **Gambar 2.18**



**Gambar 2.18 Simbol bahan kimia berbahaya (harmful)**

*Sumber : dokumentasi pribadi*

Simbol ini untuk menunjukkan suatu bahan, baik berupa padatan, cairan ataupun gas yang apabila terjadi kontak melalui inhalasi ataupun oral dapat menyebabkan bahaya terhadap kesehatan sampai tingkat tertentu.

#### 2.4.3 Tindakan Pencegahan Terhadap Timbulnya Bahaya

Setelah memahami berbagai resiko yang kemungkinan dapat terjadi pada saat bekerja di laboratorium, baik bahaya kimiawi maupun baha fisik, maka harus dipikirkan bagaimana dapat mencegah resiko akibat bekerja di laboratorium. Tentunya faktor disiplin dan mentaati peraturan sesuai dengan standar bekerja di laboratorium adalah yang paling menentukan. Berikut tindakan pencegahan terhadap timbulnya bahaya di laboratorium :

a. Menggunakan peralatan keselamatan

Salah satu tindakan pencegahan terjadi kecelakaan atau insiden yang bisa dilakukan adalah menggunakan peralatan keselamatan, terutama APD (alat pelindung diri). Jika akan bekerja di laboratorium hendaknya selalu memakai APD sesuai

dengan yang telah disetujui menurut standar keselamatan yang berlaku. Di Indonesia, badan yang berwenang telah menetapkan standar yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia untuk semua barang yang digunakan dalam keselamatan. Pada saat bekerja di laboratorium minimal menggunakan APD (alat pelindung diri) berupa : jas laboratorium, saung tangan, masker, alas kaki yang tertutup dan kacamata keselamatan. Jika bekerja menggunakan bahan kimia asam hendaknya bekerja di lemari asam supaya terhindar dari bahaya atau kecelakaan yang tidak diinginkan di laboratorium. Hal tersebut bertujuan untuk melindungi diri dari bahaya-bahaya yang mungkin akan terjadi pada diri kita pada saat bekerja dengan bahan kimia berbahaya.

b. Penyediaan fasilitas dan peralatan keselamatan

Mencegah terjadinya kecelakaan atau insiden yang dapat menimbulkan dampak ketidaknyamanan bekerja di laboratorium, maka perlu diperhatikan hal-hal berikut :

- 1) Memiliki tempat yang dapat membedakan bahan-bahan kimia yang digunakan, bahan kimia yang sudah digunakan (dibuka), bahan kimia masih akan digunakan, dan bahan kimia sisa yang akan dibuang (limbah) atau sejenisnya.
- 2) Adanya pencuci air mata, alat pemadam kebakaran dalam kondisi jelas dan bebas dari semua penghalang.

- 3) Jangan pernah memblokir setiap jalan keluar, termasuk lorong menuju pintu darurat.
- 4) Jangan pernah menopang pembuka pintu.
- 5) Jangan menyimpan bahan kimia di lantai atau di lorong laboratorium dan ruang penyimpanan selain untuk menyimpan bahan kimia.
- 6) Menjaga keamanan untuk semua sistem yang bergerak dan terkontrol (suplay listrik dan air)
- 7) Instruksikan keseluruhan personal laboratorium untuk menggunakan fasilitas keselamatan dengan tepat.
- 8) Jika dicurigai terjadi kontaminasi (kontaminasi antar bahan kimia), pastikan dengan akurat dan lakukan tindakan yang tepat untuk mencegah terjadinya efek lanjutan yang membahayakan.
- 9) Secara tertentu periksa pancuran keselamatan dan pencuci mata sehingga yakin bahwa kedua peralatan tersebut siap untuk digunakan.
- 10) Letakkan nomor telepon darurat yang *up-to-date* diposting disamping telepon.
- 11) Tempatkan alat pemadam kebakaran didekat jalan keluar, tidak di “jalan buntu”
- 12) Secara teratur menjaga alat pemadam kebakaran dan menyimpan catatan pemeliharaannya. Berikan pelatihan

bagaimana menggunakan alat pemadam kebakaran bagi seluruh personal laboratorium sehingga dapat menggunakannya dengan tepat.

- 13) Secara teratur memeriksa lemari asam, bagaimana kerja sistem komponennya (sirkulasi udara/blower, lampu penerangan, aliran air). Pastikan bahwa penyambung udara dari lemari asam dalam bentuk cerobong atau knalpot (biasanya di atap bangunan) tidak ditarik kembali untuk ventilasi umum bangunan.
- 14) Amankan semua tabung gas bertekanan untuk setiap saat.
- 15) Batasi penggunaan dan penanganan gas bertekanan.
- 16) Pasang rak penyimpanan bahan kimia dengan bibir rak, dan tidak pernah menggunakan kotak yang ditumpuk dipenyimpanan rak.
- 17) Kulkas yang digunakan untuk penyimpanan bahan kimia laboratorium adalah kulkas khusus.
- 18) Memiliki peralatan yang tepat dan bahan yang tersedia, (lihat MSDS) untuk kontrol tumpahan dan pembersihan seperti mengganti bahan kimia ketika bahan kimia tersebut telah kadaluarsa atau tidak layak pakai.

c. Penanganan terhadap bahan kimia

Langkah lain yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya bahaya dan kecelakaan bekerja di laboratorium kimia adalah sebagai berikut :

- 1) Inventarisasi semua bahan kimia yang dimiliki, setidaknya setiap tahun dan menjaga dan inventaris menjadi *se-up-to-date* mungkin, sebagai kontrol bahan kimia yang digunakan dan bahan kimia pengganti.
- 2) Jika memungkinkan, batasi pembelian bahan kimia untuk sejumlah bahan yang akan digunakan dalam waktu satu tahun dan dikemas dalam wadah kecil yang cocok untuk pemanfaatan langsung di laboratorium tanpa ditransfer ke wadah lainnya.
- 3) Berilah label semua bahan kimia yang akan disimpan sesuai dengan tanggal penerimaan dan ditandatangani oleh orang yang bertanggung jawab (laboran).
- 4) Bahan kimia dalam kemasan atau dalam botol hendaknya :
  - (1) tidak ditempatkan di rak-rak laboratorium lebih dari satu minggu,
  - (2) bahan kimia yang tidak terpakai sebaiknya ditempatkan di gudang laboratorium jangan lebih dari satu bulan atau
  - (3) ditempatkan di gudang utama yang akan digunakan selama lebih dari satu tahun.

- 5) Bahan kimia yang tidak digunakan selama satu minggu atau satu bulan, segera pindahkan dari gudang ke gudang utama. Hendaknya segera memikirkan pembuangan bahan kimia yang sudah tidak terpakai selama lebih satu tahun dan telah disimpan di gudang utama.
- 6) Pastikan bahwa prosedur pembuangan limbah bahan kimia sesuai dengan persyaratan perlindungan lingkungan.
- 7) Jangan membeli atau menyimpan bahan kimia cairan dalam jumlah besar yang mudah terbakar. Sebaiknya tanyakan kepada petugas pemadam kebakaran setempat (jika anda ragu) untuk merekomendasikan jumlah maksimum yang dapat disimpan.
- 8) Jangan membuka wadah bahan kimia hingga label dan MSDS telah dibaca dan benar-benar dipahami.
- 9) Jika memungkinkan, gantilah bahan kimia dengan bahaya yang lebih besar dengan bahan kimia yang kurang berbahaya.
- 10) Lakukan pengenceran bahan kimia apabila memungkinkan dari pada menggunakan larutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi.
- 11) Meminimalisir penggunaan bahan kimia

## **2.5 Hasil Penelitian yang Relevan**

Acuan berupa temuan-temuan melalui hasil berbagai penelitian sebelumnya merupakan hal yang sangat perlu dijadikan sebagai data

pendukung. Salah satu data pendukung yang menurut peneliti perlu dijadikan bagian dari penelitian adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini. Penelitian terdahulu yang dimaksud adalah pengembangan bahan ajar berupa video. Oleh karena itu, peneliti melakukan langkah kajian terhadap beberapa hasil penelitian yang relevan. Hasil penelitian tersebut bisa dilihat pada tabel 5.





Tabel 2.5 Penelitian yang Relevan

No.	Nama	Tahun	Judul	Hasil
1.	Havizhah, M. Haris Effendi, M. Rusdi	2014	Pengembangan bahan ajar video tutorial pada materi tetapan kesetimbangan untuk kelas XII IPA SMA N 6 Batanghari	Hasil dari pengembangan penelitian tersebut adalah produk berupa bahan ajar video tutorial yang dapat diputar pada bahan ajar <i>player</i> apa saja atau <i>portable</i> . Hasil validasi oleh ahli bahan ajar dan ahli materi masing-masing sebesar 80% dan 73% dengan kategori baik sehingga bahan ajar video tutorial ini dinyatakan layak sebagai bahan ajar. Sedangkan untuk respon atau penilaian siswa diperoleh presentase sebesar 73,7% dengan kategori baik. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa, bahan ajar video tutorial ini dikategorikan baik, menarik, dan layak digunakan dalam pembelajaran.
2.	putra Purnama, Erlidawati, Muhammad Nazar	2017	Pengembangan bahan ajar video animasi berbasis <i>videoscribe</i> pada materi koloid untuk mahasiswa program studi pendidikan fisika tahun akademik 2016/2017	Hasil analisis data menunjukkan bahan ajar layak digunakan sebagai bahan ajar belajar dengan presentase kelayakan sebesar 96,6% dengan kategori sangat baik. Tanggapan mahasiswa terhadap bahan ajar <i>videoscribe</i> sebesar 87,7% dan bahan ajar audio visual sebagai pembanding sebesar 81% dengan kategori kedua bahan ajar sangat baik. Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan tanggapan mahasiswa terhadap bahan ajar video animasi berbasis <i>videoscribe</i> dengan bahan ajar audio visual sebagai pembanding serta pengembangan bahan ajar video animasi berbasis <i>videoscribe</i> dikategorikan sangat baik.
3.	Adi Bagus Murdianto dan Sukarmin	2011	Pengembangan bahan ajar <i>chemvid</i> tutorial berbasis video interaktif pada materi stoikiometri kelas X SMA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar <i>chemvid</i> tutorial dikatakan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar berdasarkan dari presentase rata-rata dalam uji validasi sebesar 87% dan dari presentase rata-rata respon siswa sebesar 88%. Selain itu diperoleh pergeseran pemahaman siswa dalam uji coba terbatas yakni jumlah tingkat pemahaman tahu konsep meningkat sebanyak 43%, jumlah tingkat pemahaman tidak tahu konsep menurun sebanyak 34% dan jumlah tingkat pemahaman miskonsepsi menurun sebanyak 9%.

No.	Nama	Tahun	Judul	Hasil
4.	Adnin Arif Rizki	2016	Pengembangan video <i>stop-motion</i> sebagai bahan ajar peserta didik SMA/MA kelas X pada materi pokok ikatan kimia	Hasil penelitian pengembangan berupa video <i>stop-motion</i> yang dapat diakses secara <i>offline</i> menggunakan <i>smartphone</i> maupun disimpan di dalam <i>flashdisk</i> atau kepingan DVD/CD. Video <i>stop-motion</i> menampilkan efek animasi menarik sebagai penjelas materi sehingga video <i>stop-motion</i> mudah diterima dan dipelajari oleh peserta didik. Hasil penilaian dari tiga guru memperoleh presentase keidealan 91,20%. Respon peserta didik memperoleh presentase keidealan 86% di SMAN 1 Banguntapan, sebesar 87% di SMAN 2 Banguntapan, dan 87% di MAN 1 Yogyakarta.
5.	Ramlan	2018	Pengembangan bahan ajar video simulator titrasi asam basa untuk peserta didik kelas XI SM	Hasil penelitian pengembangan ini menunjukkan bahwa : (1) video simulator titrasi asam basa dikembangkan menggunakan model <i>Research and Development (R&amp;D)</i> dari Brog dan Gall sampai pada tahap uji coba lapangan awal. (2) produk video yang dikembangkan berdasarkan penilaian guru dan peserta didik masing-masing mendapatkan nilai 72 (81,82%) dan 55,13 (76,57%) video yang dikembangkan mendapatkan kualitas sangat baik (SB), sehingga video simulator titrasi asam basa yang dikembangkan layak digunakan dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah SMA/MA

Kelima penelitian tersebut relevan dengan penelitian pengembangan bahan ajar berbasis video pada materi keselamatan kerja dan laboratorium kimia yang merupakan sumber belajar pendukung dalam belajar mengajar. Bahan ajar berbasis video yang dikembangkan merupakan video yang digunakan dalam proses pembelajaran khususnya pada proses percobaan di laboratorium kimia.

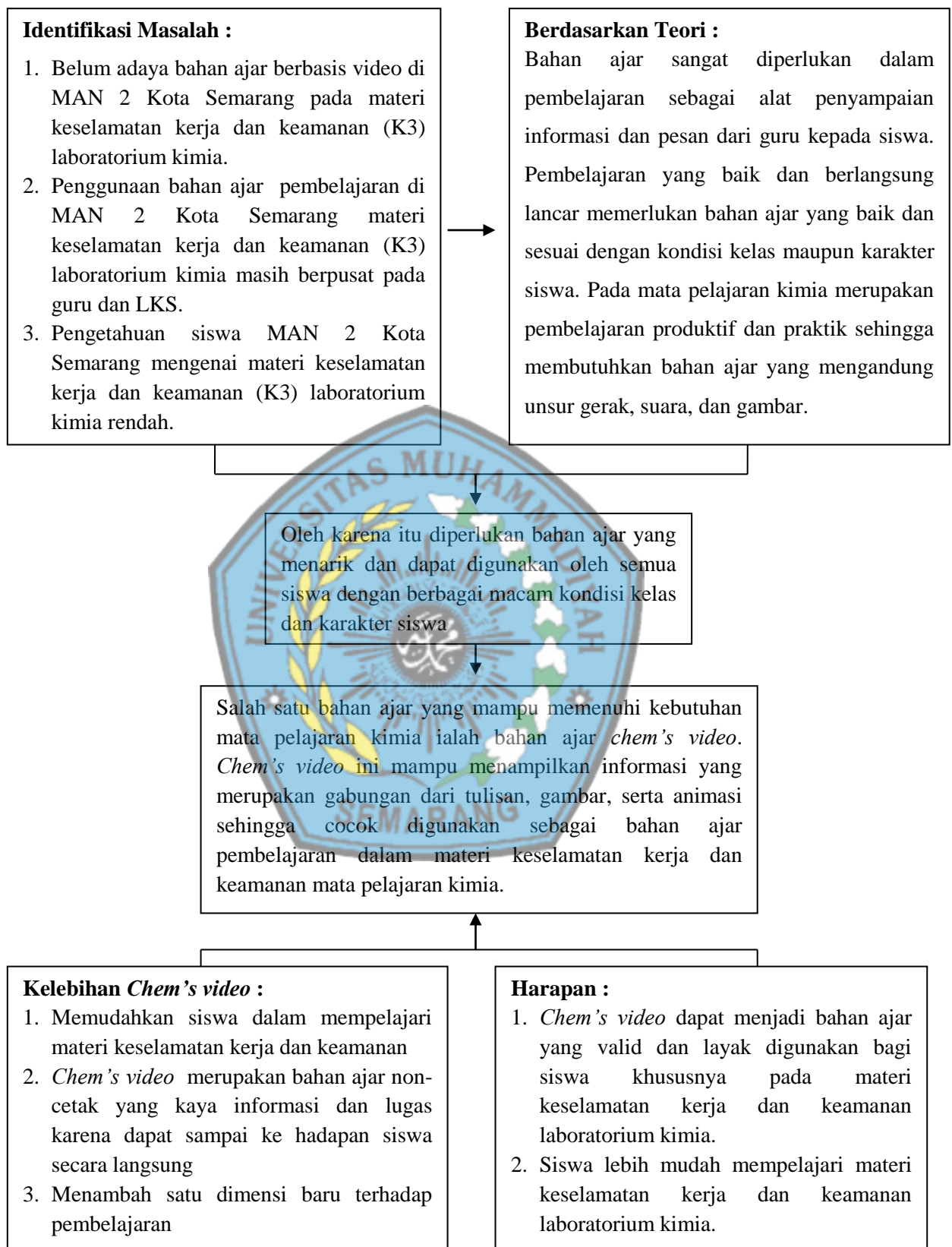
## 2.6 Kerangka Berpikir

Bahan ajar adalah saluran atau perantara yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau materi ajar. Bahan ajar sangat diperlukan dalam pembelajaran sebagai alat penyampaian informasi dan pesan dari guru kepada siswa. Pembelajaran yang baik dan berlangsung lancar memerlukan bahan ajar yang baik dan sesuai dengan kondisi kelas maupun karakter siswa. Pada mata pelajaran kimia merupakan pembelajaran produktif dan praktik sehingga membutuhkan bahan ajar yang mengandung unsur gerak, suara, dan gambar. Oleh karena itu, video pembelajaran merupakan salah satu bahan ajar yang sesuai untuk menampilkan informasi pembelajaran.

Berdasarkan observasi lapangan, di MAN 2 Kota Semarang belum memiliki bahan ajar berupa video sehingga guru belum bisa menerapkan bahan ajar video dalam proses pembelajaran. Bahan ajar yang ada di MAN 2 Kota Semarang yaitu *text book* atau *power point* yang kurang menarik perhatian siswa. Sedangkan untuk pembelajaran produktif sendiri bahan ajar yang layak dan memenuhi untuk dapat mengantarkan materi adalah bahan ajar yang mengandung unsur gerak, suara, dan gambar sehingga proses mengajar dapat menarik perhatian siswa untuk lebih semangat dan memberikan materi bahan ajar lebih mudah. Kurangnya motivasi dan perhatian siswa serta minimnya bahan ajar yang sudah ada di MAN 2 Kota Semarang tersebut menunjukkan bahwa terjadi hambatan dalam proses pembelajaran yang menimbulkan terganggunya informasi yang seharusnya diterima oleh siswa.

Berdasarkan pendapat siswa dan guru mengenai bahan ajar yang selama ini digunakan dalam proses pembelajaran yaitu kurang menarik, kurang efektif, dan tidak dapat digunakan pada kondisi kelas yang mempunyai karakter tertentu seperti kelas yang aktif, sehingga diperlukan bahan ajar yang menarik dan dapat digunakan oleh semua siswa dengan berbagai macam kondisi kelas dan karakter siswa. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis membuat bahan ajar berupa *chem's video* untuk mengatasi permasalahan diatas. Kerangka berfikir secara sistematis dapat dilihat pada gambar 1.20





Gambar 2.19 Kerangka Berfikir