

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Di dunia pendidikan, interaksi dengan bahan-bahan kimia tak dapat dihindarkan terutama bagi sekolah kejuruan kimia. Penggunaan bahan-bahan kimia dalam pembelajaran di sekolah membutuhkan bahan kimia yang tidak sedikit sehingga limbah kimia yang dihasilkan banyak. Oleh karena itu, perlu suatu cara yang dapat mengurangi limbah kimia yang dihasilkan dari penggunaan bahan-bahan kimia dalam pembelajaran agar tidak mengganggu lingkungan sekitar sekolah.

Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor (SMAK Bogor/SMAKBO) merupakan sekolah menengah kejuruan yang menekankan proses pembelajarannya pada praktikum di laboratorium. Melalui kegiatan praktikum di laboratorium, peserta didik diharapkan mampu mencapai pembelajaran sains secara bersamaan yaitu berupa kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Berdasarkan hasil observasi di SMAKBO, salah satu pembelajaran praktikumnya adalah penetapan aluminium secara kompleksometri. Penetapan kadar aluminium dalam tawas merupakan penetapan yang dilakukan dengan menggunakan metode kompleksometri yaitu suatu titrasi yang melibatkan pembentukan suatu kompleks atau ion kompleks yang mudah larut tetapi sedikit terdisosiasi.

Penetapan aluminium secara kompleksometri dilaksanakan dalam skala makro yaitu menggunakan bahan $\pm 0,3$ gram. Praktikum skala makro adalah praktikum yang menggunakan bahan lebih dari 0,1 gram. Praktikum skala makro ini membutuhkan bahan kimia, biaya, serta limbah kimia yang lebih banyak sehingga dapat mengganggu lingkungan di sekitar laboratorium.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dirancang suatu praktikum yang dapat mengurangi pemborosan bahan kimia yang dipakai sehingga dapat menghemat biaya serta minimalisasi limbah agar tidak mengganggu lingkungan sekitar. Praktikum skala semi mikro merupakan praktikum yang dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan tidak mengabaikan tujuan pembelajaran praktikum. Tujuan pembelajaran yang hendak dicapai adalah siswa mampu memahami dan melaksanakan instruksi kerja, menggunakan alat-alat dan bahan untuk menentukan kadar aluminium, mencatat hasil pengamatan dan membuat laporan hasil analisis kadar aluminium.

Hasil pembelajaran diukur dari kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa setelah dilakukan praktikum. Kemampuan kognitif berhubungan erat dengan kemampuan berfikir, sedangkan keterampilan psikomotorik berhubungan dengan aktivitas fisik. Kedua hal ini dibutuhkan dalam proses pembelajaran praktikum kimia. Kemampuan kognitif untuk meningkatkan pengetahuan siswa mengenai teori praktikum sebagai landasan siswa dalam melakukan praktikum,

sedangkan keterampilan psikomotorik untuk melatih keterampilan siswa dalam menggunakan alat-alat laboratorium dan melaksanakan prosedur praktikum.

Praktikum yang dipilih dalam penelitian ini adalah penetapan kadar aluminium secara kompleksometri karena siswa wajib mengambil praktikum ini. Oleh karena itu, peneliti mencoba untuk menerapkan praktikum skala semi mikro guna mengukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa pada praktikum penetapan kadar aluminium secara kompleksometri.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat sarana dan prasarana yang mendukung kegiatan praktikum skala semi mikro?
2. Apakah praktikum skala semi mikro dapat diterapkan pada penetapan aluminium secara kompleksometri sehingga dapat mengurangi limbah kimia yang dihasilkan?
3. Apakah praktikum skala semi mikro dapat mengukur kemampuan kognitif siswa?
4. Apakah keterampilan psikomotorik siswa dapat diukur melalui praktikum skala semi mikro?

C. PEMBATASAN MASALAH

Masalah pada penelitian ini dibatasi pada analisis kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa melalui praktikum skala semi mikro pada penetapan aluminium secara kompleksometri di SMAK Bogor. Praktikum skala semi mikro yang dimaksud adalah praktikum yang dapat mengurangi jumlah bahan kimia serta biaya yang dikeluarkan sehingga dapat meminimalisasi limbah kimia yang dihasilkan.

D. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut, “Apakah kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa dapat diukur menggunakan praktikum skala semi mikro pada praktikum penetapan kadar aluminium secara kompleksometri?”.

E. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mencari pendekatan alternatif praktikum yang dapat meminimalkan limbah kimia yang mengganggu lingkungan di sekitar laboratorium.

F. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat, antara lain:

1. Bagi guru, sebagai panduan praktikum alternatif berskala semi mikro yang lebih ramah lingkungan.
2. Bagi sekolah, diharapkan dapat mengatasi masalah biaya praktikum yang besar serta mengurangi jumlah limbah kimia yang dapat mengganggu lingkungan di sekitar laboratorium.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. BELAJAR DAN HASIL BELAJAR

Belajar menurut Hilgard (lihat Sanjaya, 2008:229) adalah proses perubahan melalui kegiatan atau prosedur latihan baik latihan di dalam laboratorium maupun dalam lingkungan alamiah. Belajar diartikan sebagai proses perubahan tingkah laku pada diri individu berkat adanya interaksi antara individu dengan lingkungannya (Usman, 2006:5).

Gagne berpendapat (lihat Dimiyati & Mudjiono, 2006:10) bahwa belajar merupakan kegiatan yang kompleks. Hasil belajar berupa kapabilitas. Setelah belajar orang memiliki pengetahuan, sikap, keterampilan, dan nilai. Belajar pada dasarnya adalah suatu proses aktivitas mental seseorang dalam berinteraksi dengan lingkungannya sehingga menghasilkan suatu perubahan tingkah laku yang bersifat positif baik perubahan dalam aspek pengetahuan, sikap, maupun psikomotorik. Dikatakan positif, karena perubahan perilaku itu bersifat adanya penambahan dari perilaku sebelumnya yang cenderung menetap (tahan lama dan tidak mudah dilupakan) (Sanjaya, 2008:229). Menurut Dimiyati & Mudjiono (2006:18), belajar merupakan proses internal yang kompleks. Proses internal tersebut adalah seluruh mental yang meliputi ranah-ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Berdasarkan pendapat di atas, maka seseorang dikatakan belajar jika terjadi pada dirinya suatu perubahan baik berupa penambahan pengetahuan, perubahan tingkah laku, penambahan keterampilan, serta nilai seseorang. Misalnya dari tidak bisa menjadi bisa, dari tidak mengerti menjadi mengerti, dari ragu-ragu menjadi yakin, dari tidak sopan menjadi sopan, dari tidak terampil menjadi terampil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kriteria keberhasilan dalam belajar ditandai dengan adanya perubahan tersebut yang cenderung permanen atau tahan lama. Kriteria keberhasilan tersebut merupakan hasil dari proses belajar yang telah dilakukan. Menurut Sudjana (2001:22), hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya.

Hasil belajar menurut Bloom dan Krathwohl (lihat Usman, 2006:34), pada umumnya dikelompokkan dalam tiga kategori, yakni domain kognitif, afektif, dan psikomotorik. Domain kognitif mencakup tujuan yang berhubungan dengan ingatan, pengetahuan, dan kemampuan intelektual. Domain afektif mencakup tujuan-tujuan yang berhubungan dengan perubahan-perubahan sikap, nilai, perasaan, dan minat. Domain psikomotorik mencakup tujuan-tujuan yang berhubungan dengan manipulasi dan kemampuan gerak (motor).

Penelitian ini mengukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa. Kemampuan kognitif untuk mengetahui pengetahuan siswa mengenai penetapan aluminium secara kompleksometri yang

diketahui setelah siswa melakukan praktikum menggunakan skala semi mikro. Keterampilan psikomotorik diukur untuk mengetahui keterampilan siswa dalam menggunakan alat-alat laboratorium dengan ukuran yang lebih kecil dari alat yang biasa digunakan. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa praktikum skala semi mikro tidak mengabaikan tujuan pembelajaran praktikum yang telah ditetapkan.

B. KEMAMPUAN KOGNITIF

Keberhasilan proses belajar mengajar dapat dilihat dari hasil belajar yang dicapai oleh siswa. Bloom (lihat Purwanto, 2008:43-48) membagi tingkat kemampuan atau tipe hasil belajar yang termasuk aspek kognitif menjadi enam, yaitu:

1. Pengetahuan atau hafalan (*knowledge*) ialah tingkat kemampuan yang hanya meminta siswa untuk mengenal atau mengetahui adanya konsep, fakta, atau istilah-istilah tanpa dapat dimengerti, atau dapat menilai, atau dapat menggunakannya.
2. Pemahaman atau komprehensif adalah tingkat kemampuan yang mengharapkan siswa mampu memahami arti atau konsep, situasi, serta fakta yang diketahuinya.
3. Aplikasi atau penerapan, siswa dituntut kemampuannya untuk menerapkan atau menggunakan apa yang telah diketahuinya dalam suatu situasi yang baru baginya. Dengan kata lain, aplikasi adalah

penggunaan abstraksi pada situasi konkret atau situasi khusus.

Abstraksi tersebut dapat berupa ide, teoritis, atau petunjuk teknis.

4. Analisis yaitu tingkat kemampuan siswa untuk menganalisis atau menguraikan suatu integritas atau suatu situasi tertentu ke dalam komponen-komponen atau unsur-unsur pembentuknya.
5. Sintesis ialah penyatuan unsur-unsur atau bagian-bagian ke dalam suatu bentuk yang menyeluruh. Dengan kemampuan sintesis seseorang dituntut untuk dapat menemukan hubungan kausal atau urutan tertentu, atau menemukan abstraksinya yang berupa integritas.
6. Evaluasi, responden diminta untuk membuat suatu penilaian tentang suatu pernyataan, konsep, situasi, dan sebagainya berdasarkan suatu kriteria tertentu.

C. KETERAMPILAN PSIKOMOTORIK

Domain psikomotorik adalah tujuan yang berhubungan dengan kemampuan keterampilan seseorang. Kemampuan psikomotorik taksonomi Harrow (lihat Arikunto, 2007:123125) terdiri dari enam peringkat, antara lain:

1. Gerakan refleks, yaitu respon gerakan yang tanpa sadar dimiliki sejak lahir.
2. Keterampilan gerakan-gerakan dasar, yaitu gerakan-gerakan yang menuntun kepada keterampilan yang sifatnya kompleks.

3. Keterampilan perseptual, merupakan kombinasi dari kemampuan kognitif dan gerakan.
4. Kemampuan fisik, yaitu kemampuan yang diperlukan untuk mengembangkan gerakan-gerakan keterampilan tingkat tinggi.
5. Gerakan-gerakan keterampilan, mulai dari keterampilan sederhana sampai pada keterampilan yang kompleks.
6. Komunikasi nondiskursif, yaitu kemampuan untuk berkomunikasi dengan menggunakan gerakan misalnya ekspresi, isyarat, dan interpretatif.

Dave (lihat Usman, 2006:36-37) mengatakan bahwa hasil belajar psikomotorik dapat dibedakan dalam lima kategori, yaitu:

1. Peniruan/imitasi

Terjadi ketika siswa mengamati suatu gerakan. Mulai memberi respon serupa dengan yang diamati. Mengurangi koordinasi dan kontrol otot-otot syaraf. Peniruan ini pada umumnya dalam bentuk global dan tidak sempurna.

2. Manipulasi

Menekankan perkembangan kemampuan mengikuti pengarahannya, penampilan, gerakan-gerakan pilihan yang menetapkan suatu penampilan melalui latihan. Pada tingkat ini siswa menampilkan sesuatu menurut petunjuk-petunjuk, tidak hanya meniru tingkah laku saja.

3. Ketetapan/presisi

Memerlukan kecermatan, proporsi, dan kepastian yang lebih tinggi dalam penampilan. Respon-respon lebih terkoreksi dan kesalahan-kesalahan dibatasi sampai pada tingkat minimum.

4. Artikulasi

Menekankan koordinasi suatu rangkaian gerakan dengan membuat urutan yang tepat dan mencapai yang diharapkan atau konsistensi internal di antara gerakan-gerakan yang berbeda.

5. Pengalamiahan

Menuntut tingkah laku yang ditampilkan dengan paling sedikit mengeluarkan energi fisik maupun psikis. Gerakannya dilakukan secara rutin. Pengalamiahan merupakan tingkat kemampuan tertinggi dalam domain psikomotorik.

D. PRAKTIKUM SKALA SEMI MIKRO

Praktikum sangat diperlukan dalam proses pembelajaran untuk mengasah kemampuan siswa tidak hanya pada ranah psikomotorik tetapi pada ranah kognitif dan afektif. Selain itu, melalui praktikum dapat memberikan pengalaman belajar yang berkesan bagi siswa agar materi yang dipelajari dapat dipahami dengan baik.

Kegiatan belajar mengajar di Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor menekankan pada kegiatan praktikum untuk mencetak lulusan-lulusannya sehingga siap ditempatkan di dunia industri. Umumnya

kegiatan praktikum yang dilakukan di SMAK Bogor adalah praktikum menggunakan skala makro. Praktikum menggunakan skala makro ini memiliki kelemahan diantaranya bahan kimia yang diperlukan banyak sehingga limbah yang dihasilkan banyak, serta biaya yang dikeluarkan besar.

Kelemahan praktikum skala makro dapat diatasi dengan menggunakan alternatif praktikum yaitu praktikum skala semi mikro. Melakukan praktikum skala semi mikro berarti mengurangi pemakaian bahan kimia dengan jumlah yang lebih kecil dan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan, serta pengurangan biaya bahan yang digunakan.

Praktikum skala semi mikro pada dasarnya sama sebagaimana praktikum menggunakan skala makro. Hanya saja, praktikum skala semi mikro menggunakan alat-alat dengan skala lebih kecil, serta penggunaan bahan yang sedikit.

Sampel yang dibutuhkan pada praktikum skala makro lebih dari 0,1gram, jika sampel yang digunakan sekitar 10-100mg maka disebut analisis semi mikro, sedangkan pada praktikum skala mikro sampel yang dibutuhkan hanya sekitar 1-10mg (Day dan Underwood, 2002:2). Oleh karena itu, pada praktikum skala semi mikro jumlah sampel yang digunakan lebih sedikit dibandingkan skala makro, maka bahan kimia yang akan direaksikan dengan sampel menjadi sedikit. Dengan demikian, limbah yang dihasilkan serta biaya yang dikeluarkan akan sedikit.

Mula-mula, praktikum skala semi mikro diperkenalkan pada laboratorium kimia organik di Perguruan Tinggi Bowdoin, Maine. Selanjutnya diperluas ke bidang anorganik, analitik, dan ilmu kimia lingkungan. Menurut Singh dkk (1999:1684), kimia skala semi mikro mencegah timbulnya pencemaran dengan menggunakan alat-alat yang berukuran kecil serta menggunakan bahan-bahan yang jumlahnya sedikit. Dengan demikian, kimia skala semi mikro dapat mengurangi bahan kimia pada konsentrasi atau volume rendah serta tujuan praktikum dapat tercapai.

E. KETERAMPILAN MENGGUNAKAN ALAT

Kegiatan praktikum kimia membutuhkan peralatan yang sesuai dengan tujuan praktikum. Jika dilakukan praktikum secara gravimetri, maka alat yang digunakan adalah tanur, eksikator, cawan porselein, dan sebagainya. Begitu pula jika praktikum yang dilakukan secara volumetri, maka alat yang digunakan adalah buret, pipet volumetri, erlenmeyer, dan sebagainya. Berhasil atau tidaknya suatu praktikum tergantung pada ketepatan memilih dan menggunakan alat-alat tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan praktikum untuk mengetahui penggunaan alat yang tepat serta meningkatkan keterampilan dalam menggunakan alat-alat laboratorium.

Praktikum kompleksometri merupakan bagian dari analisis volumetri, sehingga alat ukur yang digunakan antara lain neraca analitik, labu ukur, pipet volumetri, dan buret.

1. Neraca Analitik Digital

Neraca analitik ini dapat digunakan untuk menimbang zat dengan ketelitian sampai 4 angka dibelakang koma. Cara menggunakannya, dengan membersihkan neraca terlebih dahulu sebelum digunakan, kemudian mengatur *water pass* jika posisinya tidak tepat. Selanjutnya menolkan skala, kemudian mulai melakukan penimbangan. Jika zat yang akan ditimbang berupa serbuk, maka dapat digunakan kaca arloji sebagai alas pada saat penimbangan. Jika berupa cairan, dapat digunakan botol timbang. Perlu diperhatikan bahwa kaca arloji atau botol timbang tersebut harus diketahui bobot kosongnya. Pada penentuan bobot zat yang ditimbang, neraca harus dalam keadaan tertutup agar hasil penimbangannya akurat. Jika telah selesai melakukan penimbangan, neraca dibersihkan dan ditutup kembali.

Neraca analitik yang digunakan merupakan neraca analitik digital dengan nama dagang Mettler Toledo. Tipe neraca ini adalah AL 204 dengan kapasitas 210gram serta memiliki ketelitian sampai 0,0001gram.

2. Labu Ukur

Labu ukur disebut juga labu volumetri, yaitu alat ukur volum yang digunakan untuk membuat larutan dengan konsentrasi tertentu.

Sebelum labu ukur digunakan, kondisinya harus dalam keadaan bersih agar tidak mengganggu konsentrasi zat yang akan dilarutkan. Pada labu ukur terdapat tanda batas yang melingkari leher labu untuk menghindari kesalahan paralaks ketika menandabatkan larutan. Pada saat menandabatkan, bagian bawah miniskus hendaknya menyinggung tanda volum, tidak boleh lebih atau kurang karena hal ini akan mempengaruhi konsentrasi yang akan ditentukan. Selain itu, zat yang telah dilarutkan dalam labu ukur harus tercampur dengan baik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengocok labu berulang-ulang sebelum ditandabatkan, kemudian membolak-balik labu setelah ditandabatkan. Jika zat padat yang akan dilarutkan, harus dipastikan semua zat tersebut telah larut sempurna sebelum ditandabatkan. Untuk memasukkan zat padat ke dalam labu ukur memerlukan alat-alat gelas lain seperti kaca arloji, corong, dan batang pengaduk. Labu ukur yang digunakan pada praktikum penetapan kadar aluminium dalam tawas secara kompleksometri adalah labu ukur 100mL dengan estimasi alat sebesar $\pm 0,10\text{mL}$ pada suhu 20°C . Labu ukur yang digunakan merupakan buatan Jerman dengan nama dagang Duran yang memiliki *grade* (tingkat) A.

3. Pipet Volumetri

Pipet volumetri digunakan untuk memindahkan larutan yang volumenya sudah pasti, dari satu tempat ke tempat yang lain. Pipet volumetri tersedia dalam beberapa ukuran diantaranya 1mL, 2mL, 5mL,

10mL, 25mL, 50mL, dan 100mL. Sebelum pipet volumetri dipakai, pipet harus dalam keadaan bersih serta harus dibilas terlebih dahulu dengan larutan yang akan dipipet. Ketika pipet sudah berisi larutan, dinding luar pipet harus dilap bersih dengan tisu. Larutan yang telah dipipet dikeluarkan perlahan-lahan dengan mengendorkan telunjuk yang menutup pangkal pipet sampai dasar meniskus tepat mencapai tanda graduasi. Pada saat itu, pipet harus dipegang secara tegak lurus dengan posisi mata sejajar dengan tanda graduasi. Setelah itu, larutan dituangkan ke tempat yang diinginkan dengan posisi pipet tegak lurus dan ujung pipet menyentuh dinding dalam tempat yang telah dimiringkan 45° , kemudian larutan dialirkan sampai larutan tidak menetes lagi dari dalam pipet.

Penetapan ini menggunakan 2 ukuran pipet volumetri yaitu pipet volumetri 2mL dan 5mL. Pipet volumetri 2mL dengan estimasi alat sebesar $\pm 0,01\text{mL}$ (Ex 20°C) ini dibuat oleh suatu perusahaan dengan nama dagang Pyrex. *Grade* (tingkat) dari alat ini A. Selain pipet volumetri ukuran 2mL, pipet ukuran 5mL juga digunakan pada praktikum penetapan kadar aluminium secara kompleksometri. Estimasi pipet ukuran 5mL sebesar $\pm 0,015\text{mL}$ (Ex 20°C). Pipet volumetri ini merupakan buatan Pyrex dengan *grade* A.

4. Buret

Buret merupakan suatu pipa silindris panjang yang memiliki skala sepanjang batangnya, serta memiliki kran di bagian bawahnya dan

ujung yang runcing. Kran buret terbuat dari kaca atau teflon (Bassett dkk, 1994:87). Buret *schelbach* merupakan salah satu buret yang biasa digunakan. Pada buret *schelbach* dinding dalam bagian belakang dilengkapi dengan garis biru di atas dasar putih. Cara pemakaiannya, sebelum diisi dengan titran, buret harus direndam dahulu dalam larutan yang berisi asam sulfat dan kalium dikromat selama 1-2jam. Kemudian buret dicuci, dibilas berturut-turut dengan air ledeng, air suling kemudian dengan larutan yang hendak dipakai. Udara yang terkurung dalam kran atau bagian bawah harus dihilangkan. Selanjutnya buret dipasang pada suatu standar atau statif dengan posisi tegak. Dinding dalam buret yang berada di atas larutan dikeringkan dengan menggunakan kertas saring sampai kering. Setelah itu, permukaan larutan dihimpitkan pada garis nol. Ketika mengamati volume larutan pada buret, mata harus sejajar dengan miniskus cairan pada buret agar skala yang diamati dapat dibaca dengan benar.

Buret yang digunakan merupakan suatu mikro buret 10mL dengan estimasi alat sebesar $\pm 0,02\text{mL}$ (TD 20°C). Nama dagang mikro buret ini adalah Asahi Techno Glass buatan Jepang.

F. KARAKTERISTIK MATERI KOMPLEKSOMETRI

Titration kompleksometri ialah jenis titration di mana titran dan titrat membentuk senyawa kompleks (Harjadi, 1993:234). Menurut Day dan Underwood (2002:220), titration kompleksometri merupakan suatu titration

yang melibatkan pembentukan suatu kompleks atau ion kompleks yang mudah larut tetapi sedikit terdisosiasi.

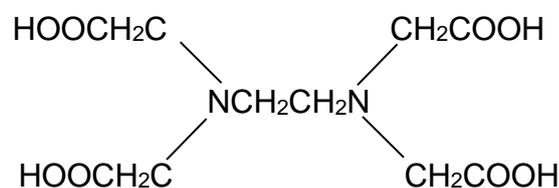
Kompleks adalah sebuah molekul atau ion yang dibentuk oleh interaksi antara sebuah ion logam dan sebuah ligan; ion bertindak sebagai penerima pasangan elektron dan ligan sebagai pendonornya. Ion logam dalam suatu kompleks bertindak sebagai asam lewis dalam menerima pasangan elektron dari ligannya. Ligan merupakan zat yang bertindak sebagai basa lewis dalam memberikan pasangan elektron kepada ion logam sentral untuk membentuk suatu kompleks.

Reaksi pengomplekan dengan suatu ion logam melibatkan pergantian satu molekul pelarut atau lebih yang terkoordinasi, dengan gugus nukleofilik lain. Bassett dkk (1994:301) mengungkapkan kestabilan suatu kompleks jelas akan berhubungan dengan:

- a. Kemampuan mengkompleks dari ion logam yang terlibat.
- b. Ciri-ciri khas ligan.

Pelaksanaan praktikum secara kompleksometri, umumnya menggunakan garam EDTA (etilenadiaminatetraasetat) sebagai penitar. Garam EDTA digunakan sebagai penitar karena dapat membentuk kompleks-kompleks yang stabil dengan senyawa yang relevan serta dapat larut dalam air membentuk kompleks 1:1 dengan ion logam. Oleh karena itu, penetapan aluminium secara kompleksometri menggunakan EDTA sebagai penitarnya.

Jenis titrasi EDTA ada empat, antara lain titrasi langsung, titrasi balik, titrasi penggantian, serta titrasi alkalimetri. Jenis titrasi pada penetapan kadar aluminium secara kompleksometri adalah jenis titrasi balik. Titrasi balik adalah jenis titrasi yang menambahkan larutan EDTA secara berlebih dan terukur pada pH tertentu. Kelebihan reagensia EDTA dititrasi balik dengan suatu ion logam standar seperti larutan zink klorida, zink sulfat, magnesium klorida atau magnesium sulfat sering. Rumus molekul senyawa EDTA dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Rumus molekul EDTA (etilenadiaminatetraasetat)

Standar kompetensi dari penetapan kadar aluminium secara kompleksometri adalah melaksanakan prosedur analisis. Kompetensi dasar yang harus dimiliki siswa pada penetapan ini antara lain:

1. Mempersiapkan larutan untuk standardisasi.
2. Melaksanakan prosedur analisis contoh.
3. Mencatat dan melaporkan data larutan kerja serta hasil analisis contoh.

Penetapan kadar aluminium secara kompleksometri menggunakan sampel tawas aluminium. Rumus kimia sampel tawas aluminium adalah $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$. Bahan yang digunakan pada penetapan ini antara lain pereaksi EDTA, ZnSO_4 , buffer pH 5, dan *xylene orange*. Karakteristik

beberapa bahan kimia yang digunakan pada penetapan aluminium secara kompleksometri dapat dilihat pada lampiran 1 halaman 58. Setelah mengetahui karakteristik bahan, selanjutnya dijadikan rujukan dalam merancang praktikum skala semi mikro. Penetapan aluminium secara kompleksometri dilakukan dalam skala semi mikro sebagai alternatif pembelajaran untuk mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa pada praktikum menggunakan skala semi mikro.

G. PENELITIAN DESKRIPTIF

Penelitian deskriptif menurut Nazir (1998: 63) yaitu suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, ataupun kelas peristiwa pada masa sekarang. Best berpendapat, penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya (lihat Sukardi, 2007:157). Adapun menurut Suryabrata (2006: 75), metode deskriptif dilakukan untuk membuat pencandraan (penggambaran) secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat populasi atau daerah tertentu.

Penelitian ini juga disebut penelitian praeksperimen. Hal ini karena dalam penelitian ini mereka melakukan eksplorasi, menggambar, dengan tujuan untuk dapat menerangkan dan memprediksi terhadap suatu gejala

yang berlaku atas dasar data yang diperoleh di lapangan. Penelitian deskriptif ini hanya berusaha menggambarkan secara jelas dan sekuensial terhadap pertanyaan penelitian yang telah ditentukan sebelum para peneliti terjun ke lapangan dan mereka tidak menggunakan hipotesis sebagai petunjuk arah dalam penelitian (Sukardi, 2007:14).

Rumusan masalah deskriptif adalah suatu rumusan masalah yang berkenaan dengan pertanyaan terhadap keberadaan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih. Jadi dalam penelitian ini peneliti tidak membuat perbandingan variabel itu pada sampel yang lain, dan mencari hubungan variabel itu dengan variabel yang lain (Sugiyono, 2008:56).

Penelitian deskriptif, menurut Sukardi (2007:158), mempunyai langkah penting seperti berikut:

1. Mengidentifikasi adanya permasalahan yang signifikan untuk dipecahkan melalui metode deskriptif.
2. Membatasi dan merumuskan permasalahan secara jelas.
3. Menentukan tujuan dan manfaat penelitian.
4. Melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan.
5. Menentukan kerangka berfikir dan pertanyaan penelitian.
6. Mendesain metode penelitian yang hendak digunakan termasuk dalam hal ini menentukan populasi, sampel, teknik sampling, menentukan instrumen pengumpul data, dan menganalisis data.

7. Mengumpulkan, mengorganisasi, dan menganalisis data dengan menggunakan teknik statistika yang relevan.
8. Membuat laporan penelitian.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. TUJUAN KHUSUS PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik menggunakan praktikum skala semi mikro pada penetapan aluminium secara kompleksometri.

B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2009/2010 di Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor (SMAKBO) di Jl. Binamarga I Ciheuleut Bogor.

C. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah siswa-siswi kelas XI-6 Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor (SMAKBO) di Bogor sebanyak 26 orang.

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Penelitian ini untuk mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, atau kejadian pada saat sekarang dengan memusatkan perhatian kepada masalah-

masalah aktual sebagaimana adanya dan berfungsi untuk memecahkan masalah-masalah praktis.

E. RANCANGAN/DESAIN PENELITIAN

Rancangan penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

a. Tahap persiapan

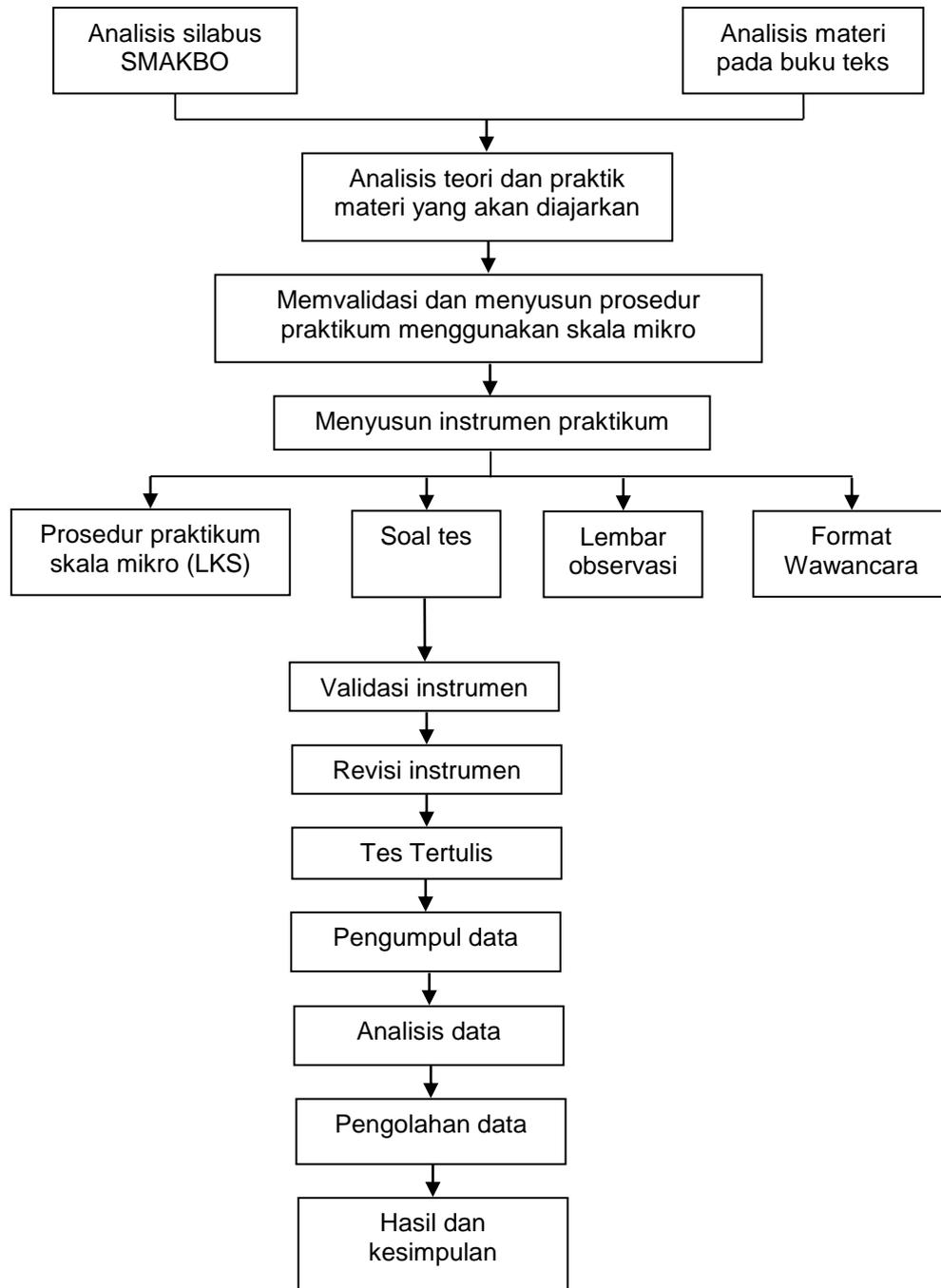
1. Menganalisis silabus SMAKBO untuk menentukan materi pelajaran yang akan dijadikan bahan penelitian.
2. Menganalisis materi pelajaran yang akan diteliti yaitu penetapan aluminium secara kompleksometri melalui buku teks dan panduan praktikum analisis volumetrik II.
3. Menganalisis teori dan praktikum bahan kajian yang akan diteliti.
4. Memvalidasi dan menyusun prosedur praktikum menggunakan skala semi mikro yang akan dilaksanakan pada penelitian.
5. Menyusun instrumen praktikum berupa LKS, tes tertulis, lembar observasi, dan wawancara.
6. Melakukan validasi instrumen tes tertulis.
7. Melakukan revisi instrumen penelitian.

b. Tahap Pelaksanaan

1. Memberi penjelasan kepada siswa mengenai praktikum yang akan dilaksanakan.

2. Melaksanakan praktikum menggunakan skala semi mikro pada bahan kajian penetapan aluminium secara kompleksometri.
 3. Melakukan observasi terhadap keterampilan psikomotorik siswa dalam melakukan kegiatan praktikum skala semi mikro.
 4. Memberikan tes tertulis kepada siswa untuk mengetahui kemampuan kognitif yang siswa miliki.
 5. Melakukan wawancara kepada siswa berkaitan dengan praktikum yang telah dilakukan siswa.
- c. Tahap akhir
1. Mengumpulkan data dari tes tertulis dan lembar observasi siswa selama praktikum berlangsung.
 2. Mengolah data hasil tes tertulis dan observasi siswa.
 3. Menganalisis data dan membahas hasil penelitian kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik.

Berikut alur penelitian yang digunakan:



Gambar 2. Alur Penelitian

F. TEKNIK PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS DATA

Data dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan hasil tes tertulis, LKS, observasi, dan wawancara.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk menjangkau data-data, sebagai berikut :

1. Tes tertulis

Tes tertulis ini berupa tes objektif bentuk pilihan ganda dengan 5 pilihan yang berkaitan dengan penelitian. Soal tes disusun berdasarkan ruang lingkup materi penetapan aluminium secara kompleksometri. Tes ini digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa setelah mendapat perlakuan (praktikum dengan menggunakan skala semi mikro). Soal tes ini merupakan tes kemampuan kognitif yang meliputi aspek ingatan, pemahaman, aplikasi, analitis, dan sintesis.

Soal tes tertulis terdiri dari 30 soal yang berkaitan dengan teori praktikum, selanjutnya soal tes tersebut divalidasi (lampiran 2, halaman 64). Berdasarkan hasil validasi diperoleh soal tes tertulis sebanyak 17 soal (lampiran 3, halaman 65). Tes tertulis tersebut divalidasi dengan rumus Koefisien Korelasi Point Biserial (lampiran 4, halaman 66). Selanjutnya menghitung reliabilitas instrumen tes tertulis dengan rumus Kuder Richardson (lampiran 5, halaman 67).

Penskoran bentuk tagihan pilihan ganda dengan cara penskoran tanpa koreksi terhadap jawaban tebakan adalah satu untuk setiap butir jawaban yang benar. Skor yang diperoleh peserta didik adalah banyaknya

butir soal yang dijawab benar dibagi dengan banyaknya butir soal dikalikan 100, sebagaimana rumus penskoran berikut:

$$\text{Skor} = \frac{B}{N} \times 100$$

Keterangan: B: Butir soal yang dijawab benar

N: Banyaknya butir soal (Haryati, 2010:87)

Selanjutnya menafsirkan data nilai persentase skor perolehan siswa menggunakan kriteria pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Konversi Skor

Angka 100	Keterangan
80 – 100	Baik sekali
66 – 79	Baik
56 – 65	Cukup
40 – 55	Kurang
30 – 39	Gagal

(Arikunto, 2007:245)

2. Observasi

Lembar observasi merupakan lembar untuk mengukur keterampilan psikomotor siswa dengan melakukan pengamatan secara langsung selama kegiatan praktikum berlangsung. Observasi yang dilakukan adalah observasi partisipatif, yaitu peneliti terlibat dengan kegiatan sehari-hari orang yang sedang diamati atau yang digunakan sebagai sumber data penelitian (Sugiyono, 2008:310). Observasi dilakukan terhadap kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan oleh siswa dengan menuliskan tanda *checklist* pada skala nilai.

Skor dapat dihitung dengan menjumlahkan skor yang diperoleh siswa kemudian dibagi dengan jumlah aspek yang diukur (Arikunto, 2007:183).

3. Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan laporan hasil praktikum yang terdiri dari judul percobaan, dasar percobaan, tujuan percobaan, reaksi, alat dan bahan yang digunakan, prosedur kerja, hasil pengamatan, perhitungan, dan kesimpulan.

4. Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit/kecil (Sugiyono, 2008:194). Wawancara dilakukan terhadap perwakilan siswa sebanyak 3 orang untuk memperoleh informasi yang dapat menggambarkan kompetensi siswa lebih mendalam. Wawancara terhadap siswa dilakukan melalui tanya jawab secara langsung.

Data hasil wawancara digunakan sebagai data pendukung untuk menunjang analisis data penelitian.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diolah data penelitian dan pembahasannya. Data penelitian yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel nilai siswa untuk masing-masing kategori kemampuan pada setiap sub kemampuan kognitif dan setiap sub keterampilan psikomotorik. Deskriptif sebaran kategori kemampuan siswa untuk setiap sub kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik dapat dilihat dengan jelas dalam bentuk tabel. Pada bagian akhir akan diuraikan pembahasan tentang kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa, tanpa memperhatikan lagi pembahasan setiap sub kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotoriknya.

A. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan. Kegiatan ini berguna untuk mengantisipasi kekurangan-kekurangan yang mungkin muncul ketika melakukan penelitian. Kegiatan pendahuluan tersebut meliputi tahap perancangan praktikum dan validasi prosedur praktikum menggunakan skala semi mikro. Tujuan umum penelitian ini adalah mencari alternatif dalam meminimalkan limbah praktikum yang dapat mengganggu lingkungan di sekitar laboratorium. Praktikum skala semi mikro ini menekankan pada pengurangan bahan kimia yang biasa

digunakan dalam pembelajaran praktikum. Selain itu, pada praktikum ini alat-alat yang digunakan lebih kecil dari alat yang biasa mereka gunakan.

1. Tahap Perancangan Praktikum

Tahap ini terdiri dari analisis materi, alat-alat praktikum, bahan dan prosedur percobaan. Analisis materi dilakukan untuk memilih materi yang akan dibuat prosedur praktikumnya dalam skala semi mikro. Berdasarkan analisis materi yang dilakukan, diambil materi penetapan kadar aluminium secara kompleksometri.

Tahap selanjutnya adalah analisis alat-alat praktikum, tahap ini dilakukan dengan melakukan inventarisasi alat-alat praktikum skala semi mikro yang dimiliki oleh Laboratorium Volumetri II SMAKBO. Analisis alat-alat praktikum dilakukan agar praktikum skala semi mikro dapat dilaksanakan sesuai dengan prosedur praktikum yang direncanakan. Alat-alat yang digunakan antara lain: pipet volumetri 2mL; buret 10mL; erlenmeyer 25mL; pipet serologi 5mL; labu ukur 100mL; gelas kimia 400mL; kaca arloji; pengaduk kaca; dan neraca analitik digital. Setelah itu dilakukan analisis bahan kimia dalam hal ini hanya dilakukan pengurangan kuantitas bahan kimia yang digunakan, sehingga dapat mengurangi biaya yang diperlukan untuk pembelian bahan kimia dan dapat mengurangi limbah yang dihasilkan.

Penentuan kuantitas bahan yang digunakan untuk praktikum skala semi mikro, dilakukan dengan mengurangi bahan kimia sampai 1/16

konsentarsi dari prosedur percobaan semula. Hasil optimalisasi praktikum dapat dilihat pada lampiran 6, halaman 68.

2. Validasi Prosedur Praktikum

Validasi prosedur praktikum bertujuan untuk mengetahui apakah revisi bahan ajar praktikum penetapan aluminium secara kompleksometri telah memenuhi syarat atau tidak untuk dapat dipakai dalam kegiatan praktikum. Validasi prosedur praktikum ini dilakukan sebelum diujikan kepada siswa SMAKBO kelas XI Angkatan 2009/2010.

Validasi yang dilakukan menetapkan bahwa sampel masih dapat teramati sampai batas 1/16 bahan dari prosedur awal (lampiran 7, halaman 69). Hasil validasi prosedur selanjutnya dihitung akurasi dan presisinya untuk mengetahui kelayakan dari prosedur ini (lampiran 8, halaman 70). Setelah diketahui validasi serta akurasi dan presisi dari prosedur praktikum skala semi mikro pada penetapan kadar aluminium secara kompleksometri ini selanjutnya diaplikasikan kepada siswa SMAKBO untuk mengukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa. Siswa yang diukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotoriknya adalah siswa SMAKBO kelas XI-6 sebanyak 26 siswa. Kelas XI-6 merupakan kelas internasional sehingga jumlah siswanya sedikit.

Prosedur praktikum skala semi mikro yang telah divalidasi selanjutnya disusun dalam bentuk LKS (Lembar Kerja Siswa) yang terdiri

dari tujuan penelitian, teori dasar, alat dan bahan, cara kerja, pengamatan, perhitungan, dan kesimpulan (lampiran 9, halaman 71). LKS ini digunakan sebagai instrumen praktikum pada saat penelitian untuk mengetahui hasil praktikum yang dilakukan siswa.

B. Deskripsi Data

1. Kemampuan Kognitif Siswa pada Penetapan Aluminium secara Kompleksometri menggunakan Praktikum Skala Semi Mikro

Kemampuan kognitif siswa diukur melalui tes tertulis terhadap siswa setelah pelaksanaan praktikum. Tes tertulis yang diujikan sebanyak 17 nomor soal pilihan ganda dengan 5 pilihan (lampiran 10, halaman 77). Soal tes ini meliputi sub kemampuan ingatan, pemahaman, aplikasi, analitis, dan sintesis (lampiran 11, halaman 82). Soal tes tertulis ini sebanyak 17 nomor dari 30 nomor yang telah divalidasi dan dihitung reliabilitasnya. Reliabilitas soal dihitung sebelum dan setelah divalidasi, hasilnya reliabilitas soal tergolong tinggi yaitu lebih dari 0,70 (lampiran 12, halaman 83).

Hasil tes tertulis siswa diolah menggunakan rumus penskoran kemudian skor yang diperoleh menjadi gambaran kemampuan kognitif siswa mengenai teori praktikum (lampiran 13, halaman 85). Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel sebaran jumlah salah dan benar jawaban siswa untuk setiap kategori pada kemampuan kognitif.

a. Kemampuan mengingat siswa

Hasil penilaian kemampuan ingatan siswa diperoleh dari jawaban siswa pada soal nomor 1, 2, 11, dan 15 dalam tes tertulis kognitif. Siswa yang terkategori baik sekali, baik, dan cukup dapat diketahui kemampuan mengingatnya dalam jawaban tes melalui tabel 2. Tabel 2 menyajikan sebaran jawaban siswa dalam menjawab soal kemampuan mengingat.

Tabel 2. Kemampuan Mengingat Siswa

No	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Siswa	Nomor Soal				Jumlah Benar	Jumlah Salah
				1	2	11	15		
1	Baik Sekali	10	C	1	1	1	1	4	0
			D	1	1	1	1	4	0
			O	1	1	1	1	4	0
			Q	1	1	1	1	4	0
			V	1	0	1	1	3	1
			Y	1	1	1	1	4	0
			M	1	0	0	1	2	2
			T	1	1	0	1	3	1
			U	1	0	0	1	2	2
			W	1	1	1	1	4	0
2	Baik	12	B	1	1	1	1	4	0
			E	0	0	0	1	1	3
			A	1	1	1	1	4	0
			F	1	1	1	1	4	0
			G	1	0	1	1	3	1
			J	1	1	0	1	3	1
			K	1	0	1	1	3	1
			L	1	1	0	1	3	1
			N	1	0	1	1	3	1
			R	1	1	0	1	3	1
			S	1	0	1	1	3	1
X	1	1	1	1	4	0			
3	Cukup	4	I	1	1	1	1	4	0
			Z	1	1	0	1	3	1
			H	1	1	0	1	3	1
			P	1	1	0	1	3	1
	Jumlah	26		25	18	16	26		

Berdasarkan tabel 2, hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; siswa yang terkategori kemampuan mengingatnya baik sekali sebanyak 10 orang, siswa terkategori baik sebanyak 12 orang, dan yang terkategori cukup 4 orang. Siswa dengan kategori baik sekali sebanyak 10 orang; sebanyak 6 orang menjawab benar semua soal kemampuan mengingat, sebanyak 2 orang menjawab 3 soal dengan benar, dan sebanyak 2 orang menjawab 2 soal dengan benar. Siswa dengan kategori baik mampu menjawab 4 soal dengan benar sebanyak 4 orang, menjawab 3 soal dengan benar sebanyak 7 orang, dan yang menjawab 1 soal dengan benar sebanyak 1 orang. Siswa yang terkategori cukup sebanyak 4 orang mampu menjawab 4 soal dengan benar sebanyak 1 orang, dan yang mampu menjawab 3 soal dengan benar sebanyak 3 orang

b. Kemampuan pemahaman siswa

Kemampuan pemahaman siswa diukur melalui pemberian soal tes sebanyak 4 soal dari 17 soal tes kognitif. Soal yang menguji kemampuan pemahaman siswa terdapat pada nomor 6, 10, 13, dan 14. Sebaran siswa dalam menjawab soal kemampuan pemahaman dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kemampuan Pemahaman Siswa

No	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Siswa	Nomor Soal				Jumlah Benar	Jumlah Salah
				6	10	13	14		
1	Baik Sekali	10	C	1	0	1	1	3	1
			D	1	0	1	1	3	1
			O	1	0	1	1	3	1
			Q	1	0	0	1	2	2
			V	1	0	1	1	3	1

			Y	1	0	1	1	3	1
			M	1	0	1	1	3	1
			T	0	1	1	1	3	1
			U	1	0	1	1	3	1
			W	1	0	0	1	2	2
2	Baik	12	B	1	0	1	1	3	1
			E	1	0	1	1	3	1
			A	1	0	1	1	3	1
			F	1	0	1	1	3	1
			G	1	0	1	1	3	1
			J	1	0	1	1	3	1
			K	1	0	1	1	3	1
			L	0	0	1	1	2	2
			N	1	0	1	1	3	1
			R	1	0	0	1	2	2
			S	1	0	1	1	3	1
			X	1	0	1	1	3	1
3	Cukup	4	I	1	0	1	1	3	1
			Z	1	0	0	1	2	2
			H	1	0	0	1	2	2
			P	1	0	0	1	2	2
	Jumlah	26		24	1	20	26		

Keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang terkategori baik sekali sebanyak 10 orang, terkategori baik sebanyak 12 orang, dan terkategori cukup sebanyak 4 orang. Sebanyak 10 orang yang terkategori baik diantaranya tidak ada siswa yang mampu menjawab 4 soal dengan benar, namun terdapat siswa yang dapat menjawab 3 soal dengan benar sebanyak 8 orang dan sebanyak 2 orang mampu menjawab 2 soal dari 4 soal kemampuan pemahaman. Siswa yang terkategori baik sebanyak 12 orang; 10 orang dapat menjawab 3 soal dengan benar, dan sebanyak 2 orang dapat menjawab 2 soal dengan benar. Kategori kemampuan cukup sebanyak 4 orang siswa; 1 orang siswa dapat menjawab 3 soal dengan benar, dan 3 orang siswa dapat menjawab 2 soal dengan benar.

c. Kemampuan aplikasi

Kemampuan aplikasi siswa diukur dari pemberian tes sebanyak 4 butir soal dari jumlah soal sebanyak 17 butir. Data mengenai kemampuan aplikasi ini diperoleh dari jawaban siswa pada soal nomor 3, 4, 8, dan 9. Sebaran jawaban siswa dalam menjawab soal kemampuan aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kemampuan Aplikasi Siswa

No	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Siswa	Nomor Soal				Jumlah Benar	Jumlah Salah
				3	4	8	9		
1	Baik Sekali	10	C	1	1	1	1	4	0
			D	1	1	1	1	4	0
			O	1	1	1	1	4	0
			Q	1	1	1	1	4	0
			V	1	1	1	1	4	0
			Y	1	1	1	1	4	0
			M	1	1	1	1	4	0
			T	1	1	1	1	4	0
			U	1	1	1	1	4	0
			W	1	1	1	1	4	0
2	Baik	12	B	1	0	1	1	3	1
			E	1	1	1	1	4	0
			A	1	0	1	1	3	1
			F	1	0	1	1	3	1
			G	1	0	1	1	3	1
			J	1	1	1	0	3	1
			K	1	0	1	1	3	1
			L	1	1	1	1	4	0
			N	1	0	1	1	3	1
			R	1	1	1	1	4	0
			S	1	0	1	1	3	1
			X	1	0	1	1	3	1
3	Cukup	4	I	1	0	1	1	3	1
			Z	1	1	1	0	3	1
			H	1	1	1	1	4	0
			P	1	1	0	0	2	2
Jumlah		26		26	17	25	23		

Kemampuan siswa dalam menjawab soal kemampuan aplikasi dapat dilihat pada tabel 4. Siswa terbagi dalam 3 kategori yaitu baik sekali, baik, dan cukup. Siswa dengan kategori baik sekali sebanyak 10 orang; semua siswa yang terkategori baik sekali mampu menjawab semua soal kemampuan aplikasi dengan benar. Siswa dengan kategori baik sebanyak 12 orang; 3 orang siswa mampu menjawab soal kemampuan aplikasi dengan benar, dan 9 orang siswa mampu menjawab 3 soal kemampuan aplikasi dengan benar. Kategori cukup sebanyak 4 orang siswa; 1 orang yang mampu menjawab 4 soal dengan benar, 2 orang yang mampu menjawab 3 soal dengan benar, dan terdapat 1 orang yang mampu menjawab 2 soal dengan benar.

d. Kemampuan analisis

Kemampuan analisis siswa dapat dilihat pada hasil tes kognitif sebanyak 4 soal dari 17 soal yang diujikan. Soal yang menunjukkan kemampuan analisis siswa yaitu pada nomor 5, 7, 16, dan 17. Sebaran jawaban siswa dalam menjawab soal kemampuan analisis siswa dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Sebaran Kemampuan Analisis Siswa

No	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Siswa	Nomor Soal				Jumlah Benar	Jumlah Salah
				5	7	16	17		
1	Baik Sekali	10	C	1	0	1	1	3	1
			D	1	0	1	1	3	1
			O	1	0	1	1	3	1
			Q	1	1	1	1	4	0
			V	1	1	1	1	4	0
			Y	1	0	1	1	3	1
			M	1	1	1	1	4	0

			T	1	0	1	1	3	1
			U	1	1	1	1	4	0
			W	1	0	1	1	3	1
2	Baik	12	B	0	0	1	1	2	2
			E	1	1	1	1	4	0
			A	0	1	1	0	2	2
			F	0	1	1	0	2	2
			G	0	0	1	1	2	2
			J	0	1	1	0	2	2
			K	0	0	1	1	2	2
			L	0	0	1	1	2	2
			N	0	0	1	1	2	2
			R	0	1	1	0	2	2
			S	0	0	1	1	2	2
			X	0	1	1	0	2	2
			3	Cukup	4	I	0	0	1
Z	0	1				1	0	2	2
H	0	0				1	0	1	3
P	0	1				1	0	2	2
	Jumlah	26		11	12	26	17		

Berdasarkan tabel di atas, siswa dibagi dalam 3 kategori berdasarkan hasil kemampuan kognitif siswa secara keseluruhan. Kategori baik sekali sebanyak 10 orang; 4 orang siswa dengan kategori baik sekali dapat menjawab 4 soal dengan benar; dan 6 orang siswa dapat menjawab 3 soal dengan benar.

e. Kemampuan sintesis

Kemampuan sintesis siswa diukur dari pemberian tes sebanyak 1 butir soal dari total soal tes keseluruhan sebanyak 17. Kemampuan sintesis siswa dapat diketahui pada soal nomor 12. Berdasarkan perhitungan dan hasil konversi skor maka sebaran kemampuan sintesis siswa dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Sebaran Kemampuan Sintesis Siswa

No	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa	Siswa	Nomor Soal	Jumlah Benar	Jumlah Salah
				12		
1	Baik Sekali	10	C	1	1	0
			D	1	1	0
			O	1	1	0
			Q	1	1	0
			V	1	1	0
			Y	1	1	0
			M	1	1	0
			T	1	1	0
			U	1	1	0
			W	1	1	0
2	Baik	12	B	1	1	0
			E	1	1	0
			A	0	0	1
			F	0	0	1
			G	1	1	0
			J	1	1	0
			K	1	1	0
			L	1	1	0
			N	1	1	0
			R	1	1	0
			S	1	1	0
			X	0	0	1
3	Cukup	4	I	0	0	1
			Z	1	1	0
			H	0	0	1
			P	1	1	0
Jumlah		26		21		

Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 10 orang yang terkategori baik sekali tidak dapat menjawab soal kemampuan sintesis dengan benar; 12 orang terkategori baik sebanyak 9 orang yang menjawab soal kemampuan sintesis dengan benar; dan 4 orang yang terkategori cukup sebanyak 2 orang yang menjawab soal sintesis dengan benar.

f. Kemampuan kognitif

Secara keseluruhan, hasil penilaian kemampuan kognitif siswa setelah praktikum diperoleh dari tes tertulis sebanyak 17 butir soal. Tes tersebut terdiri dari kemampuan ingatan, pemahaman, aplikasi, analisis, dan sintesis. Hasil yang diperoleh merupakan penggabungan dari nilai sub kemampuan kognitif yang terdapat pada soal tes tertulis. Berdasarkan perhitungan dan konversi skor maka dapat diketahui sebaran kemampuan kognitif siswa sebagaimana tercantum pada tabel 7.

Tabel 7. Sebaran Kemampuan Kognitif Siswa

Jumlah Siswa	Kategori Kemampuan Kognitif						Rata-rata Kemampuan Kognitif
	Baik Sekali		Baik		Cukup		
26	Σ	%	Σ	%	Σ	%	75,57
	10	38,46	12	46,15	4	15,38	

Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 38,46% siswa kemampuan kognitifnya terkategori baik sekali; 46,15% siswa kemampuan kognitifnya terkategori baik; dan 15,38% siswa kemampuan kognitifnya terkategori cukup. Sebaran skor kemampuan kognitif siswa terdiri dari tiga kemampuan yaitu baik sekali, baik, dan cukup. Pada kemampuan kognitif secara keseluruhan tidak terdapat kategori kemampuan siswa yang kurang atau gagal. Rata-rata kemampuan kognitif siswa adalah 75,57; nilai tes kemampuan kognitif tertinggi siswa sebesar 88,24; sedangkan nilai tes kemampuan kognitif terendah siswa adalah 58,82 (lampiran 14, halaman 75). Grafik dari kemampuan kognitif siswa pada penetapan aluminium secara

kompleksometri menggunakan praktikum skala mikro dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Skor Kemampuan Kognitif Siswa

Grafik di atas menunjukkan sebanyak 10 siswa mendapat skor antara 68,00-73,00. Sebanyak 4 siswa mendapat skor kurang dari 68,00, sedangkan sisanya sebanyak 12 siswa mendapat skor diatas 73,00. Walaupun terdapat 4 orang dari 26 siswa yang mendapat skor dibawah 70, akan tetapi kemampuan kognitif siswa secara umum terkategori baik dengan nilai rata-rata 75,57.

2. Keterampilan Psikomotorik Siswa pada Penetapan Aluminium secara Kompleksometri menggunakan Praktikum Skala Semi Mikro

Aspek keterampilan psikomotorik siswa diukur dengan melakukan observasi terhadap siswa selama praktikum menggunakan lembar observasi (lampiran 14, halaman 86). Pada saat praktikum, observer mengamati siswa sambil memegang lembar observasi kemudian menceklis pada lembar observasi sesuai dengan keterampilan siswa yang diharapkan. Observasi ini dilakukan oleh 4 orang observer.

Data mengenai keterampilan psikomotorik diperoleh dari observasi terhadap siswa berupa jumlah skor pada lembar observasi yang dilakukan pada saat praktikum penetapan aluminium secara kompleksometri menggunakan skala mikro (lampiran 15, halaman 88). Data yang diperoleh dari hasil observasi diolah kemudian disajikan dalam bentuk tabel sebaran keterampilan setiap sub keterampilan psikomotorik.

a. Keterampilan menimbang

Keterampilan siswa dalam menimbang diperoleh dari data hasil observasi selama praktikum berlangsung. Pada lembar observasi, data mengenai keterampilan menimbang terdapat pada nomor 1. Sebaran keterampilan menggunakan neraca dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Sebaran Keterampilan Menimbang

Jumlah Siswa	Sub keterampilan menimbang										Rata-rata keterampilan
	Baik Sekali		Baik		Cukup		Kurang		Gagal		
26	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	85,58
		12	46,15	13	50	0	0	1	3,85	0	

Keterampilan menimbang yang diperoleh dari lembar observasi nomor 1 menunjukkan hasil yang baik. Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 46,15% siswa yang terkategori baik sekali; 50% siswa terkategori baik; dan 3,85% siswa yang terkategori kurang. Sebaran keterampilan menimbang yang terkategori baik sekali dan baik mendominasi kategori keterampilan ini namun masih terdapat siswa yang terkategori keterampilannya kurang. Berdasarkan nilai keseluruhan siswa, rata-rata keterampilan menimbang sebesar 85,58 dan terkategori baik sekali.

b. Keterampilan melarutkan

Keterampilan melarutkan diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan selama praktikum. Data mengenai keterampilan melarutkan terdapat pada nomor 2. Hasil observasi dihitung dan dikonversikan sehingga diperoleh sebaran keterampilan melarutkan yang disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Sebaran Keterampilan Melarutkan

Jumlah Siswa	Sub keterampilan melarutkan										Rata-rata keterampilan
	Baik Sekali		Baik		Cukup		Kurang		Gagal		
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	
26	20	76,92	6	23,08	0	0	0	0	0	0	94,23

Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 76,92% siswa yang terkategori baik sekali; dan 23,08% siswa yang terkategori baik. Kemampuan siswa dalam melarutkan zat terkategori baik sekali dengan rata-rata 94,23. Berdasarkan tabel, tidak ada siswa yang terkategori cukup atau kurang, hampir semua siswa terkategori memiliki

kemampuan melarutkan baik sekali kecuali 6 dari 26 siswa tergolong memiliki keterampilan yang baik.

c. Keterampilan memipet

Data keterampilan memipet diambil dari hasil observasi selama praktikum, yaitu ketika siswa mengambil atau mengeluarkan larutan menggunakan pipet. Data pada lembar observasi dihitung kemudian dikonversikan sehingga diperoleh sebaran keterampilan siswa dalam memipet pada tabel 10.

Tabel 10. Sebaran Keterampilan Memipet

Jumlah Siswa	Sub keterampilan memipet										Rata-rata keterampilan
	Baik Sekali		Baik		Cukup		Kurang		Gagal		
26	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	86,54
	12	46,15	14	53,85	0	0	0	0	0	0	

Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 46,15% siswa terkategori baik sekali dalam keterampilan memipet; 53,85% siswa terkategori baik dalam keterampilan memipet. Sebaran siswa yang menjadi subjek penelitian terbagi dalam dua kategori saja yaitu baik sekali dan baik, tidak terdapat siswa yang terkategori cukup, kurang, atau gagal. Rata-rata keterampilan memipet siswa terkategori baik sekali dengan skor 86,54.

d. Keterampilan menitar

Keterampilan menitar diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan selama praktikum. Data mengenai keterampilan menitar terdapat pada nomor 4. Hasil observasi dihitung dan dikonvesikan sehingga diperoleh sebaran keterampilan melarutkan yang disajikan pada tabel 11.

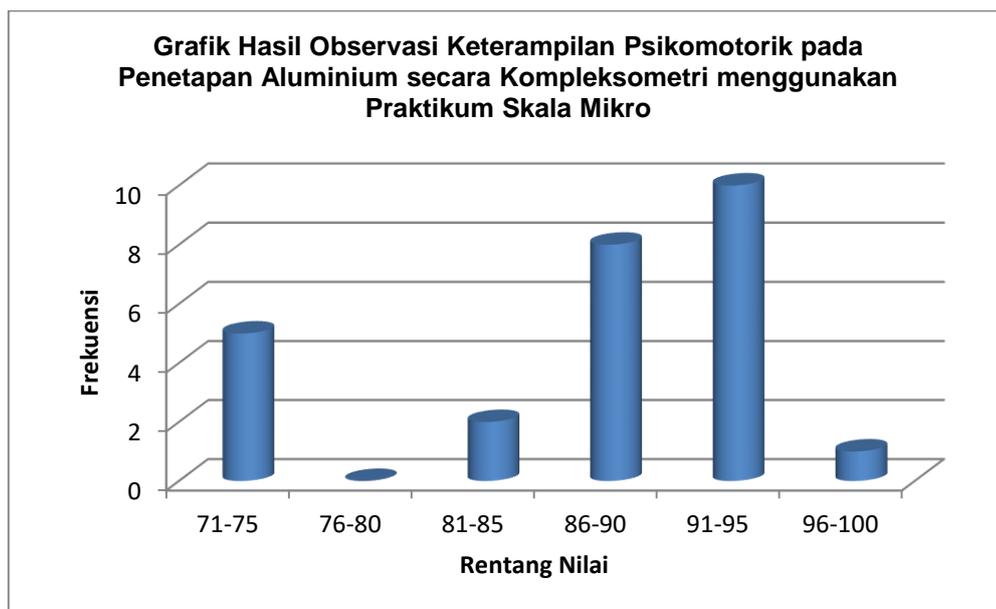
Tabel 11. Sebaran Keterampilan Menitar

Jumlah Siswa	Sub keterampilan menitar										Rata-rata keterampilan
	Baik Sekali		Baik		Cukup		Kurang		Gagal		
26	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	83,65
		10	38,46	15	57,69	0	0	1	3,85	0	

Hasil observasi menunjukkan bahwa skor yang diperoleh dari keseluruhan siswa sebanyak 26 orang; 38,46% siswa terkategori baik sekali; 57,69% terkategori baik; dan 3,85% terkategori kurang. Rata-rata yang diperoleh siswa pada keterampilan menitar terkategori baik sekali dengan nilai 83,65.

e. Keterampilan Psikomotorik

Secara keseluruhan, data keterampilan psikomotorik siswa melalui pembelajaran praktikum menggunakan skala mikro dari semua sub keterampilan psikomotorik yang diukur terkategori baik sekali. Data hasil keterampilan psikomotorik siswa secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 16, halaman 89. Grafik sebaran hasil observasi keterampilan psikomotorik siswa dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Grafik Hasil Observasi Keterampilan Psikomotorik Siswa

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan rentang nilai keterampilan psikomotorik siswa antara 75 sampai 100. Jumlah siswa secara keseluruhan sebanyak 26 siswa; 5 orang siswa mendapat nilai antara 71-75; 2 orang siswa mendapat nilai antara 81-85; 8 orang siswa mendapat nilai antara 86-90; 10 orang siswa mendapat nilai antara 91-95; dan sebanyak 1 orang siswa mendapat 96-100. Hasil observasi yang dilakukan menunjukkan keterampilan siswa sangat baik terlihat pada grafik di atas nilai yang diperoleh siswa tidak ada yang di bawah 70.

Adapun sebaran aspek keterampilan psikomotorik siswa kelas XI-6 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Sebaran Keterampilan Psikomotorik Siswa

Jumlah Siswa	Kategori Keterampilan Psikomotorik				Rata-rata Skor
	Baik Sekali		Baik		
26	Σ	%	Σ	%	87,50
		21	80,77	5	

Hasil yang diperoleh dari keseluruhan jumlah siswa sebanyak 26 orang; 80,77% siswa memiliki keterampilan psikomotorik yang terkategori baik sekali; dan 19,23% siswa memiliki keterampilan psikomotorik yang terkategori baik. Sebaran nilai keterampilan psikomotorik siswa tidak merata karena hanya terdiri dari dua kategori yaitu baik sekali dan baik. Tidak ada siswa yang terkategori cukup, kurang atau gagal. Rata-rata keterampilan psikomotorik siswa menunjukkan bahwa aspek keterampilan psikomotoriknya tergolong kategori baik sekali dengan nilai 87,50. Nilai ini lebih tinggi daripada kemampuan kognitif siswa yang terkategori baik dengan nilai 75,57.

C. Pembahasan

Pada bagian deskriptif data, kita telah mengetahui sebaran kategori kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa untuk setiap sub kemampuan dan keterampilannya. Sebagai bagian penutup dari bab ini, maka akan dibahas mengenai aspek kemampuan kognitif dan psikomotorik secara keseluruhan berdasarkan hasil penelitian pada siswa kelas XI-6 Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor pada praktikum penetapan aluminium secara kompleksometri menggunakan skala semi mikro.

1. Kemampuan Kognitif Siswa

Berdasarkan nilai rata-rata tes kemampuan kognitif untuk setiap siswa, menunjukkan bahwa jumlah siswa dengan kategori baik tidak jauh

berbeda dengan siswa yang terkategori sangat baik. Sebanyak 46,14% siswa (sebanyak 12 dari 26 siswa) memiliki kemampuan kognitif yang baik, sedangkan sebanyak 38,46% siswa (sebanyak 10 dari 26 orang) memiliki kemampuan kognitif yang sangat baik. Selain itu terdapat 4 orang siswa yang kemampuan kognitifnya tergolong cukup (15,38% siswa). Hal ini menunjukkan bahwa praktikum skala semi mikro tidak mengurangi tujuan pembelajaran siswa khususnya pada ranah kognitif.

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang diberikan kepada siswa sebagai instrumen pada praktikum dapat dijadikan salah satu indikator kemampuan kognitif siswa. Pada LKS, siswa diharuskan mencatat hasil pengamatan, perhitungan, dan menarik kesimpulan praktikum yang dilakukannya. Tiga hal ini dapat menunjukkan kemampuan kognitif pada tingkat pemahaman, aplikasi, dan evaluasi. Berdasarkan jawaban siswa pada LKS, sebagian besar siswa dapat menjawab tiga poin tersebut dengan benar. Hal ini menunjukkan kemampuan kognitif siswa secara keseluruhan tergolong baik.

2. Keterampilan Psikomotorik

Keterampilan psikomotorik siswa diperoleh dari hasil observasi selama praktikum. Siswa yang berjumlah 26 orang dibagi dalam dua kelompok besar. Kelompok pertama, melakukan praktikum terlebih dahulu, selanjutnya kelompok kedua melakukan praktikum setelah kelompok

pertama. Selama pelaksanaan praktikum, observasi dilakukan oleh 4 orang observer.

Pelaksanaan praktikum dengan skala semi mikro ini baru mereka dapatkan. Akan tetapi, para siswa sudah terlihat terampil menggunakan alat-alat gelas dalam ukuran kecil. Terbukti pada hasil observasi, skor yang diperoleh siswa tergolong baik sekali. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa tujuan pembelajaran praktikum yang diharapkan tercapai.

Selama kegiatan praktikum, siswa tampak antusias mengikuti praktikum terutama ketika mereka mengetahui alat-alat yang digunakan dalam ukuran kecil. Fakta ini didukung dengan penjelasan siswa pada saat wawancara. Wawancara dilakukan terhadap tiga orang siswa sebagai responden. Ketiga responden mengatakan merasa tertarik dan tertantang dengan praktikum skala semi mikro. Hal ini karena praktikum skala semi mikro merupakan sesuatu yang baru bagi mereka karena menggunakan alat-alat gelas berukuran kecil dan bahan-bahan yang dipakai lebih sedikit.

Siswa tertantang karena dalam praktikum skala semi mikro ini membutuhkan keterampilan dan ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan praktikum skala makro. Salah satu responden menyatakan bahwa praktikum skala semi mikro tingkat kesalahannya lebih besar dibandingkan menggunakan skala makro, oleh karena itu diperlukan ketelitian yang lebih tinggi. Hal ini yang membuat praktikum skala semi mikro lebih sulit dibandingkan praktikum skala makro. Selain itu, siswa belum pernah menggunakan alat-alat tersebut. Kesulitan yang dialami

siswa salah satunya ketika menggunakan bulp pada pipet mikro. Beberapa siswa memipet larutan menggunakan mulut tanpa menggunakan bulp karena menurut siswa pangkal pipet mikro yang terlalu kecil membuat sulit memipet larutan jika menggunakan bulp. Kesulitan lain ketika melakukan penimbangan dengan bobot yang kecil. Hal ini sedikit membuat siswa grogi karena takut menimbang sampel tidak tepat.

Siswa menyatakan manfaat dari praktikum skala semi mikro begitu besar. Siswa mendapatkan pengalaman, menambah pengetahuan dan pembelajaran baru sebagai bekal ketika terjun di dunia kerja nanti.

Praktikum merupakan bagian dari metode pembelajaran yang diterapkan di Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor. Pada pelaksanaannya, metode praktikum menghabiskan waktu yang lebih banyak bila dibandingkan dengan metode ceramah di kelas, sehingga diharapkan siswa memiliki keterampilan psikomotorik yang baik disamping kemampuan kognitifnya. Dengan menggunakan praktikum skala semi mikro, siswa tidak hanya dituntut untuk lebih terampil dalam menggunakan alat laboratorium tetapi diharapkan dapat meminimalisasi penggunaan bahan kimia. Sehingga tujuan untuk dapat meminimalkan jumlah bahan kimia yang dipakai, biaya, serta limbah yang dihasilkan dapat tercapai tanpa mengabaikan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

3. Praktikum Skala Semi Mikro

Praktikum skala semi mikro pada penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan sehingga dapat mengurangi biaya praktikum dan limbah bahan kimia yang dihasilkan. Prosedur praktikum skala semi mikro pada penelitian ini sudah melalui tahap validasi serta pengujian presisi dan akurasi. Prosedur praktikum ini digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa.

Hasil validasi serta perhitungan presisi dan akurasi menunjukkan bahwa prosedur praktikum skala semi mikro pada penetapan kadar aluminium secara kompleksometri masih dapat digunakan. Validasi yang dilakukan sampai mengurangi $1/16$ jumlah sampel dari resep awal. Kesalahan relatif rata-rata diperoleh sebesar 17,92% (lampiran 8, halaman 70). Besarnya kesalahan relatif menunjukkan besarnya tingkat kesalahan dan kecilnya tingkat keakuratan data yang diperoleh. Prosedur praktikum menggunakan skala semi mikro dengan pengurangan sampai $1/16$ jumlah sampel digunakan karena masih masuk dalam toleransi prosentase kesalahan maksimal sebesar 20%.

Praktikum yang baik tidak hanya dinilai dari sisi ekonomis saja, akan tetapi harus juga memperhatikan kecakapan praktikan, pengaruh bahan-bahan kimia yang dipakai terhadap lingkungan tanpa mengabaikan kebenaran data hasil praktikum. Oleh karena itu, validasi serta uji akurasi dan presisi metode praktikum menjadi hal yang penting sehingga data hasil praktikum dapat dipertanggungjawabkan.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan data hasil penelitian kemampuan kognitif dan keterampilan psikomotorik siswa kelas XI-6 Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor dalam praktikum penetapan aluminium secara kompleksometri menggunakan skala semi mikro adalah sebagai berikut:

1. Pada aspek kemampuan kognitif siswa, hasil penelitian yang diperoleh siswa kelas XI-6 secara keseluruhan tergolong baik dengan nilai rata-rata 75,57. Secara keseluruhan, sebaran siswa dalam kemampuan kognitif adalah sebanyak 38,46% tergolong kategori baik sekali; 46,15% siswa tergolong kategori baik; sebanyak 15,38% tergolong kategori cukup.
2. Pada aspek keterampilan psikomotorik siswa terbagi dalam:
 - a. Sub keterampilan menimbang siswa tergolong kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 85,58.
 - b. Sub keterampilan melarutkan siswa tergolong kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 94,23.
 - c. Sub keterampilan memipet siswa tergolong kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 86,54.

- d. Sub keterampilan menitar siswa tergolong kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 83,65.
3. Kesalahan relatif penetapan kadar aluminium secara kompleksometri menggunakan praktikum skala mikro dengan pengurangan sampel sampai 1/16 dari jumlah sampel pada prosedur awal, sebesar 17,92%.

B. Implikasi

1. Melalui pengalaman belajar ini, diharapkan siswa dapat memahami konsep praktikum skala semi mikro sebagai upaya pengendalian limbah yang dihasilkan dari laboratorium kimia, sehingga diharapkan pencemaran yang diakibatkan oleh limbah kimia tidak mengganggu lingkungan disekitarnya.
2. Setelah memahami konsep praktikum skala semi mikro, diharapkan siswa dapat menerapkannya di dunia kerja mereka nantinya sebagai cara alternatif untuk mengurangi jumlah limbah kimia.

C. Saran

Penelitian ini terbatas pada penetapan aluminium secara kompleksometri saja, oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan yang mengangkat beberapa masalah antara lain: (1). Pelaksanaan kegiatan praktikum skala semi mikro pada praktikum kimia volumetri; (2). Melakukan validasi ulang metode praktikum yang akan dilakukan dalam skala semi mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2007. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Edisi Revisi. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bassett, J., R. C. Denney., G. H. Jeffery., dan J. Mendham. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Alih bahasa: A. Hadyana P. dan L. Setiono. Edisi 4. Jakarta: Buku Kedokteran ECG.
- Day, R. A., & A. L. Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga.
- Dimiyati & Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Harjadi, W. 1993. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Haryati, Mimin. 2010. *Model dan Teknik Penilaian pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Nazir, Moh. *Metode Penelitian*. 1998. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Purwanto, M. Ngalm. 2008. *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Sanjaya, W. 2008. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Edisi Pertama. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Singh, M. M., Zvi S., and Ronald M. P. 1999. Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies. *Journal of Chemical Education* 76(12):1684-1686.
- Sudjana, N. 2001. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardi. 2007. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sukmadinata, Nana S. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Sulistiowati, Leila Nuryati, dan R. Y. Yudianingrum. 2009. *Analisis Volumetri*. Bogor: SMAKBO.

Suryabrata, Sumadi. 2006. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Usman, M.U. 2006. *Menjadi Guru Profesional*. Edisi Kedua. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.