

PELATIHAN PENGGUNAAN SMALL SCALE CHEMISTRY KIT UNTUK TITRASI ASAM-BASA BAGI GURU KIMIA SMA DAN SMK DI BULELENG BALI

I Wayan Muderawan, Ni Made Wiratini, Ni Luh Putu Ananda Saraswati, Rachmadhani, Qonita
Awliya Hanif

¹Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja Bali 81117
Email: wayan.muderawan@undiksha.ac.id)

ABSTRACT

The implementation of chemistry practicum in laboratories at SMA and SMK in Buleleng Regency is very low, due to the availability of chemicals, equipment owned by the school, and limitation of budget. To deal with this problem, it is necessary to develop practicum using micro-sized tools and chemicals, known as Small Scale Chemistry (SSC). For this reason, community service activities were carried out to train high school chemistry teachers in Buleleng Regency to use and conduct acid-base experiments in microscale using the SSC Kit. The aim of this social service was to raise awareness and improve the skills of high school chemistry teachers in Buleleng Regency in carrying out acid-base titration practicums using the SSC Kit. This community service activity was carried out in the form of training at the Chemistry Laboratory, SMA Negeri Bali Mandara and mentoring at schools. This training was followed by 14 teachers from 10 SMA and SMK in Buleleng and 10 students of SMA Negeri Bali Mandara. The training consisted of 2 sessions: (1) introduction to the Small Scale Chemistry (SSC) Kit, and (2) practical work on acid-base titration in microscale using the SSC Kit. As part of this activity, it has been prepared a practical instruction module with the SSC Kit and procurement of small glassware needed in the practicum, as well as validation of practicum procedures. In this social service, 6 box of SSC Kit were donated to SMA N Bali Mandara.

Keywords: training, SSC Kit, microscale, acid-base titration, chemistry teacher, SMA and SMK

ABSTRAK

Pelaksanaan praktikum kimia di laboratorium pada SMA dan SMK di Kabupaten Buleleng sangat rendah, karena ketersediaan bahan, alat yang dimiliki sekolah, dan dana yang terbatas. Untuk menangani permasalahan tersebut, perlu dikembangkan praktikum dengan menggunakan alat dan bahan berukuran mikro yang dikenal dengan Small Scale Chemistry (SSC). Untuk itu dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat untuk melatih guru SMA dan SMK di Buleleng untuk melakukan percobaan titrasi asam-basa skala mikro dengan SSC Kit. Pengabdian ini bertujuan untuk menggugah kesadaran dan meningkatkan keterampilan guru-guru kimia SMA dan SMK di Buleleng bagian Timur dalam melaksanakan praktikum titrasi asam-basa skala mikro. Kegiatan pengabdian ini dilakukan dalam bentuk pelatihan di Laboratorium Kimia SMA Negeri Bali Mandara dan pendampingan di sekolah masing-masing. Pelatihan diikuti oleh 14 guru 10 SMA dan SMK di Buleleng dan 10 siswa SMA N Bali Mandara. Pelatihan dikemas dalam 2 sesi: (1) pengenalan Small Scale Chemistry (SSC) Kit, dan (2) melakukan praktikum titrasi asam-basa skala mikro dengan menggunakan SSC Kit. Sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan ini telah dibuat modul petunjuk praktikum dengan SSC Kit dan pengadaan alat-alat gelas ukuran kecil yang diperlukan dalam praktikum, serta validasi prosedur praktikum. Pada pengabdian ini juga diserahkan enam boks SSC Kit kepada SMA N Bali Mandara.

Kata kunci: pelatihan, SSC Kit, skalamikro, titrasi asam-basa, guru kimia, SMA and SMK

PENDAHULUAN

Sekolah merupakan tempat untuk menyelenggarakan pendidikan, dan laboratorium merupakan sarana pembelajaran yang sangat penting dalam proses pembelajaran kimia. Praktikum merupakan salah satu proses pembelajaran yang dilaksanakan di laboratorium. Percobaan atau eksperimen yang dilakukan di laboratorium kimia merupakan proses yang

sangat penting dalam pembelajaran kimia. Kegiatan laboratorium biasanya dilakukan dalam rangka membuktikan teori yang diperoleh. Ilmu Kimia sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam yang diperoleh berdasarkan metode ilmiah, eksperimen, sangat memerlukan proses pembelajaran di laboratorium. Salah satu materi pembelajaran kimia yang proses pembelajarannya memerlukan praktikum di laboratorium yaitu titrasi asam-basa.

Praktikum di laboratorium kimia dapat dilakukan pada tiga tingkatan, tergantung pada jumlah bahan kimia yang digunakan, yaitu skala makro (dari 5 hingga 50 g zat kimia dan > 50 ml pelarut), skala mini (dari 1 hingga 5 g zat kimia dan sekitar 25 ml pelarut), dan skala mikro (<1 g zat kimia dan sekitar 5 ml pelarut) (Chemistry online, 2023; Williamson, dkk. 2007). Praktikum kimia yang dilakukan di laboratorium saat ini yaitu dengan menggunakan skala makro dan mini. Ini menyebabkan mahalnya biaya praktikum, karena alat dan bahan kimia sangat mahal, sehingga banyak sekolah tidak melaksanakan praktikum kimia, karena anggarannya sangat rendah. Kenyataan ini didukung oleh pernyataan guru-guru kimia di sekolah dan hasil beberapa penelitian yang menunjukkan rendahnya pelaksanaan proses pembelajaran kimia di laboratorium, padahal kimia merupakan ilmu pengetahuan berbasis penemuan dan pembuktiannya dilakukan melalui eksperimen di laboratorium. Hasil observasi, penyebaran angket dan wawancara menemukan bahwa pelaksanaan pembelajaran praktikum di laboratorium di SMA dan SMK di Buleleng sangat rendah, sekitar 20% dari tuntutan kurikulum, bahkan ada beberapa sekolah yang tidak melaksanakan praktikum sama sekali. Kendala utama yang dijumpai dan dihadapi sekolah dalam melaksanakan pembelajaran praktikum di laboratorium, yaitu: anggaran sangat rendah sehingga ketersediaan alat dan bahan sangat rendah bahkan cenderung tidak ada dan laboratorium digunakan ruang kelas karena dipaksa untuk menerima siswa melebihi daya dukung yang ada.

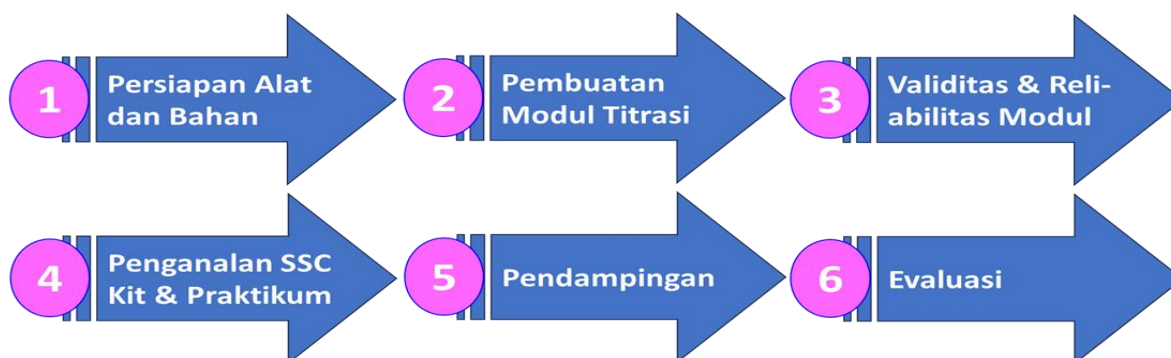
Di lain pihak, di samping mahalnya biaya praktikum, praktikum dengan skala makro dan mini juga menyebabkan pencemaran lingkungan yang lebih tinggi, karena limbah yang dihasilkan cukup banyak. Untuk menangani permasalahan

tersebut, perlu dikembangkan pembelajaran di laboratorium dengan bahan dan alat yang lebih sederhana dan dengan bahan kimia yang lebih sedikit, sehingga mengurangi biaya laboratorium dan pencemaran lingkungan (Listyarini, dkk. 2019). Untuk itu perlu dikembangkan praktikum kimia di sekolah dengan menggunakan alat dan bahan berukuran kecil atau mikro yang dikenal dengan *Small Scale Chemistry* (SSC). Metode kimia skala mikro menggunakan lebih sedikit reagen, mengurangi biaya, mengurangi waktu persiapan, dan meminimalkan produksi zat berbahaya (Worley, 2021). Permasalahannya adalah, mengubah *main set* dan adaptasi guru-guru kimia yang mendapat pengalaman praktikum skala makro dan mini selama proses pendidikannya dan biasa melaksanakan praktikum skala makro dan mini dalam pembelajaran. Banyak guru yang belum tahu dan paham tentang percobaan dengan SSC, demikian juga guru-guru kimia di SMA dan SMK Negeri dan Swasta di Buleleng (Muderawan, dkk. 2024). Untuk itu perlu dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat untuk melatih guru-guru kimia SMA dan SMK di Buleleng untuk merancang dan melakukan percobaan dengan menggunakan SSC *Kit*. Dalam pengabdian kepada masyarakat kali ini, telah dirancang pelatihan penggunaan Small Scale Chemistry Kit dalam praktikum titrasi asam-basa bagi guru-guru kimia SMA dan SMK Negeri dan Swasta di Buleleng bagian Timur.

METODE

1. Bentuk Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan di sekolah, dengan tahapan seperti Gambar 1. Pelatihan dikemas dalam 2 sesi: (1) pembukaan dan pengenalan *Small Scale Chemistry* (SSC) *Kit*, dan (2) praktikum dengan menggunakan SSC *Kit*, yaitu: (i) praktikum titrasi



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat

asam-basa. Pelatihan penggunaan *SSC Kit* dilakukan oleh empat orang dosen dan dibantu oleh tiga orang mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha.

2. Tempat dan Waktu Kegiatan

Puncak kegiatan pengabdian Masyarakat, pelatihan penggunaan *SSC Kit* untuk praktiuk titrasi asam-basa bagi guru-guru kimia SMA dan SMK di Buleleng bagian Timur dilaksanakan di Laboratorium Kimia SMA Negeri Bali Mandara pada hari Jumat, tanggal 12 September 2025. Sedangkan pendampingan dilakukan terhadap guru di sekolah pada akhir September dan awal Oktober 2025.

3. Peserta Kegiatan

Peserta pelatihan ini adalah guru-guru kimia dari SMA dan SMK di Buleleng sebanyak 14 orang, meliputi: SMA Negeri Bali Mandara (3 guru), SMK Negeri Bali Mandara (1 guru), SMA Negeri 1 Sawan (1 guru), SMK Negeri 1 Sawan (1 guru), SMK Negeri 1 Kubutambahan (2 guru), SMA Negeri 1 Tejakula (1 guru), SMA Negeri 3 Singaraja (1 guru), SMA Negeri 4 Singaraja (2 guru), SMA Swasta Karya Wisata (1 guru), SMA Taruna Mandara (1 guru), dan 10 siswa SMA Negeri Bali Mandara.

4. Alat dan Bahan Pelatihan

Alat yang digunakan dalam pelatihan ini adalah *Small Scale Chemistry (SSC) Kit* Titrasi Asam-Basa yang terdiri dari: (1) dua volumetrik pipet, (2) empat gelas kimia 10 mL, (3) empat Erlenmeyer 10 mL, (4) satu labu ukur 10 mL, (5) satu gelas ukur 10 mL, (6) satu siring 3 mL, satu siring 5 mL dan satu jarum siring, (7) satu set *stand* dan *clamp*, (8) empat botol sampel 10 mL, (9) empat pipet plastik, dan selang plastik kecil. Alat titrasi dengan skala kecil dibuat dengan menggunakan pipet ukur 5 mL dan siring 3 mL, yang dirangkai sedemikian rupa. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain: larutan natrium hidroksida (NaOH), ammonium hidroksida (NH₄OH), asam klorida (HCl), asam asetat (CH₃COOH), masing-masing konsentrasi 0,1 M sebanyak 500 mL, dan *phenol phthalein* (pp) sebanyak 50 mL. *SSC Kit* untuk titrasi asam-basa disiapkan sebanyak 6 unit atau boks dan disumbangkan kepada SMA Negeri Bali Mandara.

5. Penyiapan Modul Pelatihan

Ada dua modul pembelajaran yang disiapkan untuk mendukung pelaksanaan

pelatihan penggunaan *SSC Kit* titrasi asam basa, yaitu: modul teori asam basa dan modul petunjuk praktikum titrasi asam-basa skala mikro menggunakan *SSC Kit*. Modul teori asam-basa memuat: (1) tujuan pembelajaran, (2) pendahuluan, (3) titrasi asam kuat-basa kuat, (4) titrasi asam kuat-basa lemah, (5) titrasi asam lemah-basa kuat, (6) titrasi asam lemah-basa lemah, (7) indikator, dan (8) instrumen evaluasi hasil belajar. Sedangkan modul petunjuk praktikum titrasi asam-basa memuat: (1) prosedur titrasi asam kuat-basa kuat, (2) prosedur titrasi asam kuat-basa lemah, (3) prosedur titrasi asam lemah-basa kuat, dan (4) prosedur titrasi asam lemah-basa lemah.

6. Evaluasi Kegiatan Pelatihan

Evaluasi kegiatan ini dilakukan terhadap pelaksanaan kegiatan pelatihan dan pendampingan dengan menggunakan instrumen evaluasi. Instrumen evaluasi memuat: (1) kesesuaian materi pelatihan *SSC*, (b) penyelenggaraan pelatihan, (c) suasana selama kegiatan pelatihan, (d) ketersediaan sarana pelatihan, dan (e) proses pendampingan, yang diukur dalam bentuk tingkat kepuasan dengan skala Likert. Evaluasi dilakukan setelah pelaksanaan pelatihan dan pendampingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Modul Pembelajaran Titrasi Asam-Basa

Sesuai dengan perencanaan, pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan yaitu: (1) pengenalan alat-alat praktikum kimia skala mikro (*Small Scale Chemistry Kit*) dan (2) praktikum di laboratorium dengan menggunakan *SSC Kit* untuk Titrasi Asam-Basa. Terkait dengan pembelajaran titrasi asam-basa dengan menggunakan *SSC Kit*, diperlukan modul pembelajaran. Ada dua modul pembelajaran yang disiapkan untuk mendukung pelaksanaan pelatihan *SSC Titrasi Asam-Basa*, yaitu: modul teori asam-basa dan modul petunjuk praktikum titrasi asam-basa menggunakan *SSC Kit*. Modul teori asam-basa memuat: (1) tujuan pembelajaran, (2) pendahuluan, (3) titrasi asam-basa kuat, (4) titrasi asam-basa lemah, (5) hubungan antara titrasi dan buffer, (6) indikator, (7) ringkasan, (8) memecahkan masalah titrasi, dan (9) instrumen evaluasi hasil belajar. Modul petunjuk praktikum titrasi asam-basa memuat: (1) prosedur titrasi asam kuat-basa kuat, (2) prosedur

titrasi asam kuat-basa lemah, (3) prosedur titrasi asam lemah-basa kuat, dan (2) prosedur titrasi asam lemah-basa lemah.

Praktikum titrasi asam-basa konvensional biasanya menggunakan volume larutan asam atau basa 25 mL. Dalam hal ini, praktikum titrasi asam-basa skala kecil dengan menggunakan SSC Kit, larutan asam dan basa yang digunakan masing-masing dengan konsentrasi 0,1 M dan dengan volume sebanyak 1 mL, dua puluh lima kali lebih kecil dari prosedur konvensional. Untuk melaksanakan proses pembelajaran titrasi asam-basa dengan skala mikro diperlukan SSC Kit, terutama alat atau buret untuk mengukur titran dalam proses titrasi. SSC Kit Titrasi Asam-Basa terdiri dari: (1) satu pipet ukur, (2) empat gelas kimia 10 mL, (3) empat Erlenmeyer 10 mL, (4) satu labu ukur 10 mL, (5) satu gelas ukur 10 mL, (6) satu siring 3 mL (7) satu siring 1 mL, (8) satu *stand* dan *clamp*, (9) empat tabung reaksi 5 mL, (10) lima botol sampel 10 mL, (11) dua pipet plastik, dan (12) satu buret 10 mL. Alat titrasi dengan skala mikro dibuat dengan menggunakan pipet ukur 5 mL, siring 3 mL, jarum siring, karet sumbat dan selang plastik kecil, yang dirangkai sedemikian rupa, Gambar 2. Bahan yang digunakan dalam titrasi asam-basa, antara lain: (1) larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,10M, (2) larutan asam klorida (HCl) 0,10 M, (3) larutan amonium hidroksida (NH₄OH) 0,10 M, (4) larutan asam asetat (CH₃COOH) 0,10 M, dan (5) larutan indikator fenolftalein (pp).

Penuntun praktikum titrasi asam-basa skala kecil yang telah dibuat, sebelum digunakan dalam pelatihan, terlebih dahulu dilakukan uji-coba, untuk memastikan prosedur praktikum dapat dilaksanakan sesuai dengan langkah-langkah yang dibuat dan dengan hasil yang tidak berbeda dengan skala besar. Tujuannya adalah untuk menentukan validitas dan reliabilitas prosedur titrasi asam-basa skala kecil. Perbandingan skala dalam praktikum titrasi asam-basa ini dengan skala yang biasa dipakai adalah 1:25.

Validitas dan reliabilitas adalah dua konsep penting dalam eksperimen yang saling berkaitan, namun memiliki makna yang berbeda. Validitas mengacu pada sejauh mana suatu alat ukur benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur. Sementara reliabilitas mengacu pada konsistensi hasil pengukuran, yaitu seberapa konsisten alat ukur tersebut memberikan hasil yang sama jika digunakan berulang kali dalam kondisi yang sama. Dalam

hal ini validitas mengacu pada keakuratan dari metode/prosedur percobaan titrasi asam-basa skala kecil untuk menghasilkan data sesuai dengan karakteristik dari yang diukur, sedangkan reliabilitas mengacu pada konsistensi data yang dihasilkan, yakni volume titran yang diperlukan dalam titrasi, atau konsentrasi larutan analit yang ditentukan.

Untuk titrasi asam-basa, diperoleh hasil valid dan reliabel. Valid dilihat dari prosedur tersebut dapat digunakan untuk titrasi asam-basa sesuai dengan karakteristik asam dan basa yang digunakan, kuat atau lemah, dan reliabel dilihat dari jumlah volume titran yang diperlukan untuk tiga kali pengulangan, tidak jauh berbeda, demikian juga konsentrasi zat yang ingin ditentukan (analit).

Untuk titrasi asam-basa dengan menggunakan volume larutan asam atau basa 1,0 mL, hasil yang diperoleh tidak berbeda dengan volume larutan asam atau basa 25 mL. Baik volume titran dan konsentrasi larutan analit yang diperoleh sesuai dengan teori. Ini berarti prosedur percobaan titrasi asam-basa skala kecil adalah valid dan reliabel.

Dari hasil uji-coba prosedur dengan tiga kali pengulangan untuk empat pasang titasi asam-basa, konsentrasi analit yang diperoleh tidak berbeda signifikan antara volume 1 mL dengan 25 mL, dan nilai yang diperoleh sesuai dengan konsentrasi analit yang sesungguhnya.



Gambar 2. *Small Scale Chemistry Kit* titrasi asam-basa skala mikro

2. Pelaksanaan Pelatihan SSC Kit Titrasi Asam-Basa

Pelatihan penggunaan *Small Scale Chemistry Kit* dalam praktikum titrasi asam-basa bagi guru-guru kimia SMA dan SMK di Buleleng bagian Timur dilaksanakan pada hari Jumat, tanggal 12 September 2025. Kegiatan pelatihan dilaksanakan di Laboratorium Kimia SMA Negeri Bali Mandara dan diikuti oleh 14 guru kimia SMA dan SMK baik negeri dan swasta serta 10 siswa. Kegiatan diawali dengan pembukaan, dengan menyanyikan lagu Indonesia Raya, doa, laporan ketua pelaksana pengabdian, dan sambutan kepala SMA Negeri Bali Mandara. Setelah pembukaan kegiatan dilanjutkan dengan pengenalan SSC Kit dan praktikum menggunakan SSC Kit untuk titrasi asam-basa skala mikro.

SMA yang terlibat dalam kegiatan ini, yaitu: SMA Negeri Bali Mandara, SMK Negeri Bali Mandara, SMA Negeri 1 Sawan, SMK N 1 Sawan, SMA Swasta Karya Wisata, SMK N 1 Kubutambahan, SMA N 1 Tejakula, SMA N 3 Singaraja, SMA N 4 Singaraja, dan SMA Taruna Mandara.

Dalam laporannya, ketua pelaksana PkM menyampaikan tujuan dari pelatihan SSC Kit

dalam praktikum titrasi asam-basa skala mikro ini adalah untuk meningkatkan kompetensi profesional guru-guru kimia, terutama dalam ilmu kimia dan bidang pedagogi. Pelatihan penggunaan SSC Kit dalam praktikum ini memiliki multi manfaat, selain meningkatkan kompetensi profesional guru, juga melaksanakan praktikum sesuai dengan prinsip kimia hijau (*green chemistry*), atau lebih ramah lingkungan, dan praktikum yang lebih efektif dan efisien. SSC Kit yang digunakan dalam pelatihan ini kemudian disumbangkan kepada SMA Negeri Bali Mandara untuk dapat digunakan dalam kegiatan praktikum kimia, mengingat sekolah ini merupakan sekolah yang mendidik anak-anak miskin dari seluruh Bali dan fasilitas laboratorium baik alat dan bahan yang dimiliki sangat minim. Pelaksanaan pengabdian ini bisa terlaksana berkat dukungan finansial dari Universitas Pendidikan Ganesha dan kerjasama LUPIC (Leading University Program for Internasional Cooperation) dengan Sogang University, Korea Selatan.

Kegiatan pelatihan SSC Kit ini dibuka secara resmi oleh Kepala SMA Negeri Bali Mandara yang diwakili oleh Analis Sumber Daya Manusia SMA Negeri Bali Mandara, Kadek Yuli



Gambar 3. Beberapa dokumentasi kegiatan pelatihan SSC Kit titrasi asam-basa skala mikro

Artama, S.T., M.Pd. Kepala SMA N Bali Mandara menyambut baik kegiatan pelatihan ini karena dapat meningkatkan profesionalisme guru-guru kimia SMA dan SMK dan tentunya akan berdampak pada proses pelaksanaan pembelajaran kimia terutama pembelajaran praktikum kimia di laboratorium. Kepala SMA Negeri Bali Mandara menyatakan secara umum SMA dan SMK di Buleleng menghadapi permasalahan dalam melaksanakan proses pembelajaran praktikum di laboratorium, karena keterbatasan fasilitas, baik alat dan bahan yang ada. Ini tentunya berakar dari anggaran yang sangat rendah untuk pengadaan alat dan bahan praktikum. Dengan adanya kegiatan ini dan sumbangan SSC Kit untuk SMA Negeri Bali Mandara, tentunya sangat membantu sekolah ini dalam menyelenggarakan pendidikan yang lebih baik, terutama dalam pelaksanaan proses pembelajaran praktikum di laboratorium. Untuk itu kami menyambut baik kegiatan ini, dan menyampaikan terima kasih atas pelaksanaan pelatihan SSC Kit ini.

Setelah pembukaan kegiatan dilanjutkan dengan pengenalan SSC Kit khususnya untuk titrasi asam-basa. SSC Kit titrasi asam-basa skala mikro terdiri dari: dua pipet ukur, empat gelas kimia 10 mL, empat Erlenmeyer 10 mL, satu labu ukur 10 mL, satu gelas ukur 10 mL, satu siring 3 mL, satu siring 5 mL, satu jarum siring, satu *stand* dan *clamp*, empat tabung reaksi 5 mL, lima botol sampel 10 mL, dan empat pipet plastik. Masing-masing alat itu dijelaskan fungsi, cara merangkainya dan cara penggunaannya.

Kegiatan dilanjutkan dengan praktikum titrasi asam-basa skala mikro dengan menggunakan SSC Kit. Ada empat percobaan yang dilakukan dalam pelatihan ini, meliputi (1) titrasi basa kuat (NaOH) dengan asam kuat (HCl), (2) titrasi asam basa lemah (NH₄OH) dengan asam kuat (HCl), (3) titrasi basa kuat (NaOH) dengan asam lemah (CH₃COOH), dan (4) titrasi basa lemah (NH₄OH) dengan asam lemah (CH₃COOH). Konsentrasi asam dan basa yang digunakan masing-masing 0,1 M dengan volume masing-masing sekitar 1,0 mL. Guru-guru dibagi dalam lima kelompok, yang terdiri dari empat orang, dan masing-masing kelompok melakukan titrasi asam-basa skala mikro. Titrasi asam-basa dengan skala mikro ini menuntut tingkat ketelitian dan kecermatan yang sangat tinggi, agar mendapatkan hasil yang baik. Dalam pelatihan ini, gugur-guru beradaptasi dalam penggunaan

alat yang tidak seperti biasanya, yaitu alat titrasi berupa “buret” skala kecil. Gambar 3 menunjukkan aktivitas guru-guru selama pelatihan penggunaan SSC Kit dalam praktikum titrasi asam-basa skala mikro. Tampak mereka melakukannya dengan sungguh-sungguh, serius, tekun dan sabar, tetapi ceria.

Praktikum titrasi asam-basa skala mikro ini relatif sederhana dan memerlukan waktu lebih singkat, sehingga dapat membantu peserta fokus pada kimia dan mengurangi beban memori kerja. Meskipun massa dan volume yang digunakan sangat kecil, data yang dihasilkan dari eksperimen skala mikro menunjukkan hasil yang setara atau lebih baik daripada peralatan konvensional. Praktikum skala mikro juga melatih guru dalam menganalisis kesalahan dalam melaksanakan percobaan, sehingga menjadi tantangan tersendiri.

Tantangan dalam praktikum skala mikro adalah adaptasi material laboratorium (bahan kimia), dan adaptasi operasi dasar (cara penggunaan alat) yang digunakan selama praktikum (Isac-García, dkk. 2015; Worley, B. 2021). Karakteristik utama dari teknik ini adalah:

- (1) Bahan: Percobaan yang dilakukan dalam kimia skala mikro menggunakan jumlah bahan kimia utama kurang dari 1 g. Penimbangan harus dilakukan dengan neraca yang memiliki setidaknya dua angka desimal, sebaiknya tiga angka desimal. Perlu dicatat bahwa dengan jumlah ini, deviasi 0,1 g dalam reagen merupakan kesalahan persentase yang sangat signifikan dalam proporsi reagen yang digunakan.
- (2) Pelarut: Jumlah pelarut biasanya sekitar 5 mL. Oleh karena itu, pipet, mikropipet, dispenser, atau spuit dengan gradasi dan presisi yang sesuai untuk setiap percobaan harus digunakan.
- (3) Peralatan: Peralatan atau perlengkapan yang digunakan dalam skala mikro memerlukan penyesuaian dengan jumlah yang digunakan, terutama jika jumlahnya kurang dari 100 mg. Peralatan ini dapat memiliki konfigurasi yang berbeda, mulai dari peralatan yang serupa dengan peralatan konvensional, hanya saja ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan jumlah dan volume yang digunakan dalam teknik ini, atau peralatan yang dirancang khusus berupa SSC Kit atau “Perangkat Skala Mikro”.



Gambar 4. Penandatanganan dokumen dan serah terima barang SSC Kit untuk titrasi asam-basa

Setelah mendapat pelatihan, guru-guru kimia SMA dan SMK di Buleleng memiliki pengetahuan dan keterampilan merancang alat percobaan skala mikro, serta tergugah melakukan praktikum dengan skala mikro di laboratorium. Kegiatan praktikum skala mikro juga sejalan dengan prinsip *green chemistry*, yaitu prinsip-1 *reduce and prevent waste*, prinsip-6 efisiensi energi (*energy efficiency*), prinsip-11 pencegahan polusi (*reduce pollution*) (Martinez, dkk. 2022). Harapannya, kegiatan ini tidak saja berhenti sampai disini, tetapi guru-guru mengimplementasikan pengetahuan dan keterampilannya dalam melaksanakan proses pembelajaran praktikum skala mikro di sekolah masing-masing. Dengan demikian pembelajaran bisa berlangsung secara efektif dan efisien dari segi alat, bahan dan biaya, serta ramah lingkungan.

Setelah dilaksanakan pelatihan penggunaan SSC Kit dalam praktikum titrasi asam-basa skala mikro, kegiatan dilanjutkan dengan penandatanganan dokumen serah terima barang, Gambar 4. Dokumen serah terima barang ditandatangani oleh Ketua Pelaksana Pengabdian kepada Masyarakat, Prof. I Wayan Mudrawan, Ph.D. dan Kepala SMA Negeri Bali Mandara, Ni Made Narawati, S.Pd., M.Pd. Dalam kesempatan ini, sebanyak enam boks SSC Kit untuk titrasi asam-basa skala mikro diserahkan kepada SMA Negeri Bali Mandara yang diterima oleh Kepala

SMA Negeri Bali Mandara. Kegiatan pelatihan penggunaan SSC Kit dalam titrasi asam-basa skala mikro ditutup secara resmi oleh Kepala SMA Negeri Bali Mandara. Dalam kesempatan itu, Kepala SMA Negeri Bali Mandara menyampaikan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Ganesha, Tim Pengabdian, dan guru-guru kimia SMA dan SMK yang telah hadir dan ikut aktif dalam pelatihan ini, serta semua pihak yang ikut terlibat, dengan harapan pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh dapat diimplementasikan di sekolah masing-masing. Penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tinggi disampaikan oleh Kepala SMA Negeri Bali Mandara atas sumbangan SSC Kit-nya, dan ini akan sangat bermanfaat bagi SMA Negeri Bali Mandara.

Respon peserta menyatakan peraktikum titrasi asam-basa skala mikro sangat menyenangkan, aman, nyaman dan cepat serta dapat melatih ketelitian peserta. Respon positif dari para guru juga tampak pada hasil evaluasi terhadap pelaksanaan pelatihan, dimana kegiatan pelatihan secara keseluruhan mendapat nilai sangat tinggi 4,93 dari skala 5. Dari angket yang diedarkan, tingkat kepuasan peserta pelatihan untuk setiap aspek yaitu: (a) kesesuaian materi pelatihan SSC sangat tinggi (nilai 5,00), (b) penyelenggaraan pelatihan (nilai 4,93), (c) suasana selama kegiatan pelatihan (5,00), (d) ketersediaan sarana pelatihan (4,93). Peserta

berharap, pelatihan sejenis ini bisa dilaksanakan secara rutin, dan menjangkau lebih banyak sekolah dan guru kimia.

SIMPULAN

Pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan penggunaan SSC Kit dalam praktikum titrasi asam-basa skala mikro bagi guru-guru kimia SMA dan SMK di wilayah Buleleng telah terlaksana dengan baik dan lancar. Dari pelaksanaan pengabdian ini dapat disimpulkan guru-guru kimia Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Buleleng sangat antusias melaksanakan praktikum titrasi asam-basa skala mikro. Guru-guru kimia juga (1) mulai terbangun kesadarannya akan pentingnya pelaksanaan praktikum kimia dengan menggunakan SSC Kit, (2) memiliki pengetahuan, keterampilan dalam merancang dan kemampuan melaksanakan praktikum kimia, terutama titrasi asam-basa skala mikro dengan menggunakan SSC Kit, dan (3) sangat senang dan sangat puas terhadap pelaksanaan pelatihan praktikum kimia dengan menggunakan SSC Kit. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi terhadap pelaksanaan pelatihan penggunaan SSC Kit dalam praktikum titrasi asam-basa skala mikro dan direkomendasikan kegiatan serupa tetap dilaksanakan dan bisa menyasar sekolah di daerah kecamatan yang sangat minim alat dan bahan untuk praktikum kimia. Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini juga telah diserahkan SSC Kit kepada SMA Negeri Bali Mandara untuk digunakan dalam praktikum kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih banyak kepada *Leading University Project for International Cooperation (LUPIC)* atas bantuannya berupa SSC Kit dan Universitas Pendidikan Ganesha atas pendanaannya melalui DIPA BLU Undiksha dengan kontrak Nomor: 1112/UN48.16/PM/2025. Terima kasih juga disampaikan kepada SMA Negeri Bali

Mandara atas tempat dan dukungannya sehingga kegiatan PkM dapat terlaksana dengan lancar dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chemistry Online. (2023). Microscale Technique. <https://www.chemistry-online.com/microscale/>. Retrieved 20-11-2023.
- Worley, B. (2021). Little wonder: microscale chemistry in the classroom. *Science in School*. 53: 1-4.
- Isac-García, J., Dobado, J. A., Calvo-Flores, F. G., Martínez-García, H. (2015). Experimental Organic Chemistry Laboratory Manual. *Elsevier Science & Technology*. ISBN: [978-0-12-803893-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803893-2).
- Listyarini, R.V., Pamenang, F.D.N., Harta, J., Wijayanti, L.W., Asy'ari, M., Lee, W. 2019. The Integration of Green Chemistry Principles into Small Scale Chemistry Practicum for Senior High School Students. *Jurnal pendidikan IPA Indonesia*. 8(3): 371-378.
- Martínez, J., Cortés, J.F., Miranda, R. (2022). Green Chemistry Metrics, A Review. *Processes*, 10: 1274. <https://doi.org/10.3390/pr10071274>.
- Muderawan, IW., Ananda Saraswati, N.L.P., Rachmadhani. (2024). Pelatihan Penggunaan *Small Scale Chemistry Kit* dalam Praktikum Bagi Guru Kimia SMA di Buleleng Bali. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*. 9(1): 722-726.
- Williamson, K.L., Minard, R.D., Masters, K.M., (2007). *Macroscale and Microscale Organic Experiments*, 5th edition, Houghton Mifflin Company, New York.