

Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Praktikum Kimia Berbasis Skala Mikro Materi Stoikiometri

Sri Supatmi

SMA Santo Yakobus, Jl. Pegangsaan dua Km 3,5 Kelapa Gading 14250, Jakarta, Indonesia

Corresponding author: emikimia@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan keterampilan proses sains antara siswa yang mendapat perlakuan praktikum skala mikro dengan siswa yang mendapat perlakuan praktikum konvensional. Metode penelitian yang digunakan yaitu quasi experiment dengan design pretest and posttest design. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Santo Yakobus, Jakarta Utara pada semester ganjil tahun ajaran 2019-2020. Sampel penelitian sebanyak 40 siswa kelas XII IPA yang terdiri dari 20 siswa di kelas eksperimen dan 20 siswa di kelas kontrol yang dipilih dengan teknik purposive sampling. Kelas eksperimen diberi perlakuan praktikum skala mikro, sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan praktikum konvensional. Kedua kelas diberikan pretest dan posttest dengan menggunakan instrumen tes yang sama. Instrumen yang digunakan terdiri atas 10 soal uraian yang dibuat berdasarkan 8 indikator keterampilan proses sains dan telah diuji validitas dan reliabilitasnya ($r = 0,919$). Untuk melihat keterlaksanaan kegiatan praktikum maka dilakukan pengamatan dengan lembar observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara siswa yang mendapat perlakuan praktikum skala mikro dengan siswa yang mendapat perlakuan praktikum konvensional, ($t_{hitung} (5,412) > t_{tabel} (2,528)$). Praktikum skala mikro lebih efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan dengan praktikum konvensional. Hal ini berkaitan dengan pelaksanaan praktikum skala mikro yang dilakukan secara individu memberikan pengalaman langsung untuk membuktikan fakta, teori dan konsep yang telah dipelajari di kelas sehingga siswa mendapatkan pengetahuan secara mendalam.

Kata kunci

Keterampilan Proses Sains, Praktikum Kimia, Praktikum Skala Mikro, Stoikiometri.

Abstract

This experiment aims to determine the differences of science process skills of students receiving micro-scale lab treatment and students receiving conventional practicum treatment. The research method used was a quasi experiment design with a pretest and a posttest design. This research was conducted at SMA Santo Yakobus, North Jakarta in the first semester of 2019-2020 school year. The research consisted of 40 students of class XII Science consisting of 20 students in the experimental class and 20 students in the control class which were selected by purposive sampling technique. The experimental class was given a micro-scale practicum treatment, while the control class was given a conventional practicum treatment. Both classes were given a pretest and posttest using the same test instrument. The instrument used consisted of 10 essay questions based on the 8 indicators of science process skills that had been tested for validity and reliability ($r = 0.919$). To see the implementation of the practicum activities, observations are made using an observation sheet. The results showed that there were differences in the science process skills of students who received micro-scale lab treatment and students who received conventional practicum treatment, ($t_{count} (5,412) > t_{table} (2,528)$). Micro-scale practicum is more effective to improve science process skills compared to conventional practicum. This is related to the implementation of the micro-scale practicum which is carried out individually and provides direct experience to prove facts, theories and concepts that have been learned in class so that students will gain deep knowledge.

Keywords

Science Process Skill, Chemistry Experiment, Micro-scale Experiment, Stoichiometry.

1. Pendahuluan

Kimia merupakan mata pelajaran yang berkaitan erat dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat memberikan pengalaman langsung untuk membuktikan kebenaran dari teori yang telah dipelajari sehingga dapat menimbulkan minat siswa dalam belajar [1]. Melalui kegiatan praktikum siswa akan menemukan berbagai masalah dan mencari penyelesaiannya secara mandiri dan dapat memberikan efek memori jangka panjang [2]. Kegiatan praktikum juga dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan berbagai keterampilan [3]. Keterampilan penting yang terkait dengan kegiatan laboratorium adalah keterampilan proses sains.

Keterampilan proses sains didefinisikan sebagai "keterampilan berpikir rasional dan logis yang digunakan dalam sains" [4]. Keterampilan proses sains sangat berkaitan dengan penyelidikan ilmiah [5]. Keterampilan ini meliputi mengamati, memprediksi menyimpulkan, mengklasifikasikan, mengukur, dan mengkomunikasikan [6]. Indikator keterampilan ini meliputi perencanaan eksperimen, prediksi, klasifikasi, interpretasi, pengukuran, menyimpulkan, menerapkan konsep, membuat grafik, dan mengkomunikasikan data [2]. Keterampilan ini penting dimiliki oleh siswa karena dapat menyederhanakan pembelajaran sains, mengaktifkan siswa, mengembangkan rasa tanggung jawab siswa dalam pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan kemandirian belajar, serta mengajarkan mereka metode penelitian [7]. Keterampilan ini membutuhkan aktivitas penalaran dan aktivitas berpikir siswa, untuk itu siswa harus menguasai fakta, konsep dan teori yang mendukung penyelidikan ilmiah sehingga siswa dapat mengembangkan konsep-konsep ilmiah secara mendalam [8].

Keterampilan proses sains merupakan bagian dari pembelajaran sains. Sedangkan kualitas pembelajaran sains di Indonesia masih rendah, hal ini terlihat dari skor rata-rata yang diperoleh pada PISA (*Program International Science Assesment*) 2015 untuk sains adalah 493, yang menempatkan Indonesia pada peringkat

kedelapan terendah di peringkat 69 dari 76 negara peserta PISA [9]. Demikian pula, untuk TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) 2015, menunjukkan siswa Indonesia berada di peringkat 36 dari 49 negara dalam hal melakukan prosedur ilmiah dalam mata pelajaran sains [9]. Berdasarkan penelitian juga diperoleh bahwa keterampilan proses sains siswa masih rendah yaitu 30,67% oleh karena itu guru perlu meningkatkan ranah kognitif dan psikomotorik siswa secara efektif dalam proses pembelajaran [2]. Keterampilan proses sains siswa di Provinsi Lampung masih rendah untuk semua indikator (mengamati, mengklasifikasikan, memprediksi, menafsirkan, dan berkomunikasi) [10].

Hasil di atas berkaitan dengan proses pembelajaran masih konvensional (berpusat pada guru), membosankan, kurang interaktif dan komunikatif yang menyebabkan motivasi peserta didik menurun belajar [11,12]. Rendahnya keterampilan proses sains siswa juga disebabkan karena siswa kurang dilatih menyelesaikan permasalahan yang membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti pemecahan masalah, analisis, dan interpretasi. Siswa juga kurang dilatih membaca data observasi dalam bentuk tabel atau menggambarkan data pengamatan yang diperoleh dari hasil percobaan [10].

Untuk itu diperlukan proses pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dan kreatif untuk memperoleh pengetahuan [13]. Hal tersebut dapat dilakukan dengan kegiatan praktikum dimana kegiatan praktikum merupakan pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses penyelidikan ilmiah yang akan mendukung ketercapaian keterampilan proses sains.

Kegiatan praktikum di laboratorium menghadirkan lingkungan belajar yang dapat membantu siswa membangun pengetahuan, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan psikomotorik. Kegiatan ini juga memiliki potensi besar dalam mempromosikan sikap positif dan memberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan bekerja sama dan

komunikasi [14]. Namun fakta di lapangan menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum di laboratorium kurang maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru cenderung melakukan kegiatan praktikum dalam kelompok besar yaitu 4 – 5 siswa, hal tersebut menyebabkan hanya sebagian dari anggota kelompok yang bekerja sedangkan yang lainnya sebagai penonton. Kurangnya peralatan dan bahan, sikap negatif siswa, sikap pasif dan kurangnya kerjasama juga menjadi penyebab rendahnya keterampilan proses sains siswa [15]. Guru juga lebih menyukai kegiatan praktikum secara berkelompok, daripada individu karena membutuhkan persiapan alat dan bahan yang lebih sedikit dan memudahkan dalam pembersihan serta lebih mudah dalam mendisiplinkan dan mengontrol siswa. Hal ini menyebabkan kurangnya keterampilan dan pengetahuan sains para siswa karena siswa membutuhkan pengalaman melakukan praktik secara individu untuk memperoleh keterampilan proses sains [16].

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah melalui penerapan praktikum skala mikro. Praktikum skala mikro adalah pendekatan laboratorium yang berbasis lingkungan, aman, mengurangi limbah karena dilakukan dengan alat dengan skala kecil yang tentunya akan mengurangi jumlah bahan yang digunakan dalam praktikum [17]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan skala mikro telah terbukti efektif dalam uji kimia analitik basah dan menghasilkan data dengan akurasi dan presisi yang sebanding dengan teknik skala makro [18]. Pendekatan dengan kimia skala mikro juga telah diakui oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) [19].

Penggunaan alat praktikum skala mikro juga dapat meningkatkan keselamatan, menghemat biaya dan waktu, ramah lingkungan, mengurangi limbah, peralatan lebih mudah digunakan dan juga meningkatkan pembelajaran kimia [17] [19]. Hal ini juga merupakan salah satu kontribusi pendidikan kimia dalam pembangunan berkelanjutan (*development sustainable*). Praktikum skala mikro memberikan aktivitas langsung dan pengalaman secara individu karena semua siswa dapat melakukan eksperimen secara individual. Praktikum dengan alat skala mikro

lebih mudah digunakan oleh siswa secara individu dan nyaman bagi guru untuk diterapkan di sekolah [19]. Praktikum skala mikro juga merupakan inovasi baru dalam melakukan praktikum kimia di ruang kelas tanpa harus dilakukan di laboratorium [20,21].

Praktikum kimia skala mikro tersebut diharapkan mampu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami materi stoikiometri yang merupakan materi yang bersifat abstrak. Penguasaan materi ini membutuhkan pemahaman pada level mikroskopis (struktur partikulat), makroskopis (struktur fisik) dan simbolik (notasi kimia dan simbol matematika), biasanya siswa mengalami kesulitan dalam menggabungkan ketiga level representasi tersebut [22]. Rendahnya pemahaman terhadap konsep-konsep kimia dan kurangnya minat siswa terhadap pelajaran kimia juga menjadi salah satu penyebab siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi stoikiometri [23].

Praktikum kimia skala mikro tersebut diduga akan dapat mengatasi kesulitan siswa dalam memahami materi stoikiometri pada level mikroskopis sekaligus meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran kimia dengan melaksanakan praktikum di dalam kelas (memindahkan laboratorium ke ruang kelas). Untuk itu peneliti melakukan penelitian tentang peningkatan keterampilan proses sains melalui praktikum berbasis skala mikro materi stoikiometri.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian quasi eksperimental. Desain yang digunakan adalah *pretest and posttest design* [24]. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk menguji suatu perlakuan atau prosedur untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *outcome* dengan mengubah suatu kondisi dan mengamati pengaruhnya terhadap hal lain [25]. Desain penelitian disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Desain penelitian

No.	Kelas	Pre test	Perlakuan	Post test
1	Eksperimen	T1	Praktikum skala mikro	T2
2	Kontrol	T1	Praktikum konvensional	T2

Penelitian ini melibatkan dua kelas yaitu kelas eksperimen yang diberi perlakuan berupa penerapan praktikum skala mikro, dan kelas kontrol yang yang diberi perlakuan penerapan praktikum konvensional yaitu praktikum yang biasa dilakukan oleh siswa. Kedua kelas diberikan *pretest* dan *posttest* dengan menggunakan instrumen tes yang sama. Hasil tes dari kedua kelas tersebut dianalisis dan dideskripsikan untuk melihat sejauh mana peningkatan keterampilan proses sains setelah praktikum.

Penelitian ini melibatkan 40 siswa kelas XII IPA yang terdiri dari 20 siswa pada kelas eksperimen dan 20 siswa pada kelas kontrol. *Pretest* dan *posttest* berupa 10 soal uraian yang disusun dengan mengacu pada indikator keterampilan proses sains menurut [26].

Instrumen tes sebelum digunakan telah dilakukan validasi isi oleh dua guru yang berpengalaman dan validitas item yang dianalisis dengan menggunakan analisis “korelasi *product moment*”. Serta dianalisis reliabilitasnya dengan rumus *Alpha Cronbach* dan diperoleh $r = 0,919$. Instrumen ini digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains sebelum dan sesudah perlakuan. Untuk melihat keterlaksanaan pelaksanaan praktikum pada kelas eksperimen dan kelas kontrol digunakan lembar observasi aktivitas siswa pelaksanaan praktikum yang dilakukan oleh dua orang guru sebagai observer.

Untuk mengetahui peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* digunakan penghitungan *N-gain*. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai keterampilan proses sains antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan dengan "*t-test*" [27]. Sebelum dilakukan uji *t-test* maka dilakukan uji prasyarat analisis yaitu normalitas dengan tes *Kolmogorov-Smirnov* dan homogenitas dengan tes *Levene*. "*t-test*" yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *t-*

independent pada taraf signifikansi 0,05 yang dihitung dengan *software IBM SPSS Statistics 23*.

Pada saat perlakuan praktikum, siswa pada kelompok eksperimen diminta untuk melakukan percobaan skala mikro secara individual menggunakan peralatan kimia skala mikro. Siswa melakukan 4 percobaan yang telah dikembangkan oleh *Chemical Society of Thailand* [28]. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Peralatan skala mikro yang digunakan dalam penelitian

Materi yang dipilih pada penelitian ini adalah stoikiometri, yang merupakan salah satu materi kimia yang dianggap sulit bagi siswa [23]. Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi 1) membuktikan hubungan stoikiometri antara spesi yang terlibat pada suatu reaksi melalui metodologi *microscale chemistry*, 2) melakukan titrasi dengan menggunakan buret mikro untuk menentukan mol suatu produk (*liquid*), 3) menggunakan hukum gas ideal untuk menghitung mol dari produk (*gas*), 4) menghitung jumlah pereaksi pembatas dan pereaksi sisa pada suatu reaksi kimia.

Reaksi pada penelitian ini dilakukan dengan memasukkan logam litium pada *syringe* dan menghubungkannya dengan *syringe* yang berisi air yang dihubungkan dengan kran 3 jalur (*three way stopper*) dan menutup ujung kran terbuka untuk menghindari kebocoran gas. Seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Rangkaian antara suntikan dengan air dan litium

Sedangkan untuk proses titrasi dilakukan dengan menempatkan larutan LiOH pada *syringe* 20 mL dan asam klorida pada *syringe* 1 mL yang dihubungkan melalui kran 3 jalur (*three way stopper*) dan menutup ujung kran terbuka untuk menghindari kebocoran gas. Seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Sistem titrasi *microscale*

Selanjutnya dilakukan proses titrasi sampai warna larutan menjadi transparan dan dicatat volume HCl yang dibutuhkan.

Sedangkan praktikum konvensional pada kelas kontrol siswa melakukan praktikum secara berkelompok (4–5 orang) menggunakan peralatan kimia yang biasa digunakan pada saat praktikum. Siswa juga melakukan 4 percobaan seperti pada kelas eksperimen. Peralatan yang digunakan ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Peralatan yang digunakan pada praktikum konvensional

Untuk proses titrasi dilakukan dengan buret yang dipasang pada statif seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Proses titrasi pada praktikum konvensional

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Observasi Pelaksanaan Praktikum

Selama pelaksanaan praktikum berlangsung dilakukan observasi terhadap keterlaksanaan aktivitas praktikum dengan mengikuti tahapan pelaksanaan praktikum yaitu persiapan litium, reaksi litium dengan air dan titrasi LiOH yang dilakukan oleh 2 orang observer. Hasil observasi diperoleh persentase hasil pengamatan aktivitas berlangsungnya praktikum pada kelas eksperimen diperoleh 92,59% sedangkan pada kelas kontrol diperoleh persentase 88,39%. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua kelas baik eksperimen maupun kelas kontrol keterlaksanaan praktikum pada kategori sangat baik, namun persentase hasil pengamatan aktivitas siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada persentase kelas kontrol.

Hasil ini berkaitan dengan siswa pada kelas eksperimen melakukan praktikum secara individu, hal ini menuntut siswa secara aktif melakukan praktikum.

Peningkatan Keterampilan Proses Sains

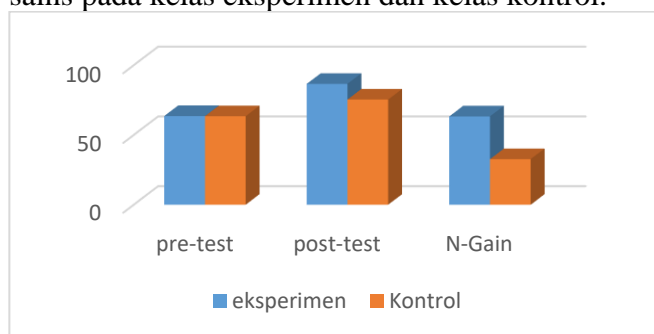
Untuk melihat apakah terdapat peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dihitung *N-gain* dari nilai *pretest* dan *posttest* baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Hasil penghitungan *N-gain* pada masing-masing kelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

	Kriteria	Kelas	
		Eksperimen n = 20	Kontrol n = 20
Peningkatan (<i>N-gain</i>)	Tinggi	11 siswa	
	Sedang	9 siswa	11 siswa
	Rendah		9 siswa

Berdasarkan tabel 2 diperoleh *N-gain* 20 siswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan yaitu 7 siswa pada kriteria tinggi dan sedang 13 siswa berada pada kriteria sedang. Sedangkan pada kelas kontrol 11 siswa pada kriteria sedang dan 9 siswa pada kriteria rendah.

Berikut ini data perbandingan rata-rata nilai *pretest*, *posttest* dan *N-gain* keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

**Gambar 6.** Perbandingan rata-rata nilai *pretest*, *posttest* dan *N-gain*

Dari Gambar 6, rata-rata nilai *pretest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak jauh berbeda, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal keterampilan proses sains siswa sebelum perlakuan hampir sama. Setelah adanya perlakuan penerapan praktikum skala mikro pada kelas eksperimen dan penerapan praktikum konvensional pada kelas kontrol, nilai *posttest* baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan perbedaan secara signifikan. Rata-rata nilai *posttest* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan *N-gain* pada kelas eksperimen mencapai 64,92 sedangkan pada kelas kontrol 31,36, keduanya berada pada kriteria sedang. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol.

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan peningkatan keterampilan proses sains siswa pada

kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan penerapan praktikum kimia skala mikro dan kelas kontrol yang mendapatkan penerapan praktikum kimia konvensional, dilakukan uji-t terhadap nilai *pretest*, *posttest* maupun *N-gain*. Sebelum dilakukan uji-t maka dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan uji *independent sample T-test*, dengan menggunakan *software IBM SPSS Statistics 23* pada taraf signifikansi = 0,05. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi data hasil uji normalitas, uji homogenitas dan uji t terhadap *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* keterampilan proses sains.

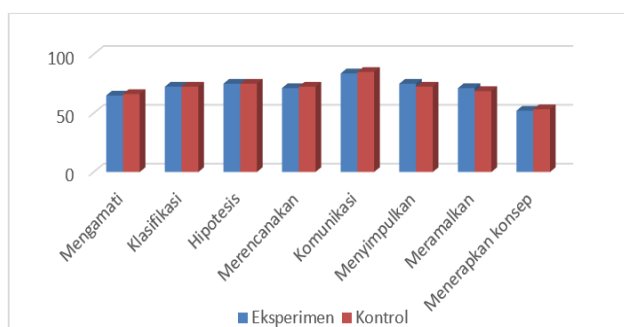
Uji		Pre test		Post test		N-Gain	
		eksperimen	kontrol	eksperimen	kontrol	eksperimen	kontrol
Normalitas n = 20	Sig (0,05)	0,140	0,157	0,162	0,200	0,200	0,200
	kesimpulan	Data normal	Data normal	Data normal	Data normal	Data normal	Data normal
Homogenitas N = 20	Sig (0,05)	0,937		0,717		0,989	
	kesimpulan	Data homogen		Data homogen		Data homogen	
Uji t (<i>t</i> _{tabel} = 2,528)	Sig (2 tailed)	0,815		0,000		0,000	
	kesimpulan	Tidak terdapat perbedaan		Terdapat perbedaan		Terdapat perbedaan	

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji normalitas dan homogenitas data *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol diperoleh nilai sig > 0,05, hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas terdistribusi normal dan memiliki varians homogen, dengan demikian persyaratan parametrik telah terpenuhi. Untuk itu dapat dilanjutkan dengan uji-t pada data *pretest*, *posttest* dan *N-gain*. Hasil uji-t pada data *pretest* menunjukkan *t*_{hitung} (0,236) < *t*_{tabel} (2,528) maka H₀ diterima, artinya rata-rata nilai *pretest* keterampilan proses sains sebelum perlakuan tidak memiliki perbedaan secara signifikan. Sedangkan hasil uji-t pada data *posttest* menunjukkan *t*_{hitung} (5,412) > *t*_{tabel} (2,528) maka H₁ diterima, artinya rata-rata nilai *posttest* keterampilan proses sains setelah perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan. Rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen yang mendapat perlakuan penerapan praktikum skala mikro lebih tinggi dibandingkan

dengan kelas kontrol yang mendapat perlakuan penerapan praktikum konvensional.

Untuk mengetahui adanya peningkatan keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dilakukan uji perbedaan *N-gain*. Pada penelitian ini diperoleh nilai $t_{hitung} (6,875) > t_{tabel} (2,528)$, sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara siswa pada kelas eksperimen dan siswa pada kelas kontrol. Keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen yang mendapat perlakuan penerapan praktikum skala mikro lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelas kontrol yang mendapatkan perlakuan penerapan praktikum konvensional.

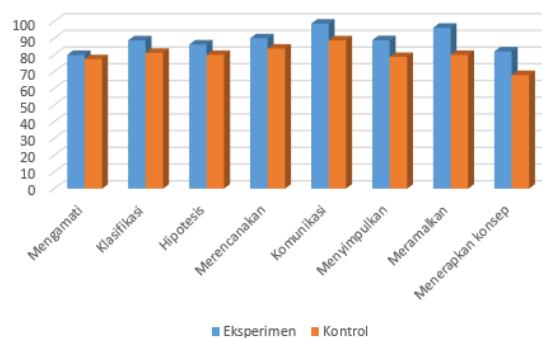
Pada penelitian ini juga dilakukan analisis pada tiap indikator keterampilan proses sains. Perbandingan rata-rata *pretest* pada setiap indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Perbandingan rata-rata *pretest* setiap indikator keterampilan proses sains

Dari Tabel 7, diperoleh nilai rata-rata *pretest* pada setiap indikator keterampilan proses sains siswa tidak jauh berbeda antara siswa pada kelas eksperimen dan siswa pada kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa pada tiap indikator keterampilan proses sains sebelum dilakukan perlakuan hampir sama.

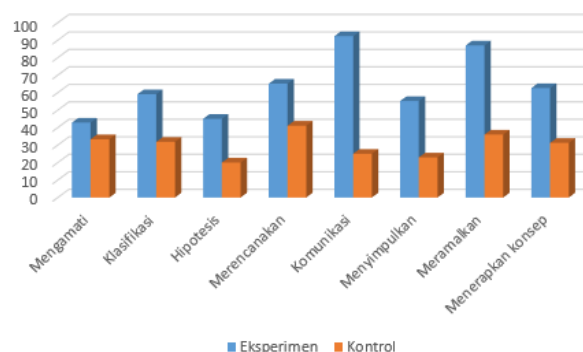
Sedangkan perbandingan rata-rata *posttest* pada setiap indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Perbandingan rata-rata *posttest* setiap indikator keterampilan proses sains

Berdasarkan Gambar 8, setelah mendapatkan perlakuan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelas. Kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan penerapan praktikum skala mikro memiliki rata-rata nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang mendapatkan penerapan praktikum konvensional.

Perbedaan ini juga terlihat dari *N-gain* tiap indikator keterampilan proses sains seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 9. Perbandingan *N-gain* pada setiap indikator keterampilan proses sains

Keterampilan proses sains pada setiap indikator pada kelas eksperimen dan kelas kontrol seluruhnya mengalami peningkatan. Namun *N-gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan praktikum skala mikro lebih efektif meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan praktikum konvensional.

Indikator keterampilan proses sains pada kelas eksperimen yang mengalami peningkatan tertinggi yaitu indikator keterampilan berkomunikasi dengan *N-gain* sebesar 92,31

kemudian pada urutan ke dua yaitu meramalkan (prediksi) dengan *N-gain* sebesar 86,96 dengan kriteria tinggi. Sedangkan peningkatan terendah terdapat pada indikator keterampilan berhipotesis dan melakukan pengamatan untuk merumuskan masalah dengan masing-masing *N-gain* sebesar 45 dan 42,86 pada kategori sedang.

Sedangkan pada kelas kontrol indikator keterampilan proses sains yang mengalami peningkatan tertinggi yaitu pada indikator merencanakan percobaan dan menggunakan alat dengan *N-gain* sebesar 41,09 kemudian pada urutan kedua yaitu indikator meramalkan (prediksi) dengan *N-gain* sebesar 36,00 pada kategori sedang. Sedangkan peningkatan terendah terdapat pada indikator berhipotesis dengan *N-gain* sebesar 20,00 dan indikator menyimpulkan berdasarkan analisa (menafsirkan) dengan *N-gain* sebesar 22,91 pada kategori rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tiap indikator keterampilan proses sains kelas eksperimen lebih tinggi daripada siswa kelas kontrol.

Pembahasan

Praktikum kimia skala mikro lebih efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan dengan praktikum konvensional. Hal ini berkaitan dengan karakteristik praktikum kimia dengan alat skala mikro yang dilakukan secara individu dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa sedangkan pada praktikum secara konvensional dilakukan secara berkelompok yang membuat hanya sebagian siswa yang bekerja sedangkan yang lain sebagai pendukung namun tidak mendapatkan pengalaman secara langsung sehingga hanya sebagian siswa yang memiliki keterampilan proses sains secara baik.

Praktikum skala mikro yang dilakukan secara individu akan dapat memberikan siswa pengalaman langsung dalam pemecahan masalah yang dihadapi dan membuktikan teori yang dipelajari di kelas [29]. Pengalaman langsung tersebut dapat meningkatkan daya ingat pengetahuan yang lebih lama. Siswa juga dapat menerapkan konsep yang telah dipelajari pada eksperimen yang tentunya akan memunculkan pertanyaan-pertanyaan karena siswa menemukan hal yang baru [30]. Pengalaman langsung yang

diperoleh di laboratorium meliputi mengamati, merumuskan masalah, memprediksi, berhipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menyimpulkan. Pengalaman ini akan mendukung siswa dalam memahami, mengembangkan dan mendapatkan pengetahuan melalui proses mengobservasi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan sehingga dapat menumbuhkan sikap ilmiah dalam diri siswa dan meningkatkan keterampilan proses sains siswa [31]. Pengalaman langsung tersebut juga dapat meningkatkan kemampuan berfikir siswa dalam membangun konsep yang baru [32]. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [33] yang mendapatkan hasil bahwa pembelajaran berbasis laboratorium dapat memadukan antara teori dan praktek sehingga mendukung peningkatan keterampilan proses sains dalam mengobservasi alat, mengklasifikasi alat, melakukan pengukuran, menyimpulkan hasil percobaan, dan mengkomunikasikan hasil percobaan.

Kegiatan praktikum secara individu juga dapat memberikan kesempatan siswa untuk menggunakan kemampuan secara maksimal untuk mencari dan melakukan penyelidikan secara sistematis, kritis, logis, analitis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dan membantu dalam proses pemecahan masalah [30]. Hal ini menyebabkan siswa lebih mudah dalam mengingat daripada dijelaskan oleh guru sehingga siswa lebih mudah dalam menjawab soal maupun dalam mengisi lembar kerja. Hal ini akan mendukung terjadinya peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol.

Praktikum skala mikro juga memiliki keunggulan dibanding dengan praktikum konvensional. Praktikum kimia skala mikro dirancang dengan memperhatikan prinsip-prinsip kimia hijau yaitu mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan, menggunakan bahan yang tidak berbahaya serta mengurangi limbah yang dihasilkan [34]. Dalam penelitian ini volume LiOH yang dititrasi hanya 5 mL, lebih sedikit dibanding dengan volume LiOH yang digunakan pada praktikum konvensional yaitu 20 mL hal ini berakibat pada volume HCl yang dibutuhkan untuk

menetralkan LiOH juga lebih sedikit pada kelas eksperimen yaitu ± 4 mL sedangkan pada kelas kontrol membutuhkan volume HCl ± 17 mL. Peralatan yang digunakan pada praktikum skala mikro juga lebih sederhana dibanding praktikum konvensional yaitu menggunakan *syringe* 20 mL dan kran yang terbuat dari bahan plastik dibandingkan pada praktikum konvensional yang menggunakan buret terbuat dari bahan kaca yang mudah pecah. Hal ini membuat siswa lebih nyaman dan percaya diri dalam melakukan praktikum secara individu tanpa memiliki rasa kekhawatiran untuk memecahkan alat karena terbuat dari plastik [35]. Hal ini tentunya juga akan meminimalkan biaya, jumlah bahan kimia, kebutuhan alat-alat kimia yang biasanya terbuat dari kaca, produksi limbah, menekan biaya penanganan limbah, membutuhkan waktu yang relatif singkat namun tetap mempertahankan konsep percobaan, teknik dan keterampilan laboratorium [34, 36].

Kegiatan praktikum menggunakan alat skala mikro yang dilakukan secara individu juga memungkinkan siswa memvisualisasikan apa yang terjadi pada tingkat sub mikroskopik stoikiometri hal ini tentunya siswa akan lebih banyak memperoleh pengetahuan konseptual [37]. Submikroskopik merupakan bagian dari pemahaman konsep kimia yang terdiri dari tiga kategori representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik [38]. Biasanya siswa mengalami kesulitan dalam menggabungkan ketiga level representasi tersebut terutama pada level submikroskopik.

Penggunaan alat skala mikro secara individu juga menuntut siswa terlibat secara aktif, mengembangkan rasa tanggung jawab terhadap pembelajaran sendiri, meningkatkan kemandirian serta mengajari siswa metode penelitian [7]. Siswa juga dituntut menguasai fakta, konsep dan teori yang mendukung penyelidikan ilmiah, hal ini tentunya akan mengembangkan keterampilan berpikir siswa dan mendapatkan pengetahuan tentang konsep-konsep kimia secara mendalam [8].

Sedangkan pada praktikum konvensional pelaksanaannya dilakukan secara berkelompok (4-5 orang), hal ini mengakibatkan sebagian siswa yang bekerja dan sebagian yang lain menjadi

penonton. Biasanya hal ini dilakukan dengan pertimbangan keterbatasan alat yang dimiliki sekolah, penggunaan bahan yang lebih sedikit, memudahkan dalam pembersihan serta lebih mudah dalam mendisiplinkan dan mengontrol siswa. Namun hal ini menyebabkan kurangnya keterampilan dan pengetahuan siswa karena hanya sebagian siswa yang melakukan praktikum padahal untuk memperoleh keterampilan proses sains di laboratorium siswa membutuhkan pengalaman melakukan praktikum secara individu [16].

Berdasarkan penjelasan di atas maka diperoleh beberapa temuan dalam penelitian ini yaitu (1) penerapan praktikum skala mikro lebih efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan dengan praktikum konvensional, hal ini dikarenakan praktikum skala mikro dilakukan secara individu yang dapat memberikan pengalaman langsung yang dapat meningkatkan daya ingat pengetahuan yang lebih lama dan meningkatkan kemampuan berpikir siswa yang mengakibatkan meningkatnya keterampilan proses sains. Namun peningkatan tersebut masih pada kategori sedang, hal ini dikarenakan pelaksanaan praktikum secara individu sangat membutuhkan kemandirian siswa serta siswa dituntut menguasai fakta, konsep dan teori yang mendukung penyelidikan ilmiah. Tentunya hal ini bukan hal mudah bagi siswa karena siswa sudah terbiasa menggunakan praktikum konvensional yang dilakukan secara berkelompok sehingga ketika terdapat siswa yang tidak memiliki pemahaman konsep secara utuh bisa dibantu oleh anggota kelompok yang lain. (2) Peningkatan setiap indikator keterampilan proses sains lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen tersebar pada kategori tinggi dan sedang, sedangkan peningkatan keterampilan proses sains pada kelas kontrol tersebar pada kategori sedang dan rendah.

Keterampilan proses sains merupakan kemampuan yang penting untuk dimiliki oleh siswa karena dapat melatih siswa dalam proses berfikir dan sikap ilmiah. Keterampilan proses sains juga menjadi bagian yang penting bagi guru dalam mengajarkan sains secara efektif. Keterampilan proses sains dapat memfasilitasi

siswa dalam belajar sains melalui pendekatan konstruktivisme. Hal ini disebabkan siswa akan terlibat secara langsung dalam pembelajaran untuk membuktikan fakta, konsep dan teori yang telah diperoleh dari kelas. Untuk itu guru sebagai pengelola pembelajaran harus dapat menyediakan lingkungan belajar dengan kegiatan langsung yang memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan proses sains [39].

4. Kesimpulan

Hasil observasi terhadap pelaksanaan praktikum diperoleh 92,5% pada kelas eksperimen dan 88,39% pada kelas konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa keterlaksanaan kedua praktikum berada pada kategori sangat baik, namun persentase hasil pelaksanaan praktikum skala mikro lebih tinggi daripada praktikum konvensional. Hasil ini berkaitan dengan praktikum skala mikro yang dilakukan secara individual menuntut siswa terlibat secara aktif dalam pelaksanaan praktikum. Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan proses sains pada

kelompok siswa yang mendapat perlakuan penerapan praktikum skala mikro dengan kelompok siswa yang mendapatkan penerapan praktikum konvensional, $t_{hitung} (5,412) > t_{tabel} (2,528)$. Praktikum skala mikro lebih efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan dengan praktikum konvensional. Hasil ini berkaitan dengan pelaksanaan praktikum skala mikro dilakukan secara individu akan memberikan pengalaman langsung untuk membuktikan fakta, teori dan konsep yang telah dipelajari di kelas sehingga siswa mendapatkan pengetahuan secara mendalam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan kepada Kepala Sekolah SMA Santo Yakobus yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian. Siswa-siswi SMA Santo Yakobus yang telah membantu dalam proses penelitian serta berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel jurnal ini.

Daftar Pustaka

- [1] Nofiana I, Yulianti D, Riswandi. Pengembangan Panduan Pratikum Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Kelas X SMA di Kota Bumi Lampung Utara. *J Teknol Inf Komun Pendidik* 2015; 3: 1–12.
- [2] Irwanto, Rohaeti E, Widjajanti E, et al. Students' science process skill and analytical thinking ability in chemistry learning. *AIP Conf Proc*; 1868. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.1063/1.4995100.
- [3] G D, M, Yadigaroglu M. the Effect of Laboratory Method on High School Students' Understanding of the Reaction Rate. *West Anatolia J Educ Sci* 2011; 509–516.
- [4] Burns Joseph C, OkeyJames R WKC. Development of an integrated process skill test: TIPS II. *J Res Sci Teach* 1985; 22: 169–177.
- [5] Lederman JS. Best Practices in Science Education Teaching Scientific Inquiry : *Natl Geogr Mag*; 7.
- [6] Rezba RJ, Mcdonnough JT, Matkins JJ, et al. *Learning and Assessing Science Process Skills*. 2007.
- [7] Karamustafaoğlu S. Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers Using I Diagrams. *International Journal of Physics & Chemistry Education* 2011; 3: 26–38.
- [8] Zeidan AH, Jayosi MR. Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World J Educ* 2014; 5: 13–24.
- [9] OECD. *PISA 2015 Result in Focus*. Genewa: OECD Publishing, 2016.
- [10] Sunyono S. Science Process Skills Characteristics of Junior High School Students in Lampung. *Eur Sci Journal, ESJ* 2018; 14: 32.
- [11] C K, I S, R W, et al. *Use of an Aptitude Test in University Entrance--A Validity Study: Updated Analyses of Higher Education Destinations, Including 2007 Entrants*. London: DfES, 2007.
- [12] Wahono. *Pengembangan Model Pembelajaran "MiKiR" pada Perkuliahan*

- Fisika Dasar untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Pemecahan Masalah Calon Guru SMK Program Keahlian Tata Boga*. Bandung: Pascasarjana UPI, 2011.
- [13] Ikhsan J, Riyanningsih S, Binamarga J, et al. the Action for Improving Science Process Skill of Students ' Through Scientific Approach and the Use Ict Support in Volumetric Analytical Chemistry At Smk – Smak Bogor. *Int Conf Educ Res Innov* 2016; 121–125.
- [14] A H. The Laboratory In Chemistry Educational : Thirty Years Of Experience With Developments, Iimplementation, And Research. *Chem Educ Res Pract* 2004; 5: 247–264.
- [15] Mingan A. *The implementation of school based practical science assessment in several secondary schools in the lower Perak district*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya, Faculty of Education., 2011.
- [16] Sharifah LK. Insights into science education: Planning and policy priorities in Malaysia. *Minist Educ Malaysia* 1993; 1–291.
- [17] Singh MM, Szafran Z, Pike RM. Microscale chemistry and green chemistry: complementary pedagogies. *J Chem Educ* 1999; 76: 1684–1686.
- [18] Singh MM, McGowan CB, Szafran Z, et al. A comparative study of microscale and standard burets. *J Chem Educ* 2000; 77: 625–626.
- [19] Bradley JD. Small-Scale Chemistry. 2002; 24: 8–10.
- [20] Abdullah M, Mohamed N, Ismail Z. The Effect of Microscale Chemistry Experimentation on Students' Attitude and Motivation towards Chemistry Practical Work. *J Sci Math Educ Southeast Asia* 2007; 30: 44–72.
- [21] Cooper S, Conway K, Guseman P. Making the most of microscale: using microchemistry as a tool to transform teaching. *Sci Teach* 1995; 65: 46–49.
- [22] Evans KL, Yaron D, Leinhardt G. Learning stoichiometry: a comparison of text and multimedia formats. *Chem Educ Res Pract* 2008; 9: 208–218.
- [23] Suyono. *Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Kinetika Kimia dan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa*. Surakarta: UNS, 2009.
- [24] Creswell J. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. 3rd Editio. New Jersey: Person Education Inc, 2008.
- [25] Yuliati Y. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *J Cakrawala Pendas* 2016; 2: 71–83.
- [26] Rustaman N. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang, 2005.
- [27] Supardi. *Aplikasi Statistika dalam Penelitian*. Jakarta: Change Publication, 2016.
- [28] CST. *Bangkok Bank - Small Scale Chemistry Training for Secondary School Teachers*. Bangkok: Chemical Society Of Thailand, 2019.
- [29] H M. *Metode Laboratorium*. Malang: FMIPA, 2000.
- [30] U S, Mursal. Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan Metode Eksperimen Berbasis Inkuiri pada Materi Kalor. *J Pendidik Sains Indones* 2017; 5: 59–65.
- [31] Surachman. *Dasar-Dasar Pengelolaan Laboratorium Biologi*. Yogyakarta: FMIPA FKIP Yogyakarta, 1987.
- [32] Asmalia, Fadiawati, Kadaritna. Pengembangan Instrumen Asesmen Berbasis Keterampilan Proses Sains pada Materi Stoikiometri. *J Pendidik dan Pembelajaran Kim* 2015; 4: 299–311.
- [33] Riswanto, N D. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Pembelajaran Berbasis Laboratorium untuk Mewujudkan Pembelajaran Berkarakter. *JRKPF UAD* 2017; 4: 60–65.
- [34] M P, P L. Sustainable technology (QandA): green chemistry. *Nature*, 450(6), 810-812 2007; 450: 810–812.
- [35] J B. Hands-on practical chemistry for all. *Pure Appl Chem* 1999; 71: 817–823.

- [36] S M, J G. *Organic chemistry experiments: miniscale and microscale, 5th ed.* 5th ed. Canada: Brooks/Cole Cengage Learning, 2011.
- [37] S S. Grade 12 students' conceptual understanding and mental models of galvanic cells before and after learning by using small-scale experiments in conjunction with a model kit. *Chem Educ Res Pract* 2015; 16: 393–340.
- [38] D T, Chittleboroug, Mamiala. The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *Int J Sci Educ* 2003; 25: 1353–1368.
- [39] P T, J, Omar J, A D, et al. Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Soc Behav Sci* 2012; 59: 110–116.