



Tersedia online di EDUSAINS
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
EDUSAINS, 12(2), 2020, 154-165



Research Artikel

PENGARUH PRAKTIKUM KIMIA HIJAU PADA SIKAP SISWA TERHADAP KIMIA *THE EFFECT OF GREEN CHEMISTRY LAB EXPERIMENTS ON STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS CHEMISTRY*

I Wayan Redhana^{1*}, I Nyoman Suardana¹, I Nyoman Selamat¹, Luh Maharani Merta²

¹Universitas Pendidikan Ganesha Bali Indonesia

²SMA Negeri 4 Singaraja Bali, Indonesia

*redhana.undiksha@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effect of green chemistry lab experiments and the traditional chemistry lab experiments on students' attitudes towards chemistry. This type of study was a quasi-experiment with a non-equivalent pretest-posttest control group design. The population of this study was all the Class XI of Natural Sciences in SMA Negeri 4 Singaraja, totaling five classes. Samples were selected by a purposive sampling technique. Sciences of 2 and 5 was the control group taught by traditional chemistry lab experiments, while Class XI of Natural Sciences of 3 and 4 was the experimental group taught by green chemistry lab experiments. Students' attitudes towards chemistry were measured by a questionnaire given to students before and after the chemistry lab experiments. The results of this study indicated that students' attitudes toward chemistry were better in the green chemistry lab experiments with a mean score of 4.34 than in the traditional chemistry lab experiments with a mean score of 4.15.

Keywords: chemistry lab experiments; green chemistry lab experiments; reaction rate; traditional chemistry lab experiments; students' attitudes

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menyelidiki pengaruh praktikum kimia hijau dan praktikum kimia tradisional pada sikap siswa terhadap kimia. Jenis penelitian adalah eksperimen kuasi dengan rancangan *non-equivalent pretest-posttest control group*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri 4 Singaraja yang berjumlah lima kelas. Sampel dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Kelas XI IPA 2 dan 5 sebagai kelompok kontrol yang diajar dengan praktikum kimia tradisional, sedangkan Kelas XI IPA 3 dan 4 sebagai kelompok eksperimen yang diajar dengan praktikum kimia hijau. Sikap siswa terhadap kimia diukur dengan inventori yang diberikan kepada siswa sebelum dan setelah kegiatan praktikum kimia. Hasil penelitian ini menunjukkan sikap siswa terhadap kimia lebih baik pada praktikum kimia hijau dengan skor rata-rata 4,34 dibandingkan dengan praktikum kimia tradisional skor rata-rata 4,15.

Kata Kunci: laju reaksi; praktikum kimia; praktikum kimia hijau; praktikum kimia tradisional; sikap siswa

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v12i2.13156>

*Corresponding author

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju di era globalisasi membawa perubahan dan manfaat hampir di semua bidang kehidupan. Contohnya produksi bahan-bahan kimia oleh industri yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari antara lain asam sulfat, asam klorida, natrium hidroksida, aluminium klorida, tembaga sulfat, dan timbal nitrat. Bahan-bahan kimia ini tidak hanya digunakan dalam bidang industri tetapi juga digunakan di dunia pendidikan, khususnya dalam praktikum kimia.

Praktikum merupakan bagian dari pembelajaran yang bertujuan agar siswa memperoleh kesempatan memverifikasi teori secara nyata. Praktikum memberikan pengalaman dalam menerapkan metode ilmiah, mendapatkan kesempatan dalam melakukan pengujian hipotesis dengan merancang percobaan, merangkai alat, mengumpulkan data, mengolah dan menafsirkan data, dan mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.

Praktikum kimia di SMA tidak terlepas dari penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya. Beberapa bahan-bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam praktikum kimia SMA antara lain adalah $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan KI pada percobaan hukum kekekalan massa, FeCl_3 dan KSCN pada percobaan kesetimbangan kimia, AgNO_3 dan CuSO_4 pada percobaan pengujian glukosa (Redhana, 2014).

Bahan-bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam praktikum kimia seperti telah diuraikan di atas ternyata dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia, termasuk guru dan siswa, serta lingkungan. Masalah lingkungan tidak dapat dilepaskan dari istilah pencemaran dan perusakan yang disebabkan oleh bahan-bahan kimia berbahaya.

Guru-guru kimia kurang memahami bahaya yang dapat ditimbulkan oleh penggunaan bahan-bahan kimia dalam praktikum kimia. Akibatnya, mereka tidak mampu menginformasikan bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan-bahan kimia dalam praktikum kimia kepada siswa. (Redhana, 2013).

Salah satu materi kimia yang menuntut praktikum adalah topik laju reaksi, khususnya pada subtopik faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Contoh judul praktikum adalah pengaruh luas permukaan, konsentrasi, suhu, dan katalis terhadap laju reaksi. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam praktikum untuk pengaruh luas permukaan dan konsentrasi terhadap laju reaksi adalah HCl dan pita magnesium, sedangkan bahan kimia yang digunakan dalam praktikum pengaruh suhu terhadap laju reaksi adalah larutan HCl dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Sementara itu, bahan-bahan kimia yang digunakan dalam praktikum pengaruh katalis terhadap laju reaksi adalah larutan FeCl_3 , H_2O_2 , HCl, dan NaCl. Bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum di atas berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan.

Mencermati bahaya yang ditimbulkan oleh bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia tradisional, perlu dilakukan upaya untuk lebih “menghijaukan” praktikum kimia. Artinya, praktikum kimia dibuat lebih aman terhadap manusia dan lebih ramah terhadap lingkungan dengan cara mengaplikasikan prinsip-prinsip kimia hijau ke dalam praktikum kimia. Penerapan prinsip-prinsip kimia hijau dalam praktikum kimia dapat menghindarkan bahaya yang ditimbulkan terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Praktikum kimia hijau merupakan praktikum yang menggunakan bahan-bahan kimia yang aman, tidak berbahaya, murah, dan mudah diperoleh dalam kehidupan sehari-hari.

Kimia Hijau memanfaatkan beberapa prinsip untuk mengurangi atau mengganti penggunaan zat berbahaya dalam merencanakan, menghasilkan, dan mengaplikasikan penggunaan bahan kimia (Verma *et al.*, 2014). Istilah kimia hijau (*green chemistry*) pertama kali digunakan oleh Anastas tahun 1991 pada program yang diluncurkan oleh US Environmental Protection Agency (EPA) untuk menerapkan pembangunan berkelanjutan dalam bidang kimia dan teknologi kimia oleh industri, pendidikan, dan pemerintahan (Chanshetti, 2014). Kimia hijau merupakan desain atau pendekatan yang berorientasi pada kesehatan dan pemeliharaan lingkungan. Joshi *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kimia hijau atau kimia ramah lingkungan

merupakan rancangan produk kimia dan proses yang menghilangkan penggunaan atau produksi zat yang berbahaya terhadap kesehatan manusia. Definisi lain, kimia hijau merupakan rancangan, pembuatan, dan penggunaan produk dan proses kimia yang efisien, efektif, aman, dan ramah lingkungan.

Definisi di atas menjelaskan bahwa pengertian kimia hijau sebagai desain produk kimia dan proses untuk mengurangi, bahkan menghilangkan penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Kimia hijau dapat juga didefinisikan sebagai desain, pembuatan, dan penggunaan produk kimia yang efisien, efektif, aman, dan ramah lingkungan.

Kimia hijau dikembangkan berdasarkan kebutuhan akan adanya dampak berbahaya dari suatu produk kimia sehingga dapat dikembangkan proses kimia dan produk kimia yang ramah lingkungan dan sesuai dengan pembangunan berkelanjutan (Chanshetti, 2014). Praktikum kimia hijau menggunakan bahan-bahan seperti tablet *efervesen*, tablet vitamin C, *iodium tincture*, koloid kanji, dan hati sapi atau kentang. Tablet *efervesen* digunakan dalam praktikum pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi, sedangkan bahan-bahan seperti tablet vitamin C, *iodium tincture*, dan koloid kanji digunakan dalam praktikum pengaruh konsentrasi dan suhu terhadap laju reaksi (Wright, 2002). Begitu juga dengan praktikum pengaruh katalis terhadap laju reaksi, bahan-bahan kimia berbahaya yang digunakan sebelumnya dapat diganti dengan bahan-bahan ramah lingkungan dari hati sapi atau kentang sebagai sumber enzim katalase (Kimbrough *et al.*, 1997).

Kimia hijau yang diaplikasikan dalam praktikum mempunyai potensi dalam menciptakan suasana belajar yang aman. Burmeister *et al.* (2012) menyatakan bahwa dengan adanya transformasi dari praktikum kimia tradisional ke praktikum yang berorientasi pada prinsip-prinsip kimia hijau, terciptalah praktikum kimia yang aman.

Praktikum kimia hijau telah berkembang sangat pesat dan diterapkan di dunia pendidikan. Prinsip-prinsip kimia hijau telah diintegrasikan dalam praktikum kimia skala kecil (Listyarini *et al.*,

2019; Ratnasari, *et al.*, 2019). Di samping itu, praktikum kimia hijau mampu meningkatkan keterampilan proses sains (Putra, *et al.*, 2018; Harta *et al.*, 2019), keterampilan berpikir kritis (Faludi & Gilbert, 2019; Kurowska-Susdorf *et al.*, 2019; Sudarmin *et al.*, 2019), kesadaran akan kelestarian lingkungan (Nurbaity *et al.*, 2016), sikap siswa terhadap lingkungan (Auliah *et al.*, 2017), literasi sains dan komunikasi (Hardianti & Wusqo, 2020), kemampuan siswa merancang eksperimen (Pamenang *et al.*, 2020), hasil belajar (Redhana & Merta, 2017; Wulan *et al.*, 2020), serta motivasi belajar siswa (Lokteva, 2018). Motivasi belajar dapat meningkatkan hasil belajar (Keller., 2017; Taştan *et al.*, 2018). Praktikum kimia hijau juga telah diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis masalah (Fauziah *et al.*, 2019). Akan tetapi, hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan pengaruh praktikum kimia hijau pada sikap siswa terhadap kimia belum dilaporkan.

Pada penelitian ini diselidiki pengaruh metode praktikum kimia, dalam hal ini praktikum kimia hijau dan praktikum kimia tradisional pada sikap siswa terhadap kimia. Perbedaan sikap siswa ini terjadi karena perbedaan penggunaan bahan-bahan dalam praktikum kimia. Metode pertama menggunakan bahan-bahan yang aman bagi manusia dan ramah lingkungan, sedangkan metode kedua menggunakan bahan-bahan kimia hasil industri yang umumnya berbahaya bagi manusia dan tidak ramah lingkungan.

Instrumen sikap siswa terhadap kimia yang ada adalah *Test of Science-Related Attitudes* (TOSRA) yang dikembangkan oleh Fraser (1981). Instrumen ini terdiri atas tujuh dimensi, meliputi implikasi sosial dari sains, normalitas ilmuwan, sikap terhadap inkuiri ilmiah, adopsi sikap ilmiah, kesenangan dalam belajar sains, keinginan memperbanyak waktu belajar sains, dan ketertarikan berkarir dalam bidang sains.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*). Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group*. Populasi penelitian adalah seluruh

siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 4 Singaraja Bali Indonesia yang terdiri atas lima kelas. Sebanyak empat kelas diperlukan sebagai sampel penelitian. Dengan teknik *purposive sampling*, diperoleh Kelas XI IPA 2, 3, 4 dan 5 sebagai sampel penelitian, yang masing-masing memiliki jumlah siswa sebanyak 38, 38, 32, and 36 orang. Kelas XI IPA 2 dan 5 sebagai kelompok kontrol yang diajar dengan metode praktikum kimia tradisional, sedangkan Kelas XI IPA 3 dan 4 sebagai kelompok eksperimen yang diajar dengan metode praktikum kimia hijau. Dengan demikian, jumlah siswa pada kelompok kontrol sebanyak 74 orang dan jumlah siswa pada kelompok eksperimen sebanyak 70 orang.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah praktikum kimia yang terdiri atas dua level, yaitu metode praktikum kimia hijau dan metode praktikum kimia tradisional. Praktikum kimia hijau merupakan praktikum yang menggunakan bahan-bahan ramah lingkungan, sedangkan praktikum kimia tradisional merupakan praktikum yang menggunakan bahan-bahan kimia sintesis yang umumnya berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sikap siswa terhadap kimia (setelah praktikum/postes) dan variabel kovariat adalah sikap siswa terhadap kimia (sebelum praktikum/pretes).

Praktikum kimia dilakukan pada topik laju reaksi, khususnya faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Pada praktikum kimia tradisional, bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut. Pada pengaruh luas permukaan dan konsentrasi terhadap laju reaksi digunakan pita magnesium dan larutan asam klorida. Pada pengaruh suhu terhadap laju reaksi, bahan-bahan yang digunakan adalah larutan natrium tiosulfat dan larutan asam klorida. Pada pengaruh katalis terhadap laju reaksi, bahan-bahan yang digunakan adalah larutan hidrogen peroksida dan katalis berupa larutan FeCl_3 . Pada praktikum kimia hijau, bahan-bahan yang digunakan pada praktikum untuk mengetahui pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi adalah tablet *efervesen*. Pada praktikum

untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan suhu terhadap laju reaksi, bahan-bahan yang digunakan adalah tablet vitamin C, *iodium tincture*, dan koloid pati. Pada praktikum untuk mengetahui pengaruh katalis terhadap laju reaksi, bahan-bahan yang digunakan adalah larutan H_2O_2 dan hati ayam.

Pada penelitian ini digunakan inventori sikap siswa terhadap kimia hasil modifikasi instrumen yang dikembangkan oleh Ali *et al.*, (2013). Inventori sikap siswa terhadap kimia ini yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri atas lima dimensi, meliputi implikasi sosial, sikap terhadap inkuiri ilmiah, kesenangan dalam belajar kimia, keinginan memperbanyak waktu belajar kimia, dan ketertarikan berkarir dalam bidang kimia. Tabel 1 menyajikan dimensi, jumlah dan nomor item dari inventori sikap siswa terhadap kimia. Pernyataan dari inventori sikap siswa terhadap kimia ada dibagian Tabel 2. Inventori ini memiliki validitas konten yang dievaluasi oleh ahli dan koefisien reliabilitas *alpha* sebesar 0,899.

Tabel 1. Dimensi, jumlah item, dan nomor item dari inventori sikap siswa terhadap kimia

Dimensi	Jumlah item	Nomor item
Implikasi sosial	6	1, 7, 9, 13, 19, 25
Sikap terhadap inkuiri ilmiah	5	2, 10, 15, 20, 22
Kesenangan dalam belajar kimia	7	3, 4, 16, 21, 23, 26, 28
Keinginan memperbanyak waktu belajar kimia	5	5, 11, 17, 27, 29
Ketertarikan berkarir dalam bidang kimia	7	6, 8, 12, 14, 18, 24, 30

Tabel 2. Nomor, indikator, dan tanda item dari inventori sikap siswa terhadap kimia

No.	Indikator	Tanda	
		+	-
1	Uang yang dihabiskan untuk mempelajari kimia layak dikeluarkan.	√	
2	Saya lebih suka mencari tahu mengapa sesuatu terjadi dengan melakukan percobaan daripada diberi tahu.	√	
3	Pelajaran kimia menyenangkan.		√
4	Saya tidak suka pelajaran kimia.		√
5	Saya bosan menonton program kimia yang ditayangkan di televisi.		√
6	Ketika saya lulus dari sekolah, saya ingin bekerja dengan orang-orang yang membuat penemuan dalam bidang kimia.	√	

No.	Indikator	Tanda	
		+	-
7	Uang negara yang digunakan untuk pengembangan kimia telah dimanfaatkan secara bijak.	√	
8	Saya suka tidak bekerja di laboratorium kimia setelah saya lulus dari sekolah.	√	
9	Penemuan ilmiah dalam bidang kimia lebih banyak merugikan daripada menguntungkan.	√	
10	Saya lebih setuju dengan pendapat orang lain daripada melakukan percobaan sendiri untuk mencari tahu.	√	
11	Saya tidak suka membaca buku tentang kimia selama liburan.	√	
12	Bekerja di laboratorium kimia merupakan profesi yang baik untuk mencari nafkah.	√	
13	Pemerintah harus mengeluarkan lebih banyak uang untuk penelitian ilmiah dalam bidang kimia.	√	
14	Karier dalam bidang kimia membosankan.	√	
15	Saya lebih suka mencari tahu tentang sesuatu dengan bertanya kepada seorang ahli daripada melakukan percobaan.	√	
16	Belajar kimia buang-buang waktu saja.	√	
17	Berbicara dengan teman-teman tentang kimia sepulang sekolah membosankan.	√	
18	Saya ingin mengajar kimia ketika saya lulus dari sekolah.	√	
19	Kimia mampu membuat hidup saya lebih baik.	√	
20	Saya lebih suka memecahkan masalah dengan melakukan percobaan daripada diberi tahu jawabannya.	√	
21	Saya sangat menyenangi pelajaran kimia.	√	
22	Lebih baik bertanya kepada guru daripada menemukan jawaban dengan melakukan eksperimen.	√	
23	Materi yang dipelajari pada mata pelajaran kimia tidak menarik.	√	
24	Pekerjaan sebagai ilmuwan kimia menarik atau menjanjikan.	√	
25	Kimia dapat membuat dunia menjadi tempat yang lebih baik di masa depan.	√	
26	Saya menyukai pelajaran kimia.	√	
27	Saya senang mengunjungi museum kimia di akhir pekan.	√	
28	Saya senang ke sekolah jika tidak ada pelajaran kimia.	√	
29	Saya tidak suka membaca artikel surat kabar tentang kimia.	√	
30	Saya ingin menjadi seorang ilmuwan kimia ketika saya lulus dari sekolah.	√	

Instrumen ini terdiri atas lima dimensi, dan siswa merespons terhadap lima skor skala Likert (Eccles, 2007). Kelima skala Likert ini meliputi sangat tidak setuju (skor 1), tidak setuju (skor 2), tidak tahu (skor 3), setuju (skor 4), dan sangat setuju (skor 5). Data skor pretes dan postes dari hasil inventori dianalisis dengan statistika *independent-sample t-test*. Sebelum dilakukan uji t, data diuji normalitas dan homogenitas varians-nya

menggunakan bantuan program SPSS v.20 pada taraf signifikansi 5%. Skor rata-rata sikap siswa selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan kategori yang dikembangkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi skor rata-rata sikap siswa terhadap kimia

Skor rata-rata	Kategori
4,21 < skor ≤ 5,00	Sangat baik
3,41 < skor ≤ 4,20	Baik
2,61 < skor ≤ 3,40	Cukup
1,81 < skor ≤ 2,60	Kurang
1,00 < skor ≤ 1,80	Sangat kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa skor pretes dan postes sikap siswa terhadap kimia. Sebelum dilakukan uji hipotesis *independent-sample t-test*, uji asumsi berupa uji normalitas dan homogenitas varians perlu dilakukan.

Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan statistika Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa semua data sikap siswa terhadap kimia, baik pada kelompok kontrol maupun eksperimen, sebelum (pretes) maupun sesudah (postes) praktikum kimia tidak signifikan ($p > 0,05$). Ini berarti bahwa data skor pretes dan postes baik pada kelompok kontrol dan eksperimen berdistribusi normal. Demikian juga hasil uji homogenitas varians skor pretes antara kelompok kontrol dan eksperimen dan juga skor postes antara kelompok kontrol dan eksperimen menunjukkan hasil yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Ini berarti bahwa varians skor pretes antara kelompok kontrol dan eksperimen serta varians skor postes antara kelompok kontrol dan eksperimen homogen.

Skor rata-rata dan standar deviasi sikap siswa terhadap kimia, baik pretes dan postes untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen secara keseluruhan serta nilai signifikansi hasil uji hipotesis *independent-sample t-test* disajikan dalam Tabel 4. Sementara itu, skor rata-rata dan standar deviasi sikap siswa terhadap kimia per dimensi serta nilai signifikansi hasil uji hipotesis *independent-sample t-test* ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 4. Skor rata-rata dan standar deviasi sikap siswa terhadap kimia secara keseluruhan serta nilai signifikansi hasil uji hipotesis.

Tes	Kelompok	Skor rata-rata	SD	Sig.
Pretes	Kontrol	3,22	0,38	0,73
	Eksperimen	3,25	0,35	
Postes	Kontrol	4,15	0,30	0,00
	Eksperimen	4,34	0,22	

Tabel 5. Skor rata-rata dan standar deviasi sikap siswa terhadap kimia per dimensi sikap serta nilai signifikansi hasil uji hipotesis.

Dimensi	Tes	Kontrol		Eksperimen		Sig.
		Skor rata-rata	SD	Skor rata-rata	SD	
I	Pretes	3,38	0,47	3,43	0,46	0,53
	Postes	4,30	0,35	4,38	0,32	0,16
II	Pretes	3,50	0,47	3,70	0,52	0,02
	Postes	4,38	0,33	4,49	0,40	0,08
III	Pretes	3,27	0,41	3,55	0,62	0,00
	Postes	4,19	0,33	4,40	0,36	0,00
IV	Pretes	3,05	0,53	3,19	0,62	0,14
	Postes	4,01	0,46	4,31	0,33	0,00
V	Pretes	2,99	0,63	2,87	0,63	0,24
	Postes	3,94	0,46	4,17	0,27	0,00

Keterangan:

I: Implikasi sosial

II: Sikap terhadap inkuiri ilmiah

III: Kesenangan dalam belajar kimia

IV: Keinginan memperbanyak waktu belajar kimia

V: Ketertarikan berkarir dalam bidang kimia

Tabel 4 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara skor rata-rata pretes antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Ini berarti bahwa siswa memiliki sikap yang sama terhadap kimia sebelum praktikum kimia dilakukan, baik pada kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen. Namun, terdapat perbedaan yang signifikan skor rata-rata postes antara kelompok kontrol dan eksperimen. Dengan mengacu kepada skor rata-rata yang disajikan dalam Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa sikap siswa terhadap kimia pada praktikum kimia hijau (kelompok eksperimen) lebih baik daripada sikap siswa terhadap kimia pada praktikum kimia tradisional (kelompok kontrol) setelah praktikum dilaksanakan.

Sikap siswa terhadap kimia sebelum praktikum, baik di kelompok kontrol skor rata-rata sebesar 3,22 maupun di kelompok eksperimen sebesar 3,25 tergolong kategori cukup baik. Sementara itu, sikap siswa terhadap kimia setelah

praktikum kimia di kelompok eksperimen dengan skor rata-rata 4,34 tergolong sangat baik. Namun sikap siswa terhadap kimia di kelompok kontrol sebesar 4,15 tergolong baik.

Secara keseluruhan, peningkatan sikap siswa terhadap kimia disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan yang baru bagi siswa dalam praktikum kimia hijau. Mereka tidak menemukan penggunaan bahan-bahan ini dalam-buku-buku teks. Hal ini mendorong munculnya rasa ingin tahu siswa (Hoxha *et al.*, 2014). Rasa ingin tahu merupakan salah satu dari sikap ilmiah. Rasa ingin tahu ini mendorong siswa untuk mencari jawaban atas sejumlah pertanyaan yang muncul dalam pikiran mereka. Upaya mencari tahu jawaban terhadap pertanyaan yang muncul dapat dilakukan dengan membaca buku-buku, jurnal, dan bahkan menelusuri informasi melalui internet. Rasa ingin tahu merupakan unsur penting dalam belajar sains termasuk kimia. Rasa ingin tahu ini juga dapat menumbuhkan motivasi belajar (Lokteva, 2018). Berkaitan dengan motivasi belajar, Karpudewan *et al.*, (2015) melaporkan bahwa kurikulum kimia hijau dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Sementara itu, Redhana (2017) menyatakan bahwa integrasi kimia hijau ke dalam kurikulum kimia memotivasi dan memberikan kesempatan kepada siswa memecahkan masalah, menggali ide-ide, dan menyenangkan kimia sejak awal. Sejalan dengan penelitian Beyond Benign, (2011) melaporkan bahwa implementasi praktikum kimia hijau dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi subjek. Dengan demikian, siswa dapat mempelajari materi subjek dengan lebih mudah. Hal ini didukung oleh pernyataan Braun *et al.* (2006) bahwa kimia hijau dapat meningkatkan belajar kimia dan pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajari dalam kimia. Kurikulum kimia hijau membimbing siswa memahami materi kimia dengan lebih baik dibandingkan dengan kurikulum kimia reguler (Karpudewan *et al.*, 2015). Peningkatan rasa ingin tahu, motivasi belajar kimia, dan hasil belajar kimia berpengaruh pada sikap siswa terhadap kimia.

Bahkan, hasil penelitian juga membuktikan bahwa praktikum kimia hijau dapat meningkatkan

keterampilan berpikir kritis (Karpudewan *et al.*, 2011; Karpudewan *et al.*, 2012; Marteel-Parrish, 2014; Faludi & Gilbert, 2019; Kurowska-Susdorf *et al.*, 2019). Pada akhirnya, siswa menjadi menyukai kimia atau memperoleh kepuasan dalam belajar kimia (Eom & Ashill, 2016; Doménech-Betoret *et al.*, 2017; Redhana *et al.*, 2019). Kepuasan belajar dapat menjadi pemacu motivasi belajar (Joe *et al.*, 2017).

Keuntungan lain dari penerapan praktikum kimia hijau adalah sebagai berikut. Pertama, praktikum kimia hijau menggunakan bahan-bahan yang aman. Bahan-bahan ini sering mereka manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti *iodium tincture* digunakan sebagai obat luka, vitamin C sebagai minuman suplemen, hati ayam sebagai makanan sumber lemak dan protein, dan hidrogen peroksida sebagai desinfektan. Amannya bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia hijau menyebabkan siswa memiliki keberanian dalam mencoba praktikum kimia beberapa kali sehingga siswa menjadi semakin yakin dengan hasil-hasil praktikum yang diperoleh.

Berbahayanya bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia tradisional terhadap kesehatan manusia telah dilaporkan oleh Carson dan Mumford (2002), Kusumastuti dan Karliana (2008), Safe Work Australia (2012), dan Redhana (2013). Larutan asam klorida, misalnya, dapat menyebabkan mual, muntah, diare, batuk, tersedak, edema paru-paru, kegagalan peredaran darah, luka bakar pada kulit, mata, mulut, kerongkongan, dan saluran pencernaan, serta peradangan pada tenggorokan, hidung, dan saluran pernafasan bagian atas, dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Larutan natrium tiosulfat dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit, sistem pencernaan, dan sistem pernafasan.

Kedua, praktikum kimia hijau dapat menggunakan peralatan dari barang-barang bekas seperti gelas dan botol air mineral bekas. Hal ini disebabkan oleh bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia hijau sangat aman. Siswa tidak perlu menggunakan peralatan khusus seperti gelas kimia dan bahkan tidak diperlukan lemari asam. Penggunaan barang-barang bekas plastik atau limbah ini merupakan salah satu cara penggunaan

kembali barang-barang bekas (*reuse*). Dengan demikian, praktikum kimia hijau dapat mengatasi masalah yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan oleh limbah plastik melalui penggunaan kembali barang-barang bekas atau limbah plastik.

Ketiga, praktikum kimia hijau menggunakan bahan-bahan yang ramah terhadap lingkungan. Bahan-bahan ini tidak mencemari lingkungan karena bahan-bahan ini dapat didegradasi dengan mudah oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan atau alam. Dengan demikian, lingkungan akan tetap lestari (*sustainable*). Ini berarti bahwa praktikum kimia hijau dapat mencapai pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) (Ranke *et al.*, 2006; Singh & Ravichandran, 2014; Redhana & Merta, 2017).

Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memanfaatkan sumber-sumber daya alam oleh generasi sekarang tanpa mengganggu kebutuhan generasi mendatang (Biswas, 2012; Eilks & Hofstein, 2014; Sinakou *et al.*, 2018). Bahkan praktikum kimia hijau dapat meningkatkan literasi lingkungan (Redhana *et al.*, 2020).

Keempat, bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia hijau harganya murah dan mudah diperoleh. Berkaitan dengan murahnya bahan-bahan yang digunakan dalam praktikum kimia hijau, kita dapat membandingkannya dengan bahan-bahan yang digunakan pada praktikum kimia tradisional untuk topik pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi. Pada praktikum kimia tradisional, bahan-bahan yang digunakan adalah $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan HCl. Bahan-bahan sintesis ini diproduksi oleh industri. Bahan-bahan ini harus diimpor dari luar negeri yang harganya tentu cukup mahal. Untuk membeli bahan-bahan ini harus dengan surat izin khusus. Bandingkan dengan praktikum yang sama, di mana bahan-bahan yang digunakan adalah vitamin C, *iodium tincture*, dan kanji. Bahan-bahan ini harganya sangat murah dan dapat diperoleh dengan mudah di apotek atau toko obat tanpa surat izin karena bahan-bahan ini dijual bebas.

Hasil uji hipotesis *independent-sample t-test* sikap siswa terhadap kimia per dimensi

menunjukkan bahwa perbedaan sikap siswa terhadap kimia antara kelompok kontrol dan eksperimen ditemukan pada dimensi keinginan memperbanyak waktu belajar kimia dan ketertarikan berkarir dalam bidang kimia. Hal ini disebabkan oleh ketertarikan siswa terhadap kimia karena praktikum kimia menggunakan bahan-bahan kimia ramah lingkungan. Penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan ini mengubah pola pikir siswa dari mata pelajaran kimia yang sebelumnya dipersepsi sebagai mata pelajaran yang mempelajari bahan-bahan kimia berbahaya menjadi mata pelajaran yang mempelajari bahan-bahan kimia yang aman, dan bahkan beberapa dari bahan-bahan kimia tersebut aman dikonsumsi, ramah terhadap ramah lingkungan, mudah diperoleh, dan murah harganya. Kondisi ini menumbuhkan rasa senang belajar kimia. Rasa senang terhadap kimia merupakan modal dasar yang penting untuk menguasai konsep-konsep kimia.

PENUTUP

Berdasarkan hasil-hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan sikap siswa terhadap kimia pada praktikum kimia hijau dibandingkan dengan pada praktikum kimia tradisional. Sikap siswa terhadap kimia lebih baik pada praktikum kimia hijau daripada sikap siswa terhadap kimia pada praktikum kimia tradisional. Sikap siswa yang baik ini sangat penting dikelola agar siswa menyenangi kimia. Dengan menyenangi kimia, maka siswa akan dapat menguasai konsep-konsep kimia dengan baik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sikap siswa terhadap kimia sangat positif dalam keinginan memperbanyak waktu belajar kimia dan ketertarikan berkarir dalam bidang kimia. Dari hasil-hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa guru-guru kimia dapat menggunakan praktikum kimia hijau sebagai pengganti praktikum kimia tradisional. Oleh karena itu, guru-guru perlu membuat perencanaan praktikum kimia hijau dan menyediakan bahan-bahan ramah lingkungan dengan baik agar dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi ini dengan Nomor Kontrak: 135/UN48.16/LT/2019DRPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. S., Mohsin, M. N., & Iqbal, M. Z. (2013). The discriminant validity and reliability for Urdu version of test of science-related attitudes (TOSRA). *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(2), 29–39.
- Auliah, A., Mulyadi, & Muharram. (2017). Development of integrated analysis practicum module based on green chemistry. *Advances In Social Science, Education And Humanities Research*, 149, 109–111. Doi: doi.org/10.2991/ icesst-17.2017.37.
- Beyond Benign. (2011). *Unleashing green chemistry and engineering in service of a sustainable future*. New York: Environmental Protection Agency.
- Biswas, W. K. (2012). The importance of industrial ecology in engineering education for sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(2), 119–132. Doi: 10.1108/14676371211211818.
- Braun, B., Charney, R., Clarens, A., Farrugia, J., Kitchens, C., Lisowski, C., Naistat, D., & O’Neil, A. (2006). Completing our education: Green chemistry in the curriculum. *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1126–1129.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68. Doi: 10.1039/ c1rp90060a.

- Carson, P., & Mumford, C. (2002). *Hazardous Chemicals Handbook* (2nd ed). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Chanshetti, U. (2014). Green Chemistry: Environmentally benign chemistry. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 1(1), 110–115.
- Doménech-Betoret, F., Abellán-Roselló, L., & Gómez-Artiga, A. (2017). Self-efficacy, satisfaction, and academic achievement: The mediator role of students' expectancy-value beliefs. *Frontiers in Psychology*, 8(JUL), 1–12. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.01193.
- Eccles, L. (2007). *Gender differences in teacher-student interactions, attitudes and achievement in middle school science*. Curtin University of Technology.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2014). Combining the question of the relevance of science education with the idea of education for sustainable development. *Science Education Research and Education for Sustainable Development*, (November), 3–14. Doi: 10.13140/2.1.4641.8563.
- Eom, S. B., & Ashill, N. (2016). The determinants of students' perceived learning outcomes and satisfaction in university online education: An update. *Journal of Innovative Education*, 14(2), 185–215. Doi: 10.1111/dsji.12097.
- Faludi, J., & Gilbert, C. (2019). Best practices for teaching green invention: Interviews on design, engineering, and business education. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1246–1261. Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.06.246.
- Fauziah, N., Andayani, Y., & Hakim, A. (2019). Problem-based learning tools oriented of green chemistry in reaction rate concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(055054), 1–6. Doi: 10.1088/1742-6596/1402/5/055054.
- Fraser, B. J. (1981). *Test of Science-Related Attitude (TOSRA)*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Guthrie, J. T., Klauda, S. L., & Ho, A. N. (2013). Modeling the relationships among reading instruction, motivation, engagement, and achievement for adolescents. *Reading Research Quarterly*, 48(1), 9–26. Doi: 10.1002/rrq.035.
- Hardianti, R. D., & Wusqo, I. U. (2020). Fostering students' scientific literacy and communication through the development of collaborative-guided inquiry handbook of green chemistry experiments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(022059), 1–7. Doi: 10.1088/1742-6596/1567/2/022059.
- Harta, J., Pamenang, F. D. N., Listyarini, R. V., Wijayanti, L. W., Hapsari, N. D., Ratri, M. C., ... Lee, W. (2019). Analysis students' science process skills in senior high school practicum based on small scale chemistry (SSC). *Unnes Science Education Journal*, 8(3), 324–347. Doi: 10.15294/USEJ.V8I3.31857.
- Hayenga, A. O., & Corpus, J. H. (2010). Profiles of intrinsic and extrinsic motivations: A person-centered approach to motivation and achievement in middle school. *Motivation and Emotion*, 34(4), 371–383. Doi: 10.1007/s11031-010-9181-x.
- Hoxha, B., Turku, S., Cane, F., & Osmani, M. (2014). Home experiment as a new way in a better acquisition of natural science knowledge in the 9th year scholar system. *International Conference Research and Education*, 1–7.
- Joe, H.-K., Hiver, P., & Al-Hoorie, A. H. (2017). Classroom social climate, self-determined motivation, willingness to communicate, and achievement: A study of structural relationships in instructed second language settings. *Learning and Individual Differences*, 53, 133–144. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.11.005>
- Joshi, U. J., Gokhale, K. M., Kanitkar, A. P. (2011). Green chemistry: Need of the hour.

- Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 45(2), 168–174.
- Karpudewan, M., Roth, W. M., & Ismail, Z. (2015). The effects of 'green chemistry' on secondary school students' understanding and motivation. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24, 35–43.
- Karpudewan, M., Hj Ismail, Z., & Mohamed, N. (2011). Greening a chemistry teaching methods course at the school of educational studies, Universiti Sains Malaysia. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(2), 197–214. Doi: 10.1177/097340821100500210.
- Karpudewan, M., Ismail, Z., & Roth, W.-M. (2012). Ensuring sustainability of tomorrow through green chemistry integrated with sustainable development concepts (SDCs). *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 120–127. Doi: 10.1039/C1RP90066H.
- Keller, M. M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2017). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. Doi: 10.1002/tea.21378
- Kimbrough, D. R., Magoun, M. A., & Langfur, M. (1997). A laboratory experiment investigating different aspects of catalase activity in an inquiry-based approach. *Journal of Chemical Education*, 74(2), 210–212.
- Kurowska-Susdorf, A., Zwierzdzyński, M., Bevanda, A. M., Talić, S., Ivanković, A., & Płotka-Wasyłka, J. (2019). Green analytical chemistry: Social dimension and teaching. *Trends in Analytical Chemistry*, 111, 185–196. Doi: 10.1016/j.trac.2018.10.022.
- Kusumastuti, R., & Karliana, I. (2008). Pengenalan MSDS bahan kimia dalam proses reaksi bunsen untuk menunjang keselamatan dan kesehatan kerja. *Sigma Epsilon*, 12(4), 109–116.
- Lee, J. Q., McInerney, D. M., Liem, G. A. D., & Ortiga, Y. P. (2010). The relationship between future goals and achievement goal orientations: An intrinsic-extrinsic motivation perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 35(4), 264–279. Doi: 10.1016/j.cedpsych.2010.04.004.
- 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. Doi: 10.15294/jpii.v8i3.19250.
- Lokteva, E. (2018). How to motivate students to use green chemistry approaches in everyday research work: Lomonosov Moscow State University, Russia. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 81–85. Doi: 10.1016/j.cogsc.2018.04.021.
- Marteel-Parrish, A. E. (2014). Teaching green and sustainable chemistry: a revised one-semester course based on inspirations and challenges. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 1084–1086. Doi: 10.1021/ed400393b.
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131. Doi: 10.1037/a0033546.
- Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., & vom Hofe, R. (2013). Predicting long-term growth in students' mathematics achievement: The unique contributions of motivation and cognitive strategies. *Child Development*, 84(4), 1475–1490. Doi: 10.1111/cdev.12036.
- Nurbaity, Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2016). Integration green chemistry approach in teacher education program for developing awareness of environmental sustainability. *ASEAN Comparative Education Research Network Conference*, 2148–2156.

- Pamenang, F. D. N., Harta, J., Listyarini, R. V., Wijayanti, L. W., Ratri, M. C., Hapsari, N. D., ... Lee, W. (2020). Developing chemical equilibrium practicum module based on guided inquiry to explore students' abilities in designing experiments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470 (01209), 1–6. Doi: 10.1088/1742-6596/1470/1/012097.
- Putra, I. S., Susilaningsih, E., & Wardani, S. (2018). Development of inquiry-based chemistry laboratory sheet oriented to green chemistry for improving the science process skills. *Journal of Innovative Science Education*, 7(1), 81–94. Doi: 10.15294/JISE.V7I1.24170.
- Ranke, J., Lenoir, D., Bahadir, M., & Konig, B. (2006). A Green chemistry lab course. *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry*, 7(2), 77–82.
- Ratnasari, D., Irwansyah, F. S., & Subarkah, C. Z. (2019). The making KIT micro scale electrolysis experiments using lithium batteries based on green chemistry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(055031), 1–6. Doi: 10.1088/1742-6596/1402/5/055031.
- Redhana, I. W. (2013). Identifikasi bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam praktikum kimia SMA. *Prosiding Seminar Nasional FMIPA Undiksha III*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Redhana, I. W., Sudria, I. B. N., Suardana, I. N., Suja, I. W., & Haryani, S. (2019). Students' satisfaction index on chemistry learning process. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(1), 103–111. Doi: 10.15294/jpii.v8i1.15331.
- Redhana, I W. (2014). "Menghijaukan" kurikulum kimia untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. *Orasi Ilmiah Disampaikan Pada Sidang Terbuka Senat Universitas Pendidikan Ganesha*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Redhana, I W. (2017). Kimia hijau untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. *Seminar Nasional Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya.
- Redhana, I W, & Merta, L. M. (2017). Green chemistry practicum to improve student learning outcomes of reaction rate topic. *Cakrawala Pendidikan*, 36(3), 382–403.
- Redhana, I W, Suardana, I. N., & Selamat, I. N. (2020). Profiles of Environmental Literacy of Senior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(012047), 1–6. Doi: 10.1088/1742-6596/1503/1/012047
- Redhana, I Wayan, & Merta, L. M. (2017). Green chemistry practicum to improve students learning outcomes of reaction rate topic. *Cakrawala Pendidikan*, XXXVI(3), 383–403.
- Safe Work Australia. (2012). *Managing risks hazardous chemicals in the workplace*.
- Sinakou, E., Boeve-de Pauw, J., Goossens, M., & Van Petegem, P. (2018). Academics in the field of Education for Sustainable Development: Their conceptions of sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 184, 321–332. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.279.
- Singh, L., & Ravichandran, S. (2014). Green chemistry: The future pillars. *International Journal of ChemTech Research*, 6(1), 147–149.
- Sudarmin, S., Zahro, L., Pujiastuti, S. E., Asyhar, R., Zaenur, Z., & Rosita, A. (2019). The development of PBL-based worksheets integrated with green chemistry and ethnoscience to improve students' thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 492–499. Doi: 10.15294/jpii.v8i4.17546.
- Taştan, S. B., Mehdi, S., Davoudi, M., Masalimova, A. R., Bersanov, A. S., Kurbanov, R. A., ... Pavlushin, A. A. (2018). The impacts of teacher's efficacy and motivation on student's academic achievement in science education among

- secondary and high school students. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 14(6), 2353–2366. Doi: 10.29333/ejmste/89579.
- Verma, R., Kumar, L., & Kurba, V., B. (2014). Green chemistry principles in organic compound synthesis and analysis. *International Journal of Pharmacological Research*, 4(1), 1–3.
- Wright, S. W. (2002). The vitamin C clock reaction. *Journal of Chemical Education*, 79(1), 41–43.
- Wulan, I. D. A. S., Redhana, I. W., & Adnyana, P. B. (2020). Development of green chemistry learning book to improve students' learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(012033), 1–6. Doi: 10.1088/1742-6596/1503/1/012033.
- Yusuf, M. (2011). The impact of self-efficacy, achievement motivation, and self-regulated learning strategies on students' academic achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2623–2626. Doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.158.