

Peran Pendidikan Lingkungan dalam Membangun Kesadaran pada Pengelolaan Sampah Kimia Rumah Tangga

Ajeng Putri Cahyani ^{1*}

¹ Universitas PGRI Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

* Penulis Korespondensi: ajengputri Cahyani@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Pendidikan Kimia dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan dan meningkatkan kompetensi praktis siswa dalam pengelolaan sampah kimia rumah tangga (Household Hazardous Waste - HHW) di komunitas SMA/SMK di Banyuwangi. HHW, seperti baterai bekas, pembersih lantai, dan aerosol, merupakan sumber polusi lingkungan yang sering terabaikan dalam kurikulum sekolah. Penelitian ini menggunakan desain Penelitian Tindakan Partisipatif (Participatory Action Research - PAR) dengan siklus 1: Asesmen Kebutuhan dan Siklus 2: Intervensi Edukasi. Partisipan penelitian meliputi 40 siswa anggota Klub Sains/Pecinta Alam dari dua sekolah di Banyuwangi. Data dikumpulkan melalui Pre-test/Post-test (mengukur kesadaran dan pengetahuan HHW), Wawancara Terfokus, dan Analisis Produk (pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) pengelolaan HHW sederhana). Hasil kuantitatif menunjukkan peningkatan signifikan skor pengetahuan HHW dari rata-rata 55% (Pre-test) menjadi 85% (Post-test) setelah intervensi berbasis Kimia (materi Kimia Hijau dan Toksikologi Dasar). Hasil kualitatif menunjukkan peningkatan Tingkat Efikasi Diri siswa dalam mengedukasi keluarga dan komunitas mereka. Studi menyimpulkan bahwa integrasi konsep Kimia (sifat asam-basa, reaktivitas) dengan isu lingkungan lokal adalah metode efektif untuk mentransformasi pengetahuan menjadi tindakan konservasi yang bertanggung jawab di tingkat komunitas.

Keyword: Pendidikan, Lingkungan, Pengelolaan, Sampah, Kimia, Rumah Tangga

Pendahuluan

Isu lingkungan telah menjadi tantangan global yang berdampak signifikan pada tingkat lokal, termasuk di Kabupaten Banyuwangi yang memiliki keanekaragaman hayati yang kaya. Meskipun perhatian publik umumnya terfokus pada pengelolaan sampah padat anorganik, kategori sampah yang seringkali lebih berbahaya—yaitu Sampah Kimia Rumah Tangga (Household Hazardous Waste - HHW)—cenderung diabaikan dalam sistem pengelolaan limbah domestik. HHW, yang mencakup sisa pestisida, baterai bekas, cat, dan produk pembersih, membawa risiko pencemaran tanah dan air jangka panjang karena mengandung zat kimia dan logam berat berbahaya (UNEP, 2017).

Pendidikan, khususnya Pendidikan Kimia, memiliki peran sentral dan unik dalam mengatasi masalah HHW yang kompleks ini. Kimia, sebagai ilmu yang mempelajari struktur, sifat, dan reaksi materi, memiliki kapasitas untuk menjelaskan secara mendalam toksisitas, reaktivitas, dan dampak lingkungan dari HHW. Lebih dari sekadar diagnosis masalah, Kimia juga menawarkan solusi praktis melalui prinsip-prinsip Kimia Hijau (Green Chemistry) dan konsep siklus hidup produk (Anastas & Warner, 1998).

Meskipun potensi Kimia sangat besar, dalam kurikulum sekolah di Indonesia, materi ini seringkali disajikan secara teoritis dan matematis, terlepas dari konteks lingkungan dan masalah sosial nyata. Kesenjangan ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mentransformasi pembelajaran Kimia menjadi suatu pendekatan yang lebih relevan, yang dikenal sebagai Pedagogi Lingkungan Kimia (Chemical Environmental Pedagogy) (Supriadi, 2009).

Pedagogi Lingkungan Kimia bertujuan untuk mengembangkan kompetensi siswa dalam tiga pilar holistik. Tujuan ini meliputi: (1) Kesadaran Kognitif, yaitu menumbuhkan pemahaman siswa terhadap bahaya dan sifat kimia HHW; (2) Kompetensi Afektif, yaitu membangun sikap tanggung jawab pribadi dan lingkungan; dan (3) Kompetensi Psikomotorik, yaitu meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam mengelola HHW secara aman dan benar di lingkungan rumah.

Penelitian ini memilih untuk secara khusus menargetkan komunitas siswa di Banyuwangi, mengingat potensi mereka yang besar sebagai agen perubahan di tingkat keluarga. Untuk mencapai tujuan ini, digunakan desain Penelitian Tindakan Partisipatif (Participatory Action Research - PAR) (Kemmis & McTaggart, 2005). Metodologi PAR secara inheren memberdayakan partisipan untuk tidak hanya mengidentifikasi masalah tetapi juga secara aktif merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi intervensi, memastikan pengetahuan yang dihasilkan memiliki relevansi langsung dengan praktik.

Penelitian ini memiliki tiga tujuan utama yang saling terkait. Pertama, mengukur tingkat pengetahuan dan kesadaran awal komunitas siswa Banyuwangi terhadap risiko HHW. Kedua, merancang dan mengimplementasikan intervensi edukasi yang berlandaskan pada Pendidikan Kimia (meliputi Kimia Hijau dan Toksikologi Dasar) untuk pengelolaan HHW. Ketiga, menganalisis bagaimana intervensi tersebut berhasil mentransformasi pengetahuan kognitif siswa menjadi tindakan nyata dalam pengelolaan sampah kimia di rumah dan sekolah mereka.

Hasil studi PAR ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting sebagai model praktis bagi integrasi Pendidikan Kimia dan Pendidikan Lingkungan yang lebih holistik. Dengan menggabungkan teori kimia dengan aksi lingkungan nyata, penelitian ini berupaya menghasilkan panduan yang dapat direplikasi untuk meningkatkan literasi lingkungan dan tanggung jawab siswa terhadap isu HHW.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain Penelitian Tindakan Partisipatif (Participatory Action Research - PAR), yang menekankan kolaborasi erat antara peneliti dan partisipan untuk secara langsung memecahkan masalah praktis (Kemmis & McTaggart, 2005). PAR distrukturkan dalam dua siklus utama: Siklus 1 berfokus pada Asesmen Kebutuhan dan Perencanaan, termasuk identifikasi masalah HHW lokal, pengukuran pengetahuan awal siswa (Pre-test), dan perancangan modul intervensi bersama-sama. Sementara itu, Siklus 2 adalah tahap Intervensi dan Refleksi, melibatkan pelaksanaan edukasi Kimia Lingkungan yang dirancang, diikuti dengan pengukuran dampak (Post-test dan Analisis Produk Tindakan).

Penelitian ini dilaksanakan di dua SMA/SMK di Kabupaten Banyuwangi yang memiliki Klub Sains atau Klub Pecinta Alam yang aktif. Partisipan dipilih berdasarkan

keterlibatan aktif dan minat mereka pada isu lingkungan. Kelompok inti terdiri dari 40 Siswa (20 siswa per sekolah) yang bertindak sebagai subjek intervensi sekaligus peneliti bersama (co-researcher) dalam proses PAR. Dukungan kunci datang dari 2 Guru Pembimbing (Guru Kimia atau Guru Klub) yang berkolaborasi dengan peneliti dalam merumuskan dan mendesain konten intervensi, memastikan relevansi dan penerapannya di lingkungan sekolah.

Triangulasi data digunakan melalui tiga teknik. Aspek kuantitatif diukur menggunakan Pre-test dan Post-test yang terdiri dari 20 item pilihan ganda. Kuesioner ini dirancang untuk menguji pengetahuan siswa mengenai sifat kimia, kategori bahaya HHW, dan metode pembuangan yang benar. Pelaksanaan tes sebelum dan sesudah Siklus 2 bertujuan untuk secara statistik mengukur efektivitas dan signifikansi perubahan pengetahuan kognitif yang dihasilkan oleh intervensi edukasi Kimia Hijau dan Toksikologi Dasar.

Aspek kualitatif digali melalui Wawancara Terfokus, Refleksi Kelompok, dan Analisis Produk Tindakan. Wawancara dengan siswa dan guru bertujuan menggali dimensi afektif, seperti persepsi bahaya HHW lokal, hambatan pengelolaan di rumah, dan perubahan self-efficacy (keyakinan diri bertindak) pasca intervensi. Selain itu, Analisis Produk Tindakan mengukur kompetensi psikomotorik siswa, dengan menilai Modul SOP Sederhana Pengelolaan HHW Rumah Tangga dan materi Kampanye Edukasi Mini (seperti leaflet atau poster digital) yang mereka hasilkan.

Data dianalisis menggunakan pendekatan mixed methods. Data kuantitatif diolah dengan statistik deskriptif dan Uji-t berpasangan (Paired t-test) untuk menguji signifikansi perbedaan skor Pre-test dan Post-test. Sementara itu, data kualitatif dianalisis menggunakan Analisis Tematik Kualitatif, berfokus pada tema-tema seperti Transformasi Pengetahuan (dari teori ke terapan) dan Peningkatan Efikasi Diri. Tahap akhir adalah Sintesis PAR, yaitu mengintegrasikan temuan kuantitatif (peningkatan skor) dengan narasi kualitatif (perubahan perilaku dan efikasi diri) untuk merumuskan model tindakan yang holistik dan direkomendasikan.

Hasil & Pembahasan

Hasil

Hasil Pre-test pada 40 siswa mengonfirmasi adanya kesenjangan pengetahuan yang signifikan mengenai Sampah Kimia Rumah Tangga (HHW), dengan rata-rata skor keseluruhan hanya 55% (kategori Sedang). Kesenjangan terbesar terletak pada pemahaman Sifat Kimia HHW (skor terendah 42%), di mana siswa tidak dapat mengaitkan sifat asam-basa kuat dengan potensi bahaya korosif. Meskipun secara umum siswa tahu HHW berbahaya, wawancara menegaskan bahwa mereka tidak memahami logika kimiawi di baliknya (misalnya, bahaya logam berat dari baterai). Kesenjangan ini, termasuk miskonsepsi seperti menganggap sabun cuci piring aman atau membuang obat ke toilet, menjadi dasar krusial dalam perancangan intervensi.

Berbekal hasil asesmen, intervensi edukasi dilaksanakan dalam Siklus 2, berfokus pada aplikasi praktis Pendidikan Kimia. Sesi intervensi empat sesi menekankan (1) Dasar Toksikologi dan bahaya logam berat; (2) Sifat Asam-Basa Kuat dan bahaya korosif; dan (3) Prinsip Kimia Hijau (Designing safer chemicals). Konten ini dirancang untuk secara eksplisit menjembatani pengetahuan teoritis kimia dengan praktik pengelolaan lingkungan yang aman, menargetkan akar-akar kesenjangan yang teridentifikasi di Siklus 1.

Intervensi yang berbasis Kimia ini terbukti sangat efektif secara statistik. Hasil Post-test menunjukkan peningkatan rata-rata skor keseluruhan sebesar +30%, mencapai 85%. Peningkatan paling dramatis terjadi pada variabel Sifat Kimia HHW (+36%, mencapai 78%), menunjukkan keberhasilan intervensi dalam menjelaskan bahaya berdasarkan ilmu kimia. Hasil Uji-t berpasangan ($p < 0.01$) secara tegas memvalidasi bahwa peningkatan

pengetahuan ini bersifat signifikan secara statistik, mengonfirmasi efektivitas model edukasi berbasis Kimia Hijau dalam konteks sekolah.

Analisis kualitatif terhadap wawancara dan refleksi siswa mengungkap dua tema transformasi kesadaran yang penting. Pertama, siswa mengalami Logika Kimia di Balik Bahaya (The Chemical Logic), di mana mereka melaporkan pemahaman mendalam tentang bahaya HHW setelah dijelaskan melalui prinsip kimia (misalnya, logam berat tidak dapat diurai dan merusak rantai makanan), bukan sekadar peringatan. Kedua, mereka menunjukkan Peningkatan Efikasi Diri (Self-Efficacy); Siswa merasa lebih kompeten dan percaya diri untuk mengambil tindakan nyata dan bahkan mengedukasi keluarga mereka tentang prosedur pre-disposal (seperti menetralkan pembersih berbasis asam sebelum dibuang).

Peningkatan efikasi dan pemahaman kimia ini berujung pada Aksi Partisipatif yang nyata dan kontekstual. Produk akhir siswa berupa SOP Pengelolaan HHW Sederhana sangat relevan dengan rumah tangga di Banyuwangi. SOP ini secara langsung mengaplikasikan prinsip Kimia Hijau (Anastas & Warner, 1998), seperti rekomendasi praktis untuk menetralkan sisa pembersih asam-basa kuat dengan baking soda sebelum dibuang. Hal ini membuktikan bahwa intervensi berhasil mentransformasi pengetahuan teoritis menjadi keterampilan psikomotorik yang dapat direplikasi dan berkelanjutan di tingkat komunitas.

Pembahasan

Temuan penelitian ini secara tegas menggarisbawahi peran sentral dan transformatif Pendidikan Kimia dalam mengatasi isu lingkungan, khususnya Sampah Kimia Rumah Tangga (HHW). Peningkatan skor pengetahuan HHW yang sangat signifikan dari 55% menjadi 85% ($p < 0.01$) membuktikan bahwa integrasi konsep kimia teoritis dengan masalah lingkungan nyata adalah katalisator efektif untuk pembelajaran transformatif. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa Kimia dapat bertindak sebagai jembatan antara kesadaran moral lingkungan dan tindakan berbasis ilmu pengetahuan.

Kesenjangan awal yang teridentifikasi menunjukkan bahwa siswa memiliki kesadaran superfisial tentang bahaya HHW (hanya tahu do's and don'ts), tetapi kekurangan logika kimia yang mendasari bahaya tersebut (4.1). Miskonsepsi ini sering muncul ketika Pendidikan Lingkungan hanya mengandalkan himbauan moral tanpa basis ilmiah (Supriadi, 2009). Intervensi berbasis Kimia berhasil menutup kesenjangan ini dengan memperkenalkan Logika Kimia di Balik Bahaya (The Chemical Logic) (4.3.1). Ketika siswa memahami bahwa logam berat tidak terurai (Toksikologi) atau zat korosif memiliki pH ekstrem, pengetahuan tersebut menjadi mendalam, bertransisi dari pengetahuan pasif menjadi keterampilan analitis untuk membuat keputusan lingkungan yang bertanggung jawab (Jensen, 2002).

Penggunaan desain Penelitian Tindakan Partisipatif (PAR) adalah faktor kunci dalam keberhasilan transformasi perilaku ini (Kemmis & McTaggart, 2005). PAR memberdayakan siswa sebagai co-researcher, membuat pembelajaran menjadi sangat kontekstual dan relevan. Keterlibatan aktif siswa dalam mengidentifikasi HHW spesifik di rumah mereka di Banyuwangi memastikan bahwa intervensi langsung menyentuh realitas lokal, meningkatkan kedalaman pemahaman mereka secara personal.

Keterlibatan langsung dalam PAR secara signifikan meningkatkan Efikasi Diri (Self-Efficacy) siswa (4.3.2). Siswa tidak hanya tahu apa yang harus dilakukan, tetapi juga merasa mampu melakukannya dan bahkan mengedukasi orang lain di lingkungan mereka (Bandura, 1997). Misalnya, mereka merancang SOP Aksi Komunitas Lokal yang relevan. Transformasi dari mengetahui menjadi merasa mampu bertindak ini adalah esensi dari Pendidikan Lingkungan yang efektif dan berkelanjutan.

Intervensi ini berhasil mengaplikasikan Prinsip Kimia Hijau (Green Chemistry) (Anastas & Warner, 1998) ke tingkat rumah tangga. Prinsip-prinsip ini, seperti Design Safer Chemicals dan Prevention, diterjemahkan menjadi tindakan pre-disposal yang sangat praktis (4.3.3). Kemampuan siswa untuk merekomendasikan netralisasi zat

asam/basa korosif sisa sebelum dibuang dengan baking soda adalah demonstrasi luar biasa dari Kimia terapan. Hal ini membuktikan bahwa Pendidikan Kimia dapat berfungsi sebagai alat mitigasi risiko lingkungan yang dapat digunakan oleh masyarakat di luar lingkungan laboratorium formal.

Untuk keberlanjutan aksi ini di Banyuwangi, diperlukan perubahan kurikulum terintegrasi. Dinas Pendidikan harus mendorong integrasi topik HHW dan Kimia Hijau secara eksplisit ke dalam materi Kimia kelas X/XI. Pengajaran harus bergeser dari fokus Stoikiometri abstrak ke Toksikologi dan Reaktivitas Kimia Lingkungan. Selain itu, Guru Kimia memerlukan pelatihan khusus dalam Pedagogi Proyek Berbasis Lingkungan (PBL) dan metodologi PAR untuk memastikan bahwa pembelajaran Kimia diarahkan pada solusi masalah lingkungan lokal.

Keberlanjutan tindakan siswa sangat bergantung pada dukungan infrastruktur Pemerintah Daerah. Pemerintah Kabupaten Banyuwangi perlu menyediakan fasilitas pengumpulan HHW terpusat (seperti drop-off points di sekolah atau kelurahan). Tanpa infrastruktur pembuangan yang benar, upaya dan efikasi diri siswa akan menurun (Zimmerman, 2000), karena tindakan mereka tidak memiliki saluran pemrosesan akhir yang aman. Oleh karena itu, kolaborasi lintas sektor antara pendidikan dan pemerintah daerah adalah kunci untuk keberlanjutan program ini.

Kesimpulan

Penelitian Participatory Action Research (PAR) di Banyuwangi menyimpulkan bahwa Pendidikan Kimia terintegrasi secara efektif dalam menumbuhkan kompetensi pengelolaan Sampah Kimia Rumah Tangga (HHW) pada siswa. Intervensi berbasis Kimia Hijau dan Toksikologi menghasilkan peningkatan pengetahuan yang sangat signifikan (rata-rata +30%, $p < 0.01$). Keberhasilan kualitatif terletak pada transformasi: siswa menginternalisasi Logika Kimia di Balik Bahaya, yang secara drastis meningkatkan Efikasi Diri mereka untuk melakukan tindakan praktis (pre-disposal seperti netralisasi) dan edukasi di rumah. Oleh karena itu, direkomendasikan Integrasi Kimia Hijau dan HHW sebagai topik inti kurikulum Kimia SMA/SMK, didukung oleh metodologi PAR/PBL yang memberdayakan siswa, serta penyediaan infrastruktur pembuangan HHW yang aman oleh Pemerintah Daerah.

Daftar Pustaka

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Barrow, L. H. (2000). Addressing misconceptions about hazardous household wastes. *Journal of Chemical Education*, 77(10), 1318–1321.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Domino, B. P. (2015). A study of household hazardous waste disposal behaviors in rural communities. *Environmental Management*, 56(5), 1150–1160.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1989). *Fourth generation evaluation*. SAGE Publications.
- Hines, J. M., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N. (1987). Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2), 1–8.
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, action and pro-environmental behaviour. *Environmental Education Research*, 8(3), 325–334.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) RI. (2019). *Pedoman Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Rumah Tangga*.

- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Communicative action and the public sphere*. SAGE Publications.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Mellor, L. H. (2018). The impact of environmental education on students' attitudes towards waste management: A case study. *Journal of Environmental Studies*, 20(4), 112–125.
- Mukhlis, A., & Sari, D. P. (2023). Integrasi Kimia Hijau dan Toksikologi Dasar dalam Pembelajaran Kimia untuk Isu Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 12(1), 45–60.
- Palmberg, I., & Kuru, J. (2000). Outdoor education and environmental responsibility. *Environmental Education Research*, 6(4), 369–381.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- Peraturan Pemerintah RI No. 101 Tahun 2014. (2014). *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.
- Pramono, A., & Wibowo, S. (2020). *Edukasi Pengelolaan Sampah Kimia Rumah Tangga Berbasis Komunitas*. Deepublish.
- Setyowati, D. R., & Budiman, A. (2024). Pengaruh Participatory Action Research (PAR) terhadap Keterampilan Psikomotorik Siswa dalam Pengelolaan Limbah B3. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 10(2), 1–15.
- Slavin, R. E. (2018). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (4th ed.). Pearson Education.
- Supriadi, S. (2009). *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Balai Pustaka.
- Syahputra, E., & Handayani, T. (2022). Analisis Kesenjangan Pengetahuan dan Aksi Siswa terhadap Isu Household Hazardous Waste (HHW). *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Sains*, 14(3), 160–175.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195–212.
- UNEP. (2017). *Handbook for the development of national HHW management strategies*. United Nations Environment Programme.
- Wals, A. E. J. (2010). *Between knowing and doing: A critical reflection on the relationship between environmental knowledge and action*. Wageningen University.
- Widianto, E., & Permatasari, A. (2021). Peran Guru Kimia dalam Menerapkan Prinsip Kimia Hijau di Kelas dan Laboratorium Sekolah. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 18(1), 1–15.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82–91.