

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

Erni Yustissiani¹, Alpiana¹, Hady Rasikhun¹, Bedy Fara Aga Matrani¹, Arif Wijaya¹, Ariyanto¹, Erwin Rangga Fitriawa¹, M Fathin Firaz¹, Nurul Hidayati², Anwar Efendy², Ringgi Puteri Samengasbumi², Rugaya¹

¹Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

Penulis korespondensi : Erni Yustissiani

E-mail : erniyustissiani.ey@gmail.com

Diterima: 14 Juni 2026 | Direvisi: 29 Juni 2026 | Disetujui: 29 Juni 2026 | Online: 30 Juni 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan literasi kimia lingkungan pada pekerja tambang batuan terkait bahaya paparan debu mineral. Kegiatan dilaksanakan di Desa Perampuan dengan melibatkan 17 peserta yang dipilih secara purposive berdasarkan tingkat keterlibatan dalam aktivitas penambangan. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif berbasis edukasi kontekstual melalui tahapan persiapan, implementasi, dan evaluasi. Kegiatan edukasi dilakukan melalui penyuluhan interaktif dan diskusi partisipatif yang disertai dengan arahan penggunaan masker sebagai upaya sederhana dalam mengurangi paparan debu. Evaluasi dilakukan menggunakan desain *one-group pre-test post-test* dan dianalisis menggunakan indeks N-Gain. Hasil menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata peserta dari pre-test ke post-test dengan nilai N-Gain sebesar 0,65 yang termasuk kategori sedang. Secara kualitatif, peserta menunjukkan peningkatan pemahaman dan kesadaran terhadap bahaya debu mineral serta pentingnya penggunaan masker saat bekerja. Dengan demikian, kegiatan edukasi yang dilakukan terbukti efektif dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan dan mendorong perubahan perilaku menuju praktik kerja yang lebih aman.

Kata kunci: literasi kimia lingkungan; debu mineral; N-Gain; edukasi kontekstual.

Abstract

This community service activity aimed to improve environmental chemistry literacy among stone mining workers regarding the hazards of mineral dust exposure. The activity was conducted in Perampuan Village involving 17 participants selected purposively based on their involvement in mining activities. The method used was a participatory approach based on contextual education through preparation, implementation, and evaluation stages. Educational activities were carried out through interactive lectures and participatory discussions accompanied by guidance on mask usage as a simple measure to reduce dust exposure. Evaluation was conducted using a *one-group pre-test post-test* design and analyzed using the N-Gain index. The results showed an increase in participants' average scores from pre-test to post-test with an N-Gain value of 0.65, categorized as moderate. Qualitatively, participants demonstrated improved understanding and awareness of mineral dust hazards and the importance of wearing masks during work. Therefore, the educational activity was effective in improving environmental chemistry literacy and encouraging safer work practices.

Keywords: environmental chemistry literacy; mineral dust; N-Gain; contextual education.

PENDAHULUAN

Sektor pertambangan batuan merupakan salah satu sektor strategis yang berkontribusi terhadap pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi melalui penyediaan berbagai material konstruksi, seperti pasir, kerikil, dan batu pecah. Peningkatan kebutuhan pembangunan infrastruktur mendorong berkembangnya aktivitas pertambangan batuan di berbagai wilayah. Kontribusi tersebut tidak terlepas dari berbagai tantangan yang berkaitan dengan aspek lingkungan dan kesehatan kerja. Salah satu permasalahan yang umum dijumpai pada kegiatan pertambangan batuan adalah terbentuknya debu mineral selama proses pengeboran, penghancuran, pengangkutan, dan pengolahan material batuan.

Debu mineral yang dihasilkan dari aktivitas pertambangan umumnya mengandung partikel respirabel yang membawa berbagai senyawa berpotensi berbahaya, termasuk silika kristalin (SiO_2). Partikel tersebut dapat terhirup dan terdeposisi pada saluran pernapasan hingga mencapai alveoli paru-paru. Paparan silika kristalin respirabel secara berkelanjutan diketahui berasosiasi dengan berbagai gangguan kesehatan, seperti silikosis, bronkitis kronis, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan kanker paru-paru (Rey-Brandariz et al., 2023). Paparan debu respirabel juga berkontribusi terhadap penurunan fungsi paru dan peningkatan risiko gangguan sistem pernapasan pada pekerja tambang (Rumchev et al., 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa paparan debu mineral merupakan faktor risiko kesehatan kerja yang signifikan sehingga pengendaliannya perlu menjadi bagian integral dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja pada sektor pertambangan.

Permasalahan paparan debu mineral masih banyak dijumpai pada aktivitas pertambangan di Indonesia, terutama pada pertambangan batuan skala kecil dan pertambangan rakyat yang belum sepenuhnya menerapkan standar keselamatan dan kesehatan kerja secara memadai. Kondisi tersebut meningkatkan kerentanan pekerja terhadap paparan debu mineral yang berlangsung secara terus-menerus. Berbagai penelitian melaporkan bahwa paparan debu respirabel secara kronis tidak hanya meningkatkan risiko silikosis dan kanker paru, tetapi juga berkontribusi terhadap penurunan kapasitas fungsi paru serta munculnya berbagai gangguan sistem pernapasan. Risiko tersebut cenderung lebih tinggi pada pekerja yang terpapar debu dalam konsentrasi tinggi dan belum menerapkan tindakan pengendalian paparan secara optimal, termasuk penggunaan alat pelindung diri yang sesuai (Mundt et al., 2025).

Perspektif kimia lingkungan memandang debu mineral tidak hanya sebagai material partikulat yang bersifat fisik, tetapi juga sebagai media pembawa berbagai komponen kimia yang berpotensi menimbulkan dampak toksik terhadap kesehatan manusia dan kualitas lingkungan. Partikel debu yang terdispersi di udara berpotensi memengaruhi kualitas udara di sekitar area pertambangan serta meningkatkan risiko paparan bagi pekerja maupun masyarakat yang bermukim di sekitarnya (Siahidouzazar et al., 2025). Karakteristik kimia, ukuran partikel, dan konsentrasi debu merupakan faktor yang menentukan tingkat paparan dan besarnya risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik kimia debu mineral, mekanisme paparan, serta implikasinya terhadap kesehatan dan lingkungan menjadi aspek penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian risiko.

Penguatan pemahaman tersebut dapat dilakukan melalui pendekatan literasi kimia lingkungan. Literasi kimia lingkungan merupakan kemampuan individu dalam memahami karakteristik bahan kimia di lingkungan, menjelaskan dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan, serta menggunakan informasi ilmiah sebagai dasar pengambilan keputusan yang tepat (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Penguatan literasi lingkungan berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan individu dalam memahami permasalahan lingkungan. Dalam konteks pertambangan batuan, literasi kimia lingkungan dapat membantu pekerja memahami karakteristik debu mineral, jalur paparan, dampak kesehatan yang ditimbulkan, serta langkah-langkah pengendalian yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko paparan.

Hasil observasi awal dan survei kebutuhan yang dilakukan terhadap 17 pekerja tambang batuan di Desa Perampuan, Kabupaten Lombok Barat, menunjukkan bahwa tingkat pemahaman pekerja

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

mengenai karakteristik debu mineral dan dampaknya terhadap kesehatan masih rendah. Sebanyak 15 pekerja (88,2%) belum mengetahui bahwa debu batuan mengandung silika kristalin respirabel yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan akibat paparan jangka panjang. Selain itu, 13 pekerja (76,5%) belum memahami risiko penyakit paru akibat paparan debu respirabel, sedangkan 11 pekerja (64,7%) belum menggunakan respirator partikulat secara konsisten selama bekerja. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya upaya edukasi yang mampu meningkatkan pemahaman pekerja terhadap risiko paparan debu mineral dan strategi pengendaliannya.

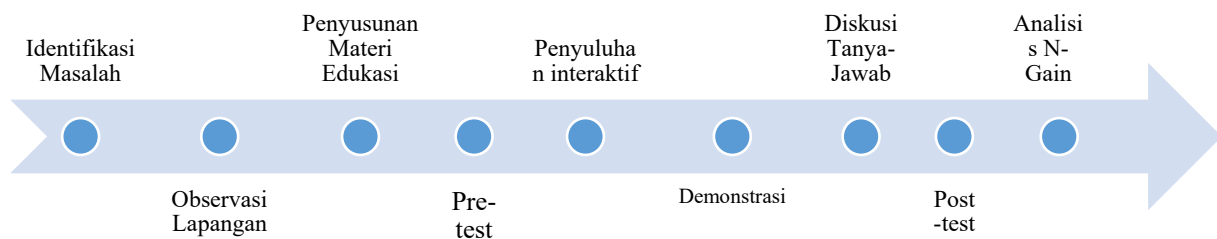
Berbagai penelitian telah mengkaji dampak debu mineral dari aspek kesehatan maupun teknologi pengendalian. Namun, pendekatan edukasi yang mengintegrasikan konsep literasi kimia lingkungan dengan isu paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan masih relatif terbatas. Sebagian besar program edukasi yang telah dilaksanakan berfokus pada penggunaan alat pelindung diri dan penerapan prosedur keselamatan kerja, sedangkan pemahaman mengenai karakteristik kimia debu mineral dan mekanisme dampaknya terhadap kesehatan belum banyak menjadi fokus kegiatan. Kebaruan kegiatan ini terletak pada penerapan pendekatan literasi kimia lingkungan sebagai strategi edukasi kesehatan kerja bagi pekerja tambang batuan. Pendekatan tersebut tidak hanya menekankan aspek penggunaan alat pelindung diri, tetapi juga meningkatkan pemahaman ilmiah mengenai karakteristik debu mineral, jalur paparan, mekanisme dampak terhadap kesehatan, serta upaya pengendalian risiko yang dapat diterapkan di lingkungan kerja.

Permasalahan tersebut menjadi dasar pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat oleh dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram di Desa Perampuan Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat. Kegiatan ini berfokus pada peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi mengenai paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan. Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan literasi kimia lingkungan pekerja tambang batuan melalui edukasi mengenai karakteristik debu mineral, risiko kesehatan akibat paparan silika kristalin respirabel, serta strategi pengendalian yang dapat diterapkan di lingkungan kerja. Melalui penyuluhan interaktif dan diskusi partisipatif, kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran dan perilaku pekerja dalam menerapkan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja pada sektor pertambangan batuan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Perampuan, Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat, dengan sasaran pekerja tambang batuan yang secara langsung terpapar debu mineral selama aktivitas kerja. Peserta kegiatan berjumlah 17 orang yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan tingkat keterlibatan mereka dalam kegiatan penambangan dan potensi paparan debu yang dialami. Pemilihan sasaran tersebut didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan masih rendahnya pemahaman pekerja mengenai karakteristik debu mineral, risiko kesehatan akibat paparan, serta upaya pencegahan yang dapat dilakukan di lingkungan kerja. Alur pelaksanaan kegiatan pengabdian disajikan pada Gambar 1.

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif berbasis edukasi kontekstual yang menekankan keterlibatan aktif peserta dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini dipilih karena mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman kerja peserta sehingga materi yang disampaikan lebih mudah dipahami dan diterapkan dalam aktivitas sehari-hari. Literasi kesehatan lingkungan akan lebih efektif ditingkatkan apabila materi disampaikan sesuai dengan konteks paparan yang dihadapi peserta dan dikaitkan dengan kondisi lingkungan kerjanya (Pfleger et al., 2024). Pelaksanaan kegiatan mengikuti alur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, yang terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, implementasi, dan evaluasi.



Gambar 1. Diagram alur kegiatan pengabdian

Tahap persiapan

Tahap ini diawali dengan observasi lapangan dan identifikasi kebutuhan peserta untuk memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan kerja, potensi paparan debu mineral, serta tingkat pemahaman awal pekerja terkait bahaya debu dan dampaknya terhadap kesehatan. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam penyusunan materi edukasi yang meliputi karakteristik debu mineral, kandungan silika kristalin respirabel, jalur paparan ke dalam tubuh, dampak kesehatan akibat paparan debu, serta strategi pengendalian risiko di lingkungan kerja. Materi disusun berdasarkan karakteristik paparan debu respirabel pada kegiatan pertambangan sehingga sesuai dengan kebutuhan peserta (Siahidouzazar et al., 2025). Selain itu, pada tahap ini disusun instrumen pre-test dan post-test yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan.

Tahap implementasi

Tahap ini diawali dengan pemberian pre-test untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal peserta mengenai karakteristik debu mineral dan risiko kesehatannya. Selanjutnya dilakukan penyuluhan melalui metode ceramah interaktif yang membahas karakteristik debu mineral, bahaya silika kristalin respirabel, dampak paparan terhadap kesehatan, serta upaya pengendalian risiko di lingkungan kerja. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan demonstrasi penggunaan masker KN95, yaitu pemateri memperagakan cara menggunakan masker secara benar, meliputi cara memasang masker hingga menutupi hidung dan mulut dengan sempurna, menyesuaikan posisi masker agar rapat pada wajah (*fit check* sederhana), serta menjelaskan pentingnya penggunaan masker secara konsisten selama bekerja di area yang berdebu. Setelah demonstrasi, peserta diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan dan mendiskusikan pengalaman mereka terkait penggunaan alat pelindung pernapasan di lingkungan kerja melalui diskusi partisipatif. Pendekatan ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman peserta tidak hanya pada aspek konseptual, tetapi juga pada penerapannya dalam aktivitas kerja sehari-hari. Edukasi mengenai penggunaan alat pelindung diri merupakan salah satu strategi yang efektif dalam mengurangi paparan debu respirabel di tempat kerja (Anlimah et al., 2023).

Tahap evaluasi

Tahap ini dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan peserta. Evaluasi menggunakan desain one-group pre-test–post-test, dengan instrumen berupa kuesioner yang diberikan sebelum (pre-test) dan setelah (post-test) kegiatan edukasi. Instrumen disusun untuk mengukur tingkat pengetahuan dan pemahaman peserta mengenai karakteristik debu mineral, bahaya paparan silika kristalin respirabel, dampak kesehatan akibat paparan debu, serta upaya pengendalian risiko di lingkungan kerja.

Data hasil pre-test dan post-test dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan edukasi. Efektivitas kegiatan dianalisis menggunakan indeks Normalized Gain (N-Gain) berdasarkan rata-rata skor kelompok (mean score) untuk mengetahui peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan edukasi (Kurniawan et

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

al., 2019) . Pada penelitian ini, skor maksimum ideal (Smax) ditetapkan sebesar 100. Nilai N-Gain dihitung menggunakan Persamaan (1) dihitung menggunakan rumus:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \quad \dots(1)$$

Keterangan: g = nilai Normalized Gain (N-Gain) berdasarkan rata-rata skor kelompok (*mean score*), Spost = rata-rata skor post-test seluruh peserta, Spre = rata-rata Skor pre-test seluruh peserta, Smax = Skor maksimum ideal (100).

Hasil perhitungan N-Gain kemudian dikategorikan menjadi tiga kriteria, yaitu tinggi apabila $g \geq 0,70$, sedang apabila $0,30 \leq g < 0,70$, dan rendah apabila $g < 0,30$. Kategori ini digunakan untuk menilai tingkat efektivitas kegiatan edukasi dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan peserta (Annashih & Subroto, 2019). Selain evaluasi kuantitatif, dilakukan evaluasi kualitatif melalui observasi selama kegiatan berlangsung dan pengumpulan umpan balik dari peserta. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat partisipasi peserta, respons terhadap materi yang disampaikan, serta keterlibatan peserta selama proses edukasi. Hasil observasi dan umpan balik digunakan sebagai data pendukung dalam menginterpretasikan hasil evaluasi kuantitatif serta sebagai bahan refleksi untuk penyempurnaan program edukasi pada kegiatan selanjutnya. Melalui penerapan pendekatan partisipatif berbasis edukasi kontekstual, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta mengenai karakteristik debu mineral, bahaya paparan silika kristalin respirabel, serta upaya pengendalian risiko di lingkungan kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Desa Perampuan menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan pada pekerja tambang batuan. Kegiatan diikuti oleh 17 pekerja tambang batuan yang seluruhnya mengikuti rangkaian kegiatan mulai dari pre-test, penyuluhan interaktif, demonstrasi penggunaan masker KN95, diskusi partisipatif, hingga post-test. Selama kegiatan berlangsung peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi, terutama pada sesi diskusi yang mengaitkan materi dengan pengalaman kerja sehari-hari. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat kehadiran dan partisipasi aktif peserta selama kegiatan berlangsung, terutama pada sesi diskusi dan pemberian arahan penggunaan masker sebagai upaya pencegahan paparan debu mineral.

Observasi pada tahap persiapan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta belum memahami karakteristik debu mineral, kandungan silika kristalin respirabel, jalur paparan, dampak kesehatan, serta upaya pengendalian paparan di lingkungan kerja. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa informasi mengenai bahaya debu respirabel belum sepenuhnya dipahami oleh pekerja tambang, meskipun mereka terpapar debu mineral setiap hari. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rumchev et al. (2022) yang melaporkan bahwa pekerja tambang masih memiliki risiko tinggi mengalami gangguan kesehatan akibat paparan debu respirabel apabila pengetahuan mengenai karakteristik silika dan strategi pengendaliannya masih terbatas. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, materi edukasi disusun secara kontekstual dengan mengaitkan konsep ilmiah mengenai debu mineral dan silika kristalin respirabel dengan kondisi kerja peserta sehingga lebih mudah dipahami dan diterapkan dalam aktivitas sehari-hari.

Tahap implementasi dilaksanakan melalui penyuluhan interaktif yang dipadukan dengan demonstrasi penggunaan masker KN95 dan diskusi partisipatif. Materi penyuluhan mencakup karakteristik debu mineral, kandungan silika kristalin respirabel, mekanisme paparan ke dalam sistem pernapasan, dampak kesehatan akibat paparan debu, serta strategi pengendalian risiko di lingkungan kerja. Demonstrasi dilakukan dengan memperagakan cara penggunaan masker KN95 secara benar, meliputi pemasangan masker, penyesuaian masker agar menutupi hidung dan mulut secara optimal (*fit check* sederhana), serta penjelasan mengenai pentingnya penggunaan respirator secara konsisten selama bekerja pada area yang memiliki paparan debu tinggi. Setelah demonstrasi, peserta diberikan kesempatan untuk mempraktikkan kembali penggunaan respirator dan mendiskusikan berbagai

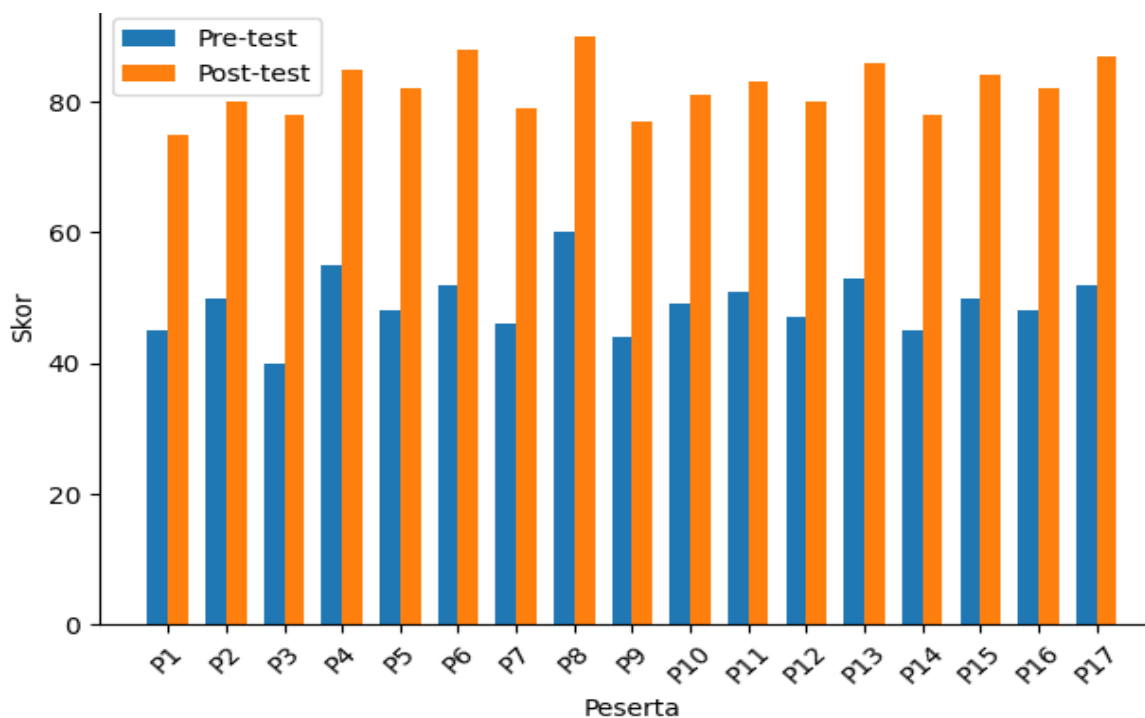
Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

kendala yang dihadapi dalam penerapan alat pelindung diri di tempat kerja. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kegiatan edukasi paparan debu mineral dalam peningkatan literasi kimia lingkungan pada pekerja tambang batuan

Pendekatan pembelajaran yang diterapkan mampu menciptakan suasana belajar yang interaktif dan kontekstual. Interaksi dua arah antara pemateri dan peserta memberikan kesempatan untuk mengklarifikasi konsep, menghubungkan materi dengan pengalaman kerja di lapangan, serta mendiskusikan berbagai permasalahan yang dihadapi selama aktivitas penambangan. Demonstrasi penggunaan masker KN95 juga memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret sehingga peserta tidak hanya memahami konsep pengendalian paparan debu secara teoritis, tetapi juga memperoleh keterampilan dasar dalam menggunakan alat pelindung diri secara benar. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga mendorong terbentuknya pemahaman yang lebih aplikatif sesuai dengan kondisi kerja peserta.



Gambar 3. Perbandingan skor pre-test dan post-test peserta kegiatan edukasi paparan debu mineral

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

Efektivitas kegiatan dievaluasi menggunakan desain one-group pre-test–post-test. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan edukasi. Rata-rata nilai pre-test sebesar 45,00 meningkat menjadi 80,75 pada post-test, yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mengenai karakteristik debu mineral, bahaya silika kristalin respirabel, dampak kesehatan akibat paparan debu, serta strategi pengendalian yang dapat diterapkan di lingkungan kerja. Perbandingan skor masing-masing peserta disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil evaluasi kuantitatif melalui desain *one-group pre-test post-test*, diperoleh adanya peningkatan skor pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan edukasi. Rata-rata nilai pre-test menunjukkan bahwa pemahaman awal peserta terkait bahaya debu mineral masih tergolong rendah hingga sedang. Setelah dilakukan kegiatan edukasi, rata-rata nilai post-test mengalami peningkatan yang signifikan. ringkasan hasil evaluasi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pre-test dan post-test peserta pengabdian

Parameter	Nilai
Jumlah peserta	17
Rata-rata pre-test	45,00
Rata-rata post-test	80,75
N-Gain	0,65
Kategori	Sedang

Analisis menggunakan indeks Normalized Gain (N-Gain) menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,65 yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai tersebut dihitung berdasarkan rerata skor pre-test dan post-test seluruh peserta dengan skor maksimum ideal sebesar 100, sehingga menunjukkan bahwa intervensi edukasi yang diberikan efektif dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan peserta (Annashih & Subroto, 2019).

Peningkatan pemahaman peserta dipengaruhi oleh karakteristik intervensi edukasi yang disusun berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan peserta dan kondisi lingkungan kerja. Materi disampaikan dengan mengaitkan konsep ilmiah mengenai debu mineral dan silika kristalin respirabel dengan aktivitas penambangan yang dilakukan peserta setiap hari, sehingga peserta lebih mudah menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman kerja yang telah dimiliki. Pendekatan pembelajaran yang kontekstual tersebut menjadikan proses belajar lebih bermakna karena peserta tidak hanya memperoleh informasi secara teoritis, tetapi juga memahami relevansi materi terhadap potensi risiko yang dihadapi selama bekerja. Pendekatan kontekstual tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna serta mempermudah peserta dalam mengonstruksi pengetahuan baru, sebagaimana dikemukakan oleh Holbrook & Rannikmäe (2009) bahwa pembelajaran yang dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata mampu meningkatkan literasi sains dan pemahaman peserta. Selain itu, pendekatan edukasi yang melibatkan peserta secara aktif melalui interaksi dan pembelajaran berbasis kebutuhan juga dilaporkan mampu meningkatkan literasi kesehatan serta pemahaman peserta secara lebih efektif dibandingkan penyampaian informasi secara pasif (Aljafri et al., 2025).

Demonstrasi penggunaan masker KN95 memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret karena peserta dapat mengamati sekaligus mempraktikkan prosedur penggunaan respirator secara benar. Demonstrasi membantu mengurangi sifat abstrak dari materi keselamatan kerja sehingga peserta lebih mudah memahami fungsi respirator sebagai salah satu bentuk pengendalian paparan debu respirabel. Hasil kajian sistematis Anlimah et al. (2023) menunjukkan bahwa edukasi mengenai pengendalian debu dan penggunaan alat pelindung diri berkontribusi terhadap peningkatan praktik keselamatan kerja pada pekerja yang berisiko terpapar debu respirabel. Dengan demikian, demonstrasi tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga memperkuat kemampuan peserta dalam menerapkan tindakan pencegahan di lingkungan kerja.

Diskusi partisipatif yang dilaksanakan setelah penyuluhan dan demonstrasi turut memperkuat proses pembelajaran karena memberikan kesempatan kepada peserta untuk bertukar pengalaman mengenai kondisi kerja, mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi selama aktivitas penambangan,

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

serta mendiskusikan strategi pengendalian yang sesuai dengan kondisi lapangan. Interaksi tersebut membantu peserta mengklarifikasi konsep dan mengintegrasikan informasi baru dengan pengalaman yang telah dimiliki sehingga pemahaman yang terbentuk menjadi lebih komprehensif. Hasil ini konsisten dengan penelitian Langwana et al. (2024) yang menjelaskan bahwa peningkatan pengetahuan mengenai bahaya silika berkontribusi terhadap penguatan praktik keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerja tambang.

Peningkatan hasil belajar yang diperoleh peserta juga sejalan dengan penelitian Susanto et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pekerja pada industri pengolahan mineral memiliki risiko tinggi terhadap paparan debu respirabel akibat karakteristik proses kerja yang menghasilkan partikulat halus. Kondisi tersebut menegaskan bahwa peningkatan literasi mengenai sumber bahaya, mekanisme paparan, dampak kesehatan, serta strategi pengendalian merupakan komponen penting dalam upaya pencegahan penyakit akibat kerja. Selain itu, Siahidouzazar et al. (2025) menjelaskan bahwa debu silika respirabel memiliki karakteristik fisik yang memungkinkan partikel mencapai alveoli paru dan menimbulkan gangguan kesehatan kronis apabila paparan berlangsung secara terus-menerus. Oleh karena itu, edukasi mengenai karakteristik debu mineral dan strategi pengendalian paparan menjadi bagian penting dalam membangun budaya keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan pertambangan.

Penggunaan analisis N-Gain memberikan dasar yang lebih objektif dalam mengevaluasi efektivitas intervensi edukasi karena mampu menggambarkan besarnya peningkatan hasil belajar dengan mempertimbangkan kemampuan awal peserta (Kurniawan et al., 2019). Hasil observasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta terlibat aktif dalam setiap tahapan pembelajaran serta memberikan respons positif terhadap materi yang disampaikan. Umpan balik peserta menunjukkan bahwa materi mudah dipahami karena berkaitan langsung dengan kondisi kerja yang mereka hadapi sehingga kegiatan edukasi tidak hanya meningkatkan aspek pengetahuan, tetapi juga memperkuat kesadaran mengenai pentingnya penggunaan masker KN95 sebagai salah satu upaya pengendalian paparan debu mineral.



Gambar 4. Dokumentasi akhir kegiatan peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

Pelaksanaan kegiatan diakhiri dengan sesi refleksi dan dokumentasi bersama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Sesi tersebut menjadi bagian dari evaluasi akhir untuk memperoleh umpan balik peserta terhadap pelaksanaan program. Secara umum, peserta menyatakan bahwa materi yang diberikan relevan dengan kondisi kerja dan memberikan manfaat dalam meningkatkan pemahaman mengenai bahaya paparan debu mineral. Meskipun demikian, kegiatan ini memiliki keterbatasan berupa jumlah peserta yang relatif terbatas serta belum dilakukannya evaluasi jangka panjang terhadap perubahan perilaku penggunaan alat pelindung diri di tempat kerja. Oleh karena itu,

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

diperlukan kegiatan pendampingan atau evaluasi lanjutan untuk menilai keberlanjutan penerapan praktik keselamatan dan kesehatan kerja setelah program selesai dilaksanakan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi kuantitatif dan observasi menunjukkan bahwa pendekatan edukasi partisipatif berbasis kontekstual yang dipadukan dengan penyuluhan interaktif, demonstrasi penggunaan masker KN95, dan diskusi partisipatif efektif dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan pekerja tambang batuan. Integrasi ketiga metode tersebut memungkinkan peserta memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik debu mineral, bahaya silika kristalin respirabel, serta strategi pengendalian paparan yang dapat diterapkan dalam aktivitas kerja sehari-hari, sehingga berpotensi mendukung upaya pencegahan penyakit akibat kerja pada sektor pertambangan batuan. Meskipun demikian, kegiatan ini memiliki keterbatasan, antara lain jumlah peserta yang relatif terbatas dan belum adanya evaluasi jangka panjang terhadap perubahan perilaku peserta. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa kegiatan pendampingan atau monitoring secara berkala untuk memastikan keberlanjutan dampak program.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Desa Perampuan menunjukkan bahwa edukasi paparan debu mineral dengan pendekatan partisipatif berbasis kontekstual efektif dalam meningkatkan literasi kimia lingkungan pada pekerja tambang batuan. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan skor hasil belajar peserta berdasarkan analisis N-Gain sebesar 0,65 yang termasuk dalam kategori sedang. Selain peningkatan aspek pengetahuan, kegiatan ini juga mampu meningkatkan kesadaran pekerja terhadap bahaya debu mineral serta pentingnya penggunaan masker sebagai upaya sederhana dalam mengurangi paparan debu selama aktivitas kerja. Dengan demikian, kegiatan edukasi yang dilakukan tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga mendorong perubahan sikap dan perilaku menuju praktik kerja yang lebih aman.

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan, diperlukan upaya tindak lanjut untuk menjaga keberlanjutan dampak program melalui kegiatan pendampingan atau evaluasi secara berkala guna memastikan konsistensi penerapan perilaku kerja yang aman oleh pekerja tambang. Selain itu, kegiatan edukasi serupa perlu dikembangkan dengan melibatkan jumlah peserta yang lebih besar dan dilaksanakan pada lokasi pertambangan yang berbeda agar manfaat program dapat menjangkau kelompok sasaran yang lebih luas. Keberhasilan implementasi program juga memerlukan dukungan kolaboratif dengan berbagai pemangku kepentingan, seperti pemerintah daerah, instansi kesehatan, dan pengelola pertambangan, terutama dalam penyediaan alat pelindung diri, penguatan edukasi keselamatan dan kesehatan kerja, serta pengembangan kebijakan pencegahan paparan debu mineral di lingkungan kerja. Di samping itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang peningkatan literasi kimia lingkungan terhadap perubahan perilaku kerja, kepatuhan penggunaan alat pelindung diri, serta kondisi kesehatan pekerja tambang sebagai dasar pengembangan program edukasi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Mataram melalui skema hibah internal atas dukungan pendanaan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Teknik, CV. Bukit Batu Alam, Pemerintah Desa Perampuan, serta para pekerja tambang batuan yang telah berpartisipasi dalam kegiatan ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Aljafri, A., Abba, P., Sedghi, A., Conte, A., & Jerjes, W. (2025). Evaluating the impact of community-based medical education on health literacy and patient empowerment. *Clinics and Practice*.
- Anlimah, F., Gopaldasani, V., MacPhail, C., & Davies, B. (2023). A Systematic Review of the Effectiveness of Dust Control Measures Adopted to Reduce Workplace Exposure. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 54407–54428.
- Annashih, A. I. N., & Subroto, W. (2019). Quiet book media development to improve ecosystem material

Peningkatan literasi kimia lingkungan melalui edukasi paparan debu mineral pada pekerja tambang batuan

- learning results. *International Journal of Educational Research Review*.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288.
- Kurniawan, A., Suhandi, A., & Kaniawati, I. (2019). Effect of application of dilemmatic problem solving oriented learning model in physics teaching on improvement decision making skills. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Langwana, V., Khoza, N., Rathebe, P. C., Mbonane, T. P., & Masekameni, M. D. (2024). Knowledge, Attitudes, and Practices on Occupation Health and Safety Amongst Mine Workers Exposed to Crystalline Silica Dust in a Low-Income Country: A Case Study from Lesotho. *Safety*, 10(3), 1–15.
- Mundt, K. A., Thompson, W. J., Dhawan, G., Checkoway, H., & Boffetta, P. (2025). Systematic Review of the Epidemiological Evidence of Associations Between Quantified Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica and the Risk of Silicosis and Lung Cancer. *Frontiers in Public Health*, 13.
- Pfleger, E., Lutz, R., & Drexler, H. (2024). Umweltrisiken und Gesundheitskompetenz: Eine systematische Übersichtsarbeit. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 67(1), 85–98.
- Rey-Brandariz, J., Martínez, C., Candal-Pedreira, C., Pérez-Ríos, M., Varela-Lema, L., & Ruano-Ravina, A. (2023). Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica and Lung Cancer: A Systematic Review of Cut-Off Points. *Environmental Health*, 22(1), 82.
- Rumchev, K., Hoang, T., & Lee, A. (2022). Exposure to dust and respiratory health among workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Siahidouzazar, S., Hosseini, M., Gholami, A., & Bahrami, A. (2025). A Review of Respirable Crystalline Silica Dust Concentration, Characteristics, Toxicity, and Regulation in US Metal and Nonmetal Mines. *Journal of Hazardous Materials*, 497, 139733.
- Susanto, A., Putro, E. K., Kusnadi, S. N. F., Santoso, D. R. M., & Manuel, A. A. (2024). Risk Assessment of Respirable Dust Exposure to Workers in the Mineral Ore Processing Industry. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 13(1), 109–115.