

Diseminasi Pembelajaran Teknologi *Sabo* untuk Mitigasi Bencana di Kalimantan Timur melalui Program *International Student Exchange*

Taufiqurrahman Albiza Vieri¹, Choiriatun Nur Annisa^{1*}, Hamed Ghozali¹, dan Muhammad Tomy Farhan¹

¹Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75123

*Email: c_annisa@fahutan.unmul.ac.id

Received: 10 Maret 2026 ; Accepted : 24 Juni 2026

ABSTRACT

This article discusses a community service program (PKM) focused on enhancing public understanding of *Sabo* technology as a strategy for mitigating erosion and sedimentation in East Kalimantan. Capacity building for the implementing team was carried out through field observations at the Tanakamiyama *Sabo* Erosion Control site in Japan, which were later translated into public educational materials. Dissemination was conducted online through social media and evaluated using a digital questionnaire completed by 36 respondents. Before dissemination, 55.6% of respondents had previously heard of *Sabo* technology, while 44.4% had not. After receiving the educational content, all respondents stated that the material clearly explained the functions of *Sabo* and that they understood the main function of a *Sabo* dam. These results indicate that social-media-based dissemination can effectively introduce *Sabo* principles to the participating community. For East Kalimantan, which is prone to landslides and flash floods due to mining activities, deforestation, oil palm expansion, and development pressures from the Nusantara Capital City (IKN), *Sabo* technology provides a valuable reference. These findings demonstrate that all respondents experienced a significant improvement in understanding the function of *Sabo* dams and the urgency of sediment control. This underscores that community-based educational approaches are effective in building disaster mitigation awareness and are highly relevant for strengthening Forest and Land Rehabilitation (RHL) efforts in East Kalimantan.

Keywords: Erosion Control; *Sabo* technology; community-based education, sustainable environmental management

ABSTRAK

Artikel ini membahas kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang berfokus pada peningkatan pemahaman publik mengenai teknologi *Sabo* sebagai strategi mitigasi erosi dan sedimentasi di Kalimantan Timur. Penguatan kapasitas tim pelaksana dilakukan melalui observasi lapangan di Pengendali Erosi *Sabo* Tanakamiyama, Jepang, yang kemudian diterjemahkan menjadi materi edukasi publik. Diseminasi dilakukan secara daring melalui media sosial dan dievaluasi menggunakan kuesioner digital yang diisi oleh 36 responden. Materi pembelajaran menekankan *Sabo* sebagai pendekatan terpadu yang menggabungkan struktur pengendali sedimen, restorasi ekologi, dan pelibatan masyarakat. Sebelum diseminasi, 55,6% responden telah mengetahui teknologi *Sabo*, sedangkan 44,4% belum pernah mengenalinya. Setelah menerima konten edukasi, seluruh responden menyatakan bahwa materi mampu menjelaskan fungsi teknologi *Sabo* dengan jelas dan memahami fungsi utama bendungan *Sabo*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa diseminasi berbasis media sosial efektif sebagai sarana pengenalan teknologi *Sabo* pada kelompok masyarakat yang menjadi sasaran kegiatan. Bagi Kalimantan Timur yang rentan terhadap bencana longsor dan banjir bandang akibat aktivitas pertambangan, deforestasi, perkebunan sawit, serta tekanan pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN), teknologi *Sabo* memberikan referensi berharga. Hal tersebut menunjukkan bahwa seluruh responden mengalami peningkatan pemahaman signifikan mengenai fungsi Bendungan *Sabo* dan urgensi pengendalian sedimen. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan edukasi berbasis komunitas efektif dalam membangun kesadaran mitigasi bencana, serta relevan untuk mendukung penguatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) di Kalimantan Timur.

Kata kunci: Pengendali Erosi; teknologi *Sabo*; edukasi berbasis komunitas, pengelolaan lingkungan berkelanjutan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan terhadap bencana hidrometeorologi, terutama banjir, tanah longsor, dan erosi. Berdasarkan data dari Badan Nasional

Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2025, hingga pertengahan Juni 2025 telah tercatat terjadi 1.685 kejadian bencana, dengan 99,4% diantaranya merupakan bencana hidrometeorologi. Peristiwa erosi dan sedimentasi menjadi kontributor utama dalam 68% kejadian banjir

bandang dan tanah longsor. Di Kalimantan Timur, topografi berbukit dan curah hujan tinggi serta aktivitas deforestasi, pertambangan, dan alih fungsi lahan semakin memperparah kerentanan terhadap bencana sedimentasi. Erosi dan sedimentasi merupakan faktor utama yang dapat menyebabkan terjadinya banjir bandang dan tanah longsor di Kalimantan Timur. Kondisi tersebut kini semakin diperparah oleh aktivitas manusia yang masif, seperti deforestasi, pertambangan terbuka, serta alih fungsi lahan termasuk akibat dari dorongan pembangunan infrastruktur berskala besar seperti yang terjadi pada Ibu Kota Nusantara (IKN) yang dapat mempercepat laju degradasi lingkungan.

Di sisi lain, dalam rangka mengendalikan erosi dan sedimentasi, Jepang telah lama menciptakan strategi *Sabo* yang dianggap sebagai pendekatan yang holistik. Pendekatan *Sabo* secara umum melibatkan kombinasi desain fisik (penahan banjir/sedimen, *Sabo dam*, rekayasa aliran) dengan upaya pemantauan morfologi sungai dan pemeliharaan jaringan sungai guna mengurangi potensi kerusakan akibat aliran sedimen dan banjir (Halim et al., 2024). Konsep *Sabo* tidak hanya melibatkan infrastruktur teknis seperti bendungan *Sabo* dan terasering, namun juga melibatkan elemen restorasi ekologi dan partisipasi aktif masyarakat. Pendekatan ini terbukti efektif dalam mengurangi risiko bencana terkait sedimentasi dan menjaga stabilitas daerah aliran sungai. Pendekatan *Sabo* lahir dari pengalaman panjang Jepang dalam menghadapi bencana sedimentasi akibat curah hujan tinggi, topografi pegunungan yang curam, serta aktivitas vulkanik yang intens. Seiring perkembangannya, *Sabo* tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik untuk menahan pergerakan massa tanah dan mengurangi energi aliran air, tetapi juga berkembang menjadi sebuah sistem manajemen terpadu yang mensinergikan teknik sipil, konservasi ekologi, dan penguatan kapasitas masyarakat. Hasilnya, *Sabo* terbukti efektif dalam menurunkan risiko banjir bandang, tanah longsor, dan aliran lahar pasca letusan gunung api di Jepang. Bahkan, konsep ini kini diadaptasi secara luas di berbagai negara Asia dengan kondisi geofisik yang mirip, termasuk kawasan tropis yang rentan terhadap erosi dan sedimentasi.

Transfer pengetahuan mengenai teknologi mitigasi bencana kepada masyarakat menjadi penting karena keberhasilan pengelolaan risiko tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan infrastruktur, tetapi juga oleh pemahaman publik terhadap fungsi, manfaat, dan cara pemeliharannya. Dalam kegiatan ini, pengalaman mahasiswa pada Program Pertukaran Mahasiswa

Internasional dimanfaatkan sebagai tahap penguatan kapasitas tim pelaksana. Pengetahuan yang diperoleh dari pembelajaran lapangan mengenai *Sabo* kemudian diolah menjadi materi edukasi yang lebih sederhana dan kontekstual agar dapat dipahami oleh masyarakat Kalimantan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mendiseminasikan pengetahuan mengenai teknologi *Sabo* kepada masyarakat, mengevaluasi perubahan pemahaman sasaran setelah menerima materi edukasi, serta membahas relevansi prinsip *Sabo* dalam konteks mitigasi erosi dan sedimentasi di Kalimantan Timur. Dengan demikian, program pertukaran mahasiswa ditempatkan sebagai sumber pembelajaran dan penguatan kapasitas tim, sedangkan kegiatan pengabdian berfokus pada proses pengolahan, penyebaran, dan evaluasi transfer pengetahuan kepada masyarakat.

Kegiatan ini diharapkan dapat memperluas literasi masyarakat mengenai mitigasi bencana berbasis daerah aliran sungai sekaligus menunjukkan bahwa pengalaman akademik internasional dapat ditransformasikan menjadi materi pengabdian yang relevan dengan persoalan lingkungan lokal. Pembahasan mengenai *Sabo* selanjutnya diarahkan pada keterkaitannya dengan pengendalian sedimen, rehabilitasi hutan dan lahan, serta pelibatan masyarakat di Kalimantan Timur.

METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan melalui rangkaian penguatan kapasitas tim, pengolahan materi, diseminasi, dan evaluasi pengetahuan mengenai teknologi *Sabo* sebagai strategi mitigasi erosi dan sedimentasi. Penguatan kapasitas tim dilakukan dalam rangka Program Pertukaran Mahasiswa Internasional Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis Universitas Mulawarman bersama mitra universitas di Jepang pada Juni 2025, dengan salah satu agenda berupa observasi lapangan di Tanakamiyama *Sabo* Erosion Control. Pengetahuan yang diperoleh pada tahap tersebut kemudian diolah menjadi materi edukasi dan didiseminasikan secara daring kepada masyarakat Kalimantan pada April 2026.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan PKM dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah penguatan kapasitas tim pelaksana melalui pemaparan narasumber, observasi langsung, diskusi, dan studi literatur

mengenai praktik konservasi tanah dan air serta pengendalian erosi-sedimentasi berbasis *Sabo* di Jepang. Tahap kedua adalah pengolahan hasil pembelajaran menjadi materi edukasi yang disederhanakan dan dikontekstualisasikan dengan kondisi Kalimantan. Tahap ketiga adalah diseminasi materi kepada masyarakat serta evaluasi pemahaman sasaran kegiatan. Pembagian tahapan ini menempatkan pembelajaran lapangan sebagai sumber materi, sementara inti kegiatan pengabdian berada pada proses transfer pengetahuan kepada masyarakat.

Diseminasi dilakukan secara daring melalui TikTok dan Instagram untuk menjangkau masyarakat, terutama generasi muda di Kalimantan. Materi yang disampaikan mencakup pengenalan teknologi *Sabo*, fungsi bendungan *Sabo*, manfaat pengendalian sedimen, hubungan antara infrastruktur dan rehabilitasi vegetasi, serta relevansinya bagi pengelolaan daerah aliran sungai di Kalimantan Timur. Efektivitas diseminasi dievaluasi melalui kuesioner daring yang diisi oleh 36 responden. Instrumen tersebut digunakan untuk menggambarkan pengetahuan awal, persepsi terhadap kejelasan materi, pemahaman fungsi utama bendungan *Sabo* setelah diseminasi, dan perubahan pemahaman yang dirasakan responden.

Pada tahap penguatan kapasitas tim, Kyoto University, Mie University, dan Kyoto Prefectural University memfasilitasi akses terhadap narasumber, lingkungan akademik, dan pendampingan selama program pertukaran mahasiswa. Dukungan sponsor juga membantu penyelenggaraan kegiatan pembelajaran dan logistik. Seluruh pengetahuan yang diperoleh dari tahap tersebut selanjutnya diposisikan sebagai bahan untuk menyusun konten pengabdian, sehingga luaran utama yang ditujukan kepada masyarakat berupa materi edukasi dan peningkatan

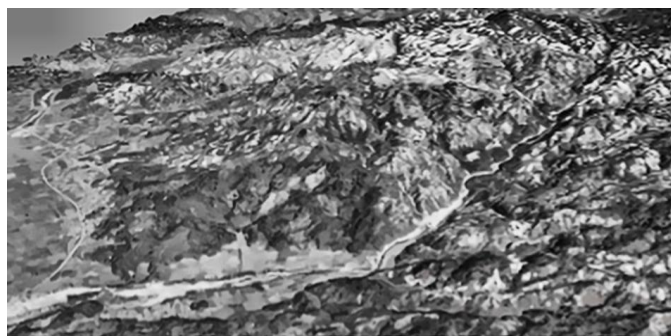
pemahaman mengenai mitigasi erosi dan sedimentasi berbasis prinsip *Sabo*.

Informasi untuk penyusunan materi edukasi dihimpun melalui penjelasan narasumber, sesi tanya jawab, observasi dan dokumentasi lapangan, serta studi literatur. Data evaluasi kegiatan diperoleh dari kuesioner daring dan dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase jawaban responden. Hasil pembelajaran lapangan dan evaluasi diseminasi kemudian dibahas secara kualitatif untuk menjelaskan proses transfer pengetahuan serta relevansi prinsip *Sabo* terhadap kondisi pengelolaan lingkungan di Kalimantan Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan PKM menghasilkan tiga capaian utama, yaitu tersusunnya materi edukasi berbasis hasil pembelajaran lapangan tentang teknologi *Sabo*, terlaksananya diseminasi pengetahuan kepada masyarakat Kalimantan melalui media sosial, dan diperolehnya gambaran perubahan pemahaman responden setelah menerima materi. Oleh karena itu, pembahasan menempatkan pengalaman lapangan di Jepang sebagai sumber konten pengabdian, sedangkan hasil utama kegiatan ditinjau dari bagaimana pengetahuan tersebut diolah, disampaikan, dan dipahami oleh masyarakat sasaran.

Pembelajaran lapangan di Jepang memberikan dasar substantif bagi penyusunan materi pengabdian, terutama mengenai hubungan antara pengendalian sedimen, pemulihan daerah aliran sungai, dan pelibatan masyarakat. Informasi yang diperoleh dari *Tanakamiyama Sabo Erosion Control* tidak disajikan sebagai luaran akademik yang berdiri sendiri, tetapi diseleksi dan diterjemahkan menjadi pesan edukasi yang relevan dengan persoalan erosi, sedimentasi, banjir bandang, dan degradasi lahan di Kalimantan.



1963年の田上山（国土地理院航空写真 MX11EX-C4-7~10を「PhotoScape」を用いて合成した）

Gambar 1. Kawasan Tanakamiyama pada tahun 1963 menunjukkan gunung yang dulunya ditutupi hutan lebat kini telah menjadi tandus dan terdegradasi akibat deforestasi.

(Sumber: www.shiga-bunkazai.jp)

Dokumentasi kondisi Tanakamiyama pada tahun 1963 (Gambar 1) digunakan sebagai salah satu materi visual untuk menjelaskan kepada masyarakat bahwa degradasi tutupan hutan dapat memicu erosi dan sedimentasi dalam jangka panjang. Kawasan tersebut mengalami tekanan akibat penebangan selama berabad-abad sehingga tanah dan pasir tererosi ke bagian hilir.

Pengalaman pemulihan Tanakamiyama sejak akhir abad ke-19 kemudian digunakan dalam materi edukasi sebagai contoh bahwa pengendalian sedimen membutuhkan upaya jangka panjang yang tidak hanya berorientasi pada pembangunan struktur, tetapi juga pemulihan kondisi daerah tangkapan air.

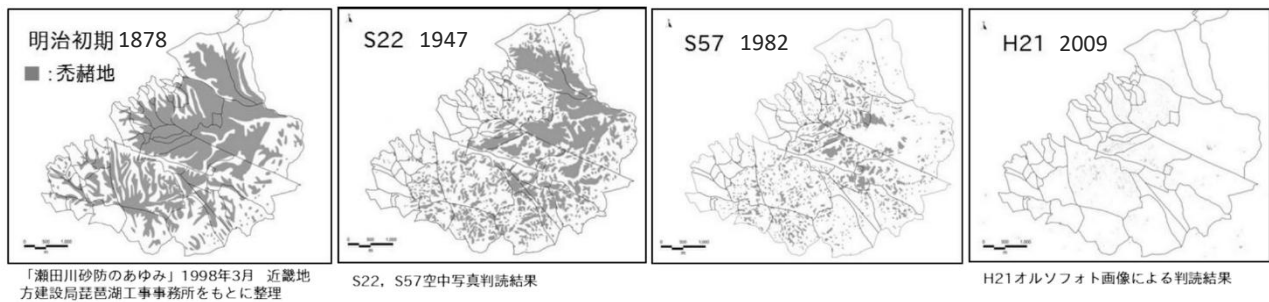


図-1 田上地区の禿し地面積の変遷

日緑工誌, J. Jpn. Soc. Reveget. Tech., 39(1), 174-177, (2013)

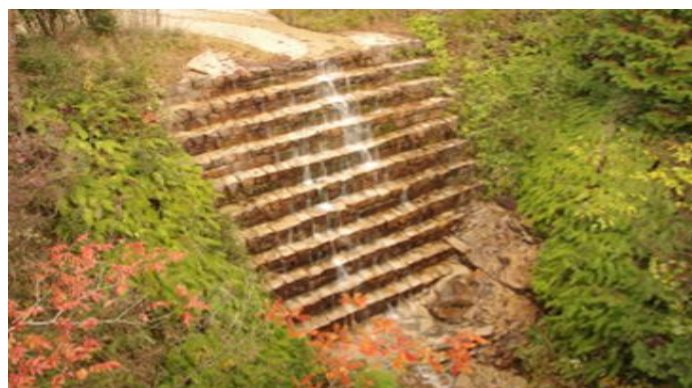
Gambar 2. Penurunan Lahan Kosong Melalui Kegiatan Reforestasi di Tanakamiyama (warna semakin terang menunjukkan semakin bertambah tutupan)
(Sumber: Ishimaru Kanae et al., 2013)

Perubahan tutupan lahan Tanakamiyama dari waktu ke waktu (Gambar 2) memperkuat pesan edukasi mengenai pentingnya kesinambungan rehabilitasi. Program pengendalian erosi dan pemulihan hutan berlangsung lebih dari satu abad hingga pengelolaannya dialihkan kepada Prefektur Shiga pada 2014. Bagi kegiatan pengabdian ini, rangkaian perubahan tersebut menjadi contoh visual yang mudah dipahami untuk menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan erosi merupakan hasil kombinasi antara intervensi teknis, pemulihan vegetasi, dan konsistensi pengelolaan.

Aspek lain yang diangkat dalam materi diseminasi adalah pelibatan masyarakat. Dalam sejarah pengelolaan Tanakamiyama, masyarakat hilir merupakan kelompok yang menerima manfaat langsung dari pengendalian banjir dan sedimen, sementara pada perkembangannya masyarakat dan

siswa turut dilibatkan dalam penanaman pohon. Informasi ini digunakan untuk memperkenalkan kepada sasaran PKM bahwa mitigasi bencana berbasis daerah aliran sungai memerlukan peran masyarakat, tidak hanya sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai bagian dari upaya pemeliharaan lingkungan.

Dengan demikian, pesan utama yang ditransfer dari pembelajaran Tanakamiyama kepada masyarakat bukan semata-mata mengenai bentuk fisik bendungan *Sabo*. Materi edukasi menekankan keterpaduan antara pengendalian sedimen, rehabilitasi vegetasi, dukungan kelembagaan, dan partisipasi masyarakat. Pendekatan tersebut menjadi dasar untuk mendiskusikan relevansi prinsip *Sabo* dengan pengelolaan daerah aliran sungai di Kalimantan Timur.



Gambar 3. Bendungan Yoroizeki
(Sumber: www.shiga-bunkazai.jp)

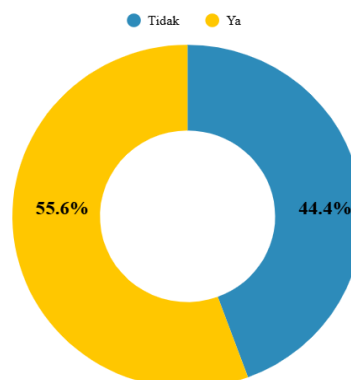
Gambar 3 memperlihatkan Bendungan Yoroizeki sebagai salah satu contoh struktur pengendali erosi di Tanakamiyama. Dalam materi pengabdian, struktur ini digunakan untuk menjelaskan fungsi dasar bendungan *Sabo* dalam menahan dan mengendalikan pergerakan tanah, pasir, dan material sedimen agar dampaknya ke wilayah hilir dapat dikurangi. Penjelasan tersebut kemudian dipadukan dengan informasi mengenai restorasi vegetasi dan pengelolaan daerah aliran sungai untuk menunjukkan bahwa *Sabo* merupakan pendekatan terpadu, bukan sekadar bangunan pengendali sedimen.

Hasil observasi dan penjelasan narasumber selanjutnya disederhanakan menjadi dua pesan utama bagi masyarakat, yaitu fungsi *Sabo* dalam mengendalikan aliran sedimen serta pentingnya menjaga kondisi ekosistem hulu sebagai bagian dari mitigasi bencana. Penyederhanaan ini penting agar materi teknis yang diperoleh tim selama kegiatan internasional dapat diterima oleh sasaran

pengabdian dengan bahasa yang lebih komunikatif dan dekat dengan kondisi lingkungan Kalimantan.

Pengetahuan tersebut kemudian diterjemahkan menjadi konten edukasi publik sebagai inti kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Konten diseminasi dirancang untuk menjembatani konsep teknis tentang pengendalian sedimen, infrastruktur, vegetasi, dan pelibatan masyarakat. Video edukasi disebarkan bersama kuesioner untuk menilai keterjangkauan pesan dan perubahan pemahaman responden setelah menerima materi.

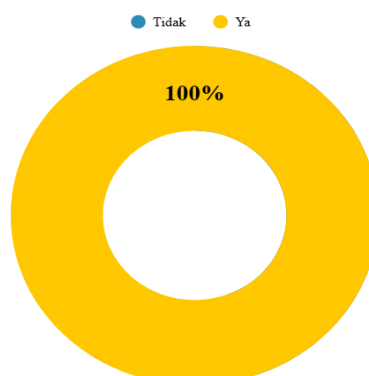
Selama periode diseminasi, kuesioner diisi oleh 36 responden yang berasal dari Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara. Responden berusia 18-52 tahun dengan latar belakang antara lain mahasiswa, pekerja, dan masyarakat umum. Keragaman tersebut memberikan gambaran awal mengenai penerimaan materi pada kelompok sasaran dengan latar belakang yang berbeda.



Gambar 4. Grafik Tingkat Pengetahuan Awal Responden Mengenai Teknologi *Sabo* Sebelum Kegiatan Diseminasi

Berdasarkan Gambar 4, pengetahuan awal responden mengenai teknologi *Sabo* belum merata. Sebanyak 55,6% responden menyatakan telah mengetahui teknologi *Sabo* sebelumnya, sedangkan 44,4% belum pernah mendengar atau mengenal konsep tersebut. Temuan ini

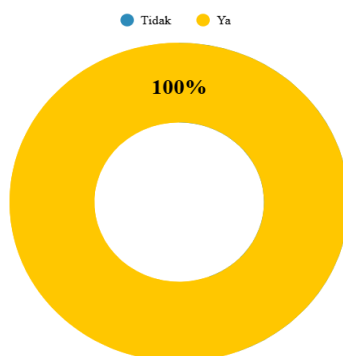
menunjukkan masih adanya ruang untuk memperluas literasi publik mengenai pengendalian sedimen dan mitigasi bencana berbasis daerah aliran sungai, sehingga kegiatan diseminasi memiliki relevansi sebagai sarana penyadartahuan masyarakat.



Gambar 5. Grafik Penilaian Responden Terhadap Kejelasan Konten Diseminasi Teknologi *Sabo*

Setelah menerima materi, seluruh responden memberikan penilaian positif terhadap kejelasan konten diseminasi (Gambar 5). Hasil ini menunjukkan bahwa penyederhanaan informasi teknis ke dalam format visual dan narasi media sosial dapat membantu masyarakat memahami

fungsi teknologi *Sabo*. Dalam konteks PKM, kejelasan materi merupakan aspek penting karena transfer pengetahuan tidak hanya bergantung pada ketepatan isi, tetapi juga pada kemampuan menyampaikan pesan dengan bahasa yang mudah dipahami oleh sasaran.



Gambar 6. Grafik Pemahaman Akhir Responden Mengenai Fungsi Utama *Sabo* dan Pasca-Diseminasi

Kejelasan penyajian materi juga tercermin pada pemahaman akhir responden. Setelah mencermati konten edukasi, 100% responden menyatakan memahami fungsi utama bendungan *Sabo* sebagai struktur yang membantu mengendalikan aliran sedimen dan menahan material padat (Gambar 6). Hasil ini menunjukkan tercapainya tujuan edukasi pada kelompok responden yang mengikuti kegiatan, khususnya dalam memperkenalkan fungsi dasar teknologi *Sabo*.

Seluruh responden juga menyatakan bahwa konten yang diberikan meningkatkan pengetahuan mereka mengenai teknologi *Sabo*. Temuan ini menunjukkan bahwa diseminasi berbasis media sosial dapat menjadi media transfer pengetahuan yang efektif pada kegiatan ini, terutama untuk memperkenalkan teknologi yang sebelumnya belum dikenal oleh sebagian sasaran. Meskipun evaluasi masih terbatas pada 36 responden dan bersifat deskriptif, hasil tersebut memberikan dasar bagi pengembangan kegiatan edukasi serupa dengan jangkauan peserta yang lebih luas dan bentuk keterlibatan masyarakat yang lebih partisipatif.

Hasil diseminasi tersebut selanjutnya dibahas dalam konteks Kalimantan Timur, yang memiliki tekanan terhadap lahan akibat pertambangan, perluasan perkebunan kelapa sawit, konversi kawasan hutan, dan pembangunan infrastruktur. Data BPS Kalimantan Timur (2023) mencatat lebih dari 1.400 izin usaha pertambangan yang tersebar di berbagai kabupaten/kota dengan dominasi batubara, sementara luas perkebunan kelapa sawit pada 2021 mencapai sekitar 1,3 juta hektare (BPS Kaltim, 2022). Pembangunan IKN di Kecamatan

Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, juga menambah dinamika perubahan penggunaan lahan. Kondisi tersebut menjadikan pengendalian erosi, sedimentasi, dan stabilitas daerah aliran sungai sebagai isu yang relevan untuk diperkenalkan kepada masyarakat.

Dalam konteks tersebut, aspek pelibatan masyarakat yang diperkenalkan melalui contoh Tanakamiyama memiliki keterkaitan dengan pengelolaan lahan di Kalimantan Timur. Wilayah provinsi ini tersusun atas kawasan hutan dan areal penggunaan lain (APL) dengan berbagai aktor pengelola. Karena itu, pemahaman masyarakat mengenai hubungan antara kondisi hulu, pergerakan sedimen, dan risiko di wilayah hilir dapat menjadi salah satu modal sosial dalam pengelolaan lingkungan. Prinsip *Sabo* pada pembahasan ini tidak dipahami hanya sebagai teknologi struktural, tetapi sebagai bagian dari sistem mitigasi yang membutuhkan keterpaduan antara pengelolaan teknis, ekologis, dan sosial.

Peningkatan pemahaman responden setelah diseminasi menunjukkan bahwa edukasi publik dapat menjadi tahap awal untuk membangun kesadaran tersebut. Namun, perubahan pengetahuan belum dapat langsung disamakan dengan perubahan perilaku atau kesiapan masyarakat dalam mengelola infrastruktur *Sabo*. Oleh karena itu, hasil PKM ini lebih tepat dipandang sebagai bukti awal bahwa materi yang kontekstual dan mudah dipahami dapat membuka ruang bagi kegiatan lanjutan berupa diskusi komunitas, pembelajaran lapangan, atau keterlibatan masyarakat dalam konservasi daerah aliran sungai.

Relevansi materi juga diperkuat oleh perkembangan permukiman dan perubahan tutupan lahan di kawasan perkotaan maupun sekitar wilayah tambang. Global Forest Watch (2021) mencatat pengurangan hutan primer di Kalimantan Timur sejak 2001. Berkurangnya tutupan vegetasi dapat memengaruhi fungsi ekosistem daerah aliran sungai dan meningkatkan kerentanan terhadap limpasan permukaan serta erosi. Dalam kerangka edukasi masyarakat, kondisi ini menjadi konteks lokal untuk menjelaskan mengapa pengendalian sedimen perlu dipadukan dengan upaya menjaga dan memulihkan vegetasi.

Keterpaduan tersebut memiliki kesesuaian dengan prinsip Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL), yang mengombinasikan pendekatan vegetatif dan sipil teknis berdasarkan satuan daerah aliran sungai. RHL di Kalimantan Timur mengacu antara lain pada Peraturan Menteri LHK Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan serta Permen LHK Nomor 10 Tahun 2022 mengenai penyusunan rencana RHL-DAS. Implementasinya dapat berupa penanaman kembali, agroforestri, terasering, mulsa, dan bentuk konservasi tanah lainnya. Kesamaan prinsip tersebut membuat *Sabo* relevan sebagai bahan pembelajaran untuk memperkaya pemahaman masyarakat mengenai pilihan pengendalian erosi dan sedimentasi.

Pelaksanaan RHL juga berkaitan dengan program pemberdayaan masyarakat seperti Perhutanan Sosial dan Kemitraan Konservasi. Namun, efektivitas rehabilitasi di lapangan dapat dipengaruhi oleh keterbatasan pendanaan, koordinasi lintas sektor, pemeliharaan pascapenanaman, dan tingginya tekanan alih fungsi lahan. Dalam konteks pembahasan hasil PKM, pengalaman *Sabo* memberikan perspektif bahwa rehabilitasi vegetasi akan lebih kuat apabila ditempatkan dalam sistem pengelolaan DAS yang juga memperhatikan jalur pergerakan sedimen, struktur pengendali, pemeliharaan, dan keterlibatan masyarakat.

Pada aspek sipil teknis, prinsip *Sabo* dapat dipahami sebagai pelengkap pendekatan vegetatif RHL pada lokasi yang memiliki risiko erosi dan sedimentasi tinggi. Struktur pengendali sedimen berfungsi mengurangi pergerakan material ke wilayah hilir dan membantu menurunkan energi aliran pada kondisi tertentu. Penempatan prinsip ini dalam pembahasan RHL menekankan bahwa pilihan teknologi harus disesuaikan dengan karakteristik tapak, kondisi geomorfologi, tata guna lahan, dan kebutuhan pengelolaan daerah

aliran sungai, sehingga tidak diterapkan sebagai solusi tunggal.

Pada aspek ekologis, pengalaman Tanakamiyama menunjukkan pentingnya rehabilitasi dan reforestasi di zona hulu sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari pengendalian sedimen. Vegetasi membantu memperkuat struktur tanah, meningkatkan perlindungan permukaan tanah, dan mengurangi energi aliran permukaan. Karena itu, materi pengabdian menempatkan bendungan *Sabo* dan pemulihan vegetasi sebagai dua komponen yang saling melengkapi dalam pengelolaan risiko erosi dan sedimentasi.

Aspek tata guna lahan juga menjadi bagian penting dalam memahami adaptasi prinsip *Sabo* di Kalimantan Timur. Pengendalian erosi tidak akan optimal apabila perubahan penggunaan lahan terus meningkatkan luas permukaan terbuka dan memperbesar limpasan. Dengan demikian, pembahasan mengenai teknologi *Sabo* perlu selalu dihubungkan dengan perlindungan kawasan vegetasi, pengelolaan kegiatan pertambangan dan perkebunan, serta perencanaan ruang yang mempertimbangkan fungsi hidrologis daerah aliran sungai.

Selain pembangunan dan rehabilitasi, pengalaman *Sabo* memperlihatkan pentingnya pemantauan serta pemeliharaan jangka panjang. Struktur pengendali sedimen dapat mengalami penurunan kapasitas akibat akumulasi material, sedangkan vegetasi membutuhkan waktu dan pemeliharaan untuk mencapai fungsi perlindungan tanah yang optimal. Pesan ini relevan dalam kegiatan edukasi masyarakat karena memperkenalkan bahwa mitigasi bencana merupakan proses berkelanjutan, bukan intervensi satu kali.

Secara keseluruhan, integrasi prinsip *Sabo* ke dalam diskursus RHL di Kalimantan Timur dapat dipahami melalui empat unsur yang saling terkait, yaitu identifikasi lokasi rawan erosi dan sedimentasi, penggunaan struktur pengendali yang sesuai dengan kondisi tapak, rehabilitasi vegetasi dan penataan penggunaan lahan, serta pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan. Keterkaitan tersebut dapat menjadi bahan penguatan literasi publik sekaligus memperluas perspektif masyarakat bahwa pengurangan risiko bencana berbasis DAS membutuhkan kolaborasi antara pendekatan teknis, ekologis, kelembagaan, dan sosial.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mentransformasikan hasil pembelajaran

mengenai teknologi *Sabo* dari Program Pertukaran Mahasiswa Internasional menjadi materi edukasi yang didiseminasikan kepada masyarakat Kalimantan melalui media sosial. Sebelum kegiatan, 44,4% responden belum mengenal teknologi *Sabo*, sedangkan setelah menerima materi seluruh responden menyatakan memahami fungsi utama bendungan *Sabo* dan merasakan peningkatan pengetahuan. Hasil ini menunjukkan bahwa diseminasi digital dapat menjadi sarana awal yang efektif untuk memperkenalkan konsep pengendalian erosi dan sedimentasi kepada masyarakat. Pembahasan juga menunjukkan bahwa prinsip *Sabo* memiliki relevansi dengan penguatan RHL di Kalimantan Timur karena menekankan keterpaduan antara pengendalian sedimen secara struktural, rehabilitasi vegetasi, penataan penggunaan lahan, pemantauan berkelanjutan, dan pelibatan masyarakat dalam mitigasi bencana berbasis daerah aliran sungai

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung terlaksananya International Student Exchange Program 2025, inisiatif kolaboratif antara Universitas Mulawarman, Kyoto University, Mie University, dan Kyoto Prefectural University (KPU) sebagai tuan rumah. Terima kasih khusus kami berikan kepada J. Hayashida Inc. sebagai sponsor utama yang telah memberikan dukungan finansial yang sangat berharga bagi kesuksesan program ini. Dukungan dari sponsor memungkinkan penulis untuk memperoleh pengalaman dan wawasan penting dalam pengelolaan kehutanan berkelanjutan, khususnya melalui kunjungan lapangan ke Tanakamiyama *Sabo Erosion Control* di Prefektur Mie, Jepang. Harapan kami, kerja sama ini dapat terus terjalin dan memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. (2022). Kalimantan Timur dalam Angka 2022. Samarinda: BPS Kaltim.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. (2023). Statistik Perkebunan Kalimantan Timur 2023. Samarinda: BPS Kaltim.
- Global Forest Watch. (2021). Deforestation Data: Kalimantan Timur. Washington DC: WRI.
- Halim, F., Nugroho, J., & Lestari, S. (2024). The effect of *Sabo* works design and river improvement on the magila river with consideration on morphological changes influenced by debris flow events. *E3s Web of Conferences*, 500, 03034.
- Japan *Sabo* Association. (2020). History and Principles of *Sabo* in Japan. Tokyo: JSA.
- Jinbo, T. (2017). 新近江名所圖會 第243回 田上山地砂防の護り ~ 天神川の砂防堰堤 .[Shin Ōmi Meisho Zu-e, Dai ni-hyaku yon-jū san kai: Tanakami Sanchi Sabō no Mamori Tenjin-gawa no Sabō Entei.] Diakses Pada 3 Oktober 2025, dari <https://www.shiga-bunkazai.jp/shigabun-shinbun/best-place-in-shiga/243/>
- Ishimaru, K., Kinoshita, A., Soda, N., Murata, H., Funakoshi, K., Kuroiwa, C., Umemura, Y., & Isojima, H. (2013). 田上山山腹緑化工施工地の植生回復状況 Tanakamiyama sanpuku ryokkakō sekōchi no shokusei kaifuku jōkyō [Vegetation recovery status in slope revegetation construction sites of Mt. Tanakami]. *Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology*, 39(1), 174–177. <https://doi.org/10.7211/jjsrt.39.174>
- Kartodihardjo, H., & Suwarno, E. (2019). Deforestasi dan degradasi hutan di Indonesia: faktor pendorong dan implikasinya. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 25(3), 151–163.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2022). Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia 2022. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan. Database Peraturan JDIH BPK.
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur. (2019). RPJMD Provinsi Kalimantan Timur 2019–2023. Samarinda: Bappeda Kaltim.

Pusat data informasi dan komunikasi kebencanaan. (2025). Infobencana. In A. Muhari, T. Harjito, A. C. Utomo, A. Rosyida, N. M. K. Astuti, M. I. Ulinnuha, A. R. Ananda, P. S. Sagardi, K. P. Pangesti, F. K. Ichsan, M. A. Maulani, N. Yulianto, Y. Firmansyah, I. A. Faatih, D. I. Permadani, F. Afdhalia, C. S. Rahardian R., Y. D. P. Sari, Survinky, R. Y. L. P (Eds.), Data Dan Informasi Kebencanaan Bulanan Teraktual: Vol. Vol. 6 (Issue No. 6).

Sabo Sediment Transport and Control, Research Division of Atmospheric and Fluvial-Coastal Disasters, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University. (2024). United research to produce safe sediment environment in river basin. Diakses Pada 3 Oktober 2025, dari <https://rcfcd.dpri.kyotou.ac.jp/Sabo/research.html>.