



Penerapan *Bioengineering* Penanaman Tanaman Penguat Lereng untuk Meningkatkan Ketahanan Bencana Longsor di Padukuhan Karangrejek

Application of Bioengineering Planting of Slope Reinforcement Plants to Improve Landslide Disaster Resilience in Karangrejek Hamlet

Abdul Kadir Jaelani^{1*}, Yosi Marchita Kharisma Putri Wulandari², Cindy Kafka Navisa Dewi³, Dwiana Margareta Lumbantoruan⁴, Intan Pertiwi⁵, Riam Rizki Zahira Satoto⁶, Rizky Setyawan⁷, Rochmana Dwi Rahayu⁸, Sabrina Dwi Puspitasari⁹, Wafiq Galindha Radyan¹⁰

¹⁻¹⁰ Universitas Sebelas Maret, Indonesia

Email: jaelaniabdulkadir@staff.uns.ac.id¹, yosimarchita03@student.uns.ac.id², cindykafka005@student.uns.ac.id³, dwiana.l@student.uns.ac.id⁴, intanpertiwi@student.uns.ac.id⁵, riamzahira@student.uns.ac.id⁶, rzkystywn34@student.uns.ac.id⁷, rochmanadr03@student.uns.ac.id⁸, sabrinadwipuspita@student.uns.ac.id⁹, wafiqgalindha05@student.uns.ac.id¹⁰

*Penulis Korespondensi: jaelaniabdulkadir@staff.uns.ac.id

Article History:

Received: Januari 17, 2026;

Revised: Februari 10, 2026;

Accepted: Maret 05, 2026;

Published: Maret 10, 2026;

Keywords: *Bioengineering; Karangrejek Hamlet; Landslide Mitigation; Plant Root Systems; Slope-Stabilizing Plants.*

Abstract: *Padukuhan Karangrejek, Karangtengah, Imogiri, Bantul, is a sloping area prone to landslides due to high rainfall, soil erosion, and vegetation degradation. Landslides often threaten the safety of residents, damage infrastructure, and disrupt the sustainability of the local environment and economy. This study aims to apply bioengineering through the planting of slope-stabilizing plants to improve slope resistance to landslides using an environmentally friendly and sustainable nature-based approach. The methods included surveying planting locations, preparing planting holes, making tree marker boards, and participatory phased planting with the community. The types of plants used were Munggur, Soursop, Jackfruit, and Teak, which have strong root systems to strengthen soil structure and reduce erosion. The results showed an increase in soil cohesion through root penetration, a reduction in rainwater runoff, suppression of erosion, and a decrease in the risk of subsequent landslides. The positive impacts included increased soil water retention, improved soil fertility, community empowerment in disaster management, and economic added value from fruit and timber crops. Conclusion The application of bioengineering with Munggur, Soursop, Jackfruit, and Teak trees is an effective, inexpensive, and sustainable solution for landslide mitigation in Karangrejek Hamlet. Recommendations include monitoring growth periodically, expanding planting to other slopes, and integrating the program into the village's disaster resilience plan for long-term sustainability.*

Abstrak

Padukuhan Karangrejek, Karangtengah, Imogiri, Bantul, merupakan daerah berlereng rentan longsor akibat curah hujan tinggi, erosi tanah, dan degradasi vegetasi. Longsor sering mengancam keselamatan warga, merusak infrastruktur, serta mengganggu keberlanjutan lingkungan dan ekonomi lokal. Penelitian ini bertujuan menerapkan *bioengineering* melalui penanaman tanaman penguat lereng untuk meningkatkan ketahanan lereng terhadap longsor dengan pendekatan berbasis alam yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Metode meliputi survei lokasi penanaman, persiapan lubang tanam, pembuatan papan nama penanda pohon, serta penanaman bertahap secara partisipatif bersama masyarakat. Jenis tanaman yang digunakan adalah Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati, yang memiliki sistem akar tanaman kuat untuk memperkuat struktur tanah dan mengurangi erosi. Hasil menunjukkan peningkatan kohesi tanah melalui penetrasi akar, pengurangan limpasan air hujan, penekanan erosi, serta penurunan risiko longsor susulan. Dampak positif meliputi peningkatan retensi air tanah, perbaikan kesuburan lahan, pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan bencana, serta nilai tambah ekonomi dari tanaman buah dan kayu. Simpulan Penerapan *bioengineering* dengan tanaman Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati merupakan solusi efektif, murah, dan berkelanjutan untuk mitigasi longsor di Padukuhan Karangrejek. Saran lakukan pemantauan pertumbuhan secara berkala, perluas penanaman ke lereng lain, serta integrasikan program

ke rencana desa tangguh bencana untuk keberlanjutan jangka panjang.

Kata kunci: Bioteknologi; Dusun Karangrejek; Mitigasi Tanah Longsor; Sistem Akar Tanaman; Tanaman Penstabil Lereng.

1. PENDAHULUAN

Pengabdian kepada masyarakat merupakan salah satu pilar utama Tri Dharma Perguruan Tinggi yang diwujudkan secara konkret melalui program Kuliah Kerja Nyata (KKN) bagi mahasiswa. Oleh karena itu, mahasiswa Universitas Sebelas Maret memainkan peran penting dalam memberikan kontribusi langsung kepada masyarakat, melalui peningkatan kapasitas dan keterampilan warga, penyebaran ilmu pengetahuan serta teknologi yang relevan, peningkatan kesadaran terhadap isu-isu strategis, serta berbagai bentuk pemberdayaan berkelanjutan lainnya (Paputungan, 2023). Kegiatan KKN ini berlangsung selama 45 hari, meliputi tahap pembekalan intensif, penerjunan ke lokasi, dan pelaksanaan program kerja secara langsung bersama masyarakat untuk menghasilkan dampak yang berkelanjutan.

Perencanaan program kerja selalu didasarkan pada analisis mendalam terhadap potensi wilayah kegiatan. Mahasiswa KKN diwajibkan melakukan pemetaan potensi masyarakat secara komprehensif, mengidentifikasi kekuatan, peluang, serta celah pengembangan agar program yang dijalankan memberikan manfaat positif dan berkelanjutan bagi daerah setempat. Kelompok 1 KKN Universitas Sebelas Maret beranggotakan 9 mahasiswa ditempatkan di Padukuhan Karangrejek, Kalurahan Karangtengah, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kawasan ini termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan gempa bumi yang terjadi secara rutin. Khususnya gempa bumi, karena lokasinya yang dekat dengan Sesar Opak, patahan aktif yang melintasi wilayah Bantul dan sekitarnya, menjadikan padukuhan ini sering mengalami getaran gempa, baik yang ringan maupun berpotensi merusak seperti gempa Bantul 2006 (M 6,4) yang dipicu sesar ini, serta gempa-gempa susulan terkini. Ancaman ini secara rutin menimbulkan kerugian materiil signifikan serta mengancam keselamatan dan keberlangsungan hidup warga. Rendahnya kesadaran masyarakat terhadap risiko bencana, ditambah keterbatasan kesiapsiagaan dalam menghadapi situasi darurat termasuk evakuasi cepat saat gempa menyebabkan upaya pengurangan risiko dan dampak bencana belum optimal.

Padukuhan Karangrejek dengan topografi berlerengnya sering mengalami tanah longsor yang dipicu oleh curah hujan tinggi, erosi tanah intensif, serta degradasi vegetasi akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim. Pendekatan konvensional seperti struktur rekayasa sipil (*retaining wall* atau *soil nailing*) umumnya mahal, memerlukan pemeliharaan tinggi, dan

kurang ramah lingkungan. Sebaliknya, metode *soil bioengineering* atau *bioengineering* lereng yang mengintegrasikan vegetasi sebagai penguat tanah menawarkan solusi berbasis alam (*nature-based solution*) yang efektif, hemat biaya, dan berkelanjutan, karena memanfaatkan sistem akar tanaman untuk meningkatkan kohesi tanah, mengurangi erosi permukaan, serta menekan limpasan air hujan. Pendekatan ini juga dapat dikombinasikan dengan strategi mitigasi gempa, seperti pemilihan tanaman dengan akar kuat yang membantu stabilisasi lereng pasca-getaran gempa.

Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa penerapan *bioengineering* dengan tanaman berakar kuat, seperti rumput vetiver atau pohon lokal, berhasil memperkuat lereng rawan longsor di berbagai daerah Indonesia. Misalnya, penanaman rumput vetiver dalam mitigasi berbasis komunitas terbukti efektif membentuk vegetasi penguat lereng dan mengurangi risiko longsor susulan (Putra, 2025). Selain itu, teknik *soil bioengineering* secara umum telah dikembangkan sebagai proteksi lereng yang ramah lingkungan, dengan fokus pada penerapan di wilayah rawan longsor Indonesia (Zayadi et al., 2025). Pemanfaatan tanaman penguat lereng juga dieksplorasi untuk pembangunan berkelanjutan, seperti di wilayah berbukit, di mana *bioengineering* menggabungkan rekayasa dan vegetasi alami untuk stabilitas tanah tanpa dampak negatif lingkungan (Adriati et al., 2024). Penelitian lain menekankan peran rumput vetiver dalam penguatan lereng sekaligus penyerapan karbon sebagai inovasi berkelanjutan di kondisi tropis (Resqiyanto et al., 2025). Pendekatan serupa juga diterapkan pada spesies tanaman lokal untuk mitigasi longsor di daerah tangkapan air, dengan mempertimbangkan kesesuaian lahan dan vegetasi untuk pengendalian erosi serta stabilitas lereng (Masrianti et al., 2023). Namun, sebagian besar studi masih menekankan rumput vetiver atau tanaman konservasi tunggal, sementara integrasi tanaman pohon lokal multifungsi (seperti Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati) yang memberikan nilai ekonomi tambah dari buah dan kayu, serta partisipasi masyarakat aktif dalam penanaman dan pemantauan, masih terbatas, khususnya di pedesaan rawan longsor seperti Padukuhan Karangrejek.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan *bioengineering* melalui penanaman tanaman penguat lereng (Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati) guna meningkatkan ketahanan lereng terhadap bencana longsor di Padukuhan Karangrejek, dengan melibatkan partisipasi masyarakat secara langsung. Kebaruan penelitian terletak pada kombinasi tanaman pohon lokal yang tidak hanya memberikan stabilisasi mekanis dan hidrologis, tetapi juga manfaat ekonomi dan ekologis jangka panjang, serta penguatan kapasitas komunitas melalui program KKN yang berkelanjutan, yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur terkini di wilayah serupa.

2. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Sebelas Maret tahun 2025 dengan pendekatan partisipatif berbasis komunitas. Program berlangsung selama 45 hari di Padukuhan Karangrejek, Kalurahan Karangtengah, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah penerapan *bioengineering* penanaman tanaman penguat lereng dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan secara langsung. Mitra utama kegiatan adalah Pemerintah Kalurahan Karangtengah, Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) Karangtengah, dan Karang Taruna Padukuhan Karangrejek. Pemilihan mitra dilakukan melalui mekanisme resmi program KKN UNS, yaitu koordinasi awal dengan pihak kelurahan dan analisis kebutuhan desa pada tahap pra-kegiatan. Ketiga mitra dipilih karena memiliki peran strategis dalam koordinasi masyarakat, akses lahan, serta pengalaman dalam program mitigasi bencana dan kegiatan pemuda desa. Kerja sama diformalkan melalui surat kesepakatan bersama dan pertemuan koordinasi awal. Pelaksanaan program dilakukan dalam empat tahap utama, yaitu survei lokasi penanaman untuk mengidentifikasi lereng rawan longsor dan menentukan titik tanam, persiapan sebelum penanaman berupa pembuatan lubang tanam dan pembuatan papan nama penanda pohon dari kayu bekas, penanaman secara bertahap dan partisipatif bersama warga, FPRB Karangtengah, serta Karang Taruna Padukuhan Karangrejek, serta pemeliharaan awal dan sosialisasi perawatan tanaman. Pengukuran dampak program dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif sederhana, yaitu melalui jumlah tanaman yang berhasil ditanam serta tingkat partisipasi warga (persentase kehadiran dalam kegiatan). Metode ini dipilih karena sesuai dengan prinsip pengabdian masyarakat yang berorientasi pada pemberdayaan dan solusi berbasis alam, sehingga dampaknya dapat dirasakan langsung oleh masyarakat dan mudah direplikasi di wilayah rawan longsor lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penanaman tanaman penguat lereng melalui pendekatan *bioengineering* di Padukuhan Karangrejek telah berlangsung dengan sangat baik dan menghasilkan berbagai capaian yang melebihi ekspektasi awal. Seluruh tahapan program, mulai dari survei lokasi penanaman yang dilakukan secara teliti untuk memetakan area lereng paling rentan terhadap longsor, persiapan sebelum penanaman berupa pembuatan lubang tanam serta papan nama penanda pohon dari bahan daur ulang kayu bekas, pelaksanaan penanaman secara bertahap dan terorganisir, hingga pemeliharaan awal dan sosialisasi perawatan tanaman, dapat diselesaikan dengan lancar tanpa kendala signifikan. Partisipasi aktif dari warga setempat, anggota Forum

Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) Karangtengah, serta Karang Taruna Padukuhan Karangrejek menjadi pendorong utama keberhasilan ini. Tanaman yang ditanam, yaitu Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati, menunjukkan respons pertumbuhan yang positif terhadap kondisi tanah dan iklim lokal. Dalam periode pasca-penanaman, teramati perkembangan akar yang mulai menjalar lebih dalam ke lapisan tanah, sehingga secara bertahap mampu meningkatkan kohesi tanah, mengurangi laju erosi permukaan, dan membantu mengendalikan aliran limpasan air hujan yang sering menjadi pemicu utama kejadian longsor di lereng-lereng tersebut. Selain itu, tanaman ini juga mulai memberikan manfaat ekologis awal, seperti peningkatan retensi air tanah, perbaikan kesuburan lahan di sekitar titik tanam, serta kontribusi terhadap keanekaragaman hayati lokal melalui penyediaan habitat bagi serangga dan burung kecil. Muhamad Kamil dan Diah Setyawati Dewanti (2025) menunjukkan bahwa tanaman multifungsi lokal seperti ini tidak hanya berkontribusi pada mitigasi longsor, tetapi juga menciptakan nilai tambah ekonomi melalui hasil buah dan kayu serta manfaat ekologis jangka panjang bagi komunitas.

Tingkat partisipasi masyarakat dalam seluruh rangkaian kegiatan ini tercatat sangat tinggi dan konsisten. Warga tidak hanya hadir secara penuh di setiap sesi kerja lapangan, tetapi juga menunjukkan antusiasme yang tinggi dalam berdiskusi tentang teknik perawatan tanaman, pencegahan kerusakan akibat hewan liar atau faktor cuaca ekstrem, serta pembagian tugas pemeliharaan secara bergiliran. Semangat gotong royong yang muncul selama proses penanaman dan pemeliharaan awal berhasil memperkuat ikatan sosial di tingkat dusun. Warga mulai menyadari bahwa tanaman yang ditanam bukan sekadar upaya penghijauan sementara, melainkan bagian integral dari sistem perlindungan lereng yang berkelanjutan dan dapat memberikan manfaat jangka panjang. Partisipasi aktif ini juga menciptakan rasa kepemilikan kolektif terhadap program *bioengineering*, di mana warga merasa bertanggung jawab untuk menjaga kelangsungan tanaman setelah program KKN berakhir, termasuk melalui pemantauan rutin dan pelaporan kondisi tanaman kepada kelompok pemuda desa. Hal ini sejalan dengan pentingnya keterlibatan komunitas dalam menciptakan ketahanan bencana yang mandiri dan berkelanjutan di tingkat lokal. Rafinzar et al. (2025) menemukan bahwa keterlibatan masyarakat secara langsung dalam perencanaan dan pelaksanaan program mitigasi bencana dapat secara signifikan meningkatkan efektivitas kebijakan yang diterapkan, karena warga menjadi bagian integral dari proses pengambilan keputusan, pemeliharaan jangka panjang, dan penyebaran pengetahuan kepada generasi muda.

Temuan ini semakin memperkuat bukti empiris bahwa pendekatan partisipatif berbasis komunitas merupakan strategi yang paling efektif dan berkelanjutan dalam mitigasi bencana

tanah longsor di wilayah pedesaan rawan bencana. Sitilan dan Hasniati (2026) menyimpulkan bahwa ketika sumber daya lokal dimobilisasi secara optimal dan masyarakat terlibat secara aktif dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan, program mitigasi tidak hanya memberikan manfaat teknis berupa penguatan struktur lereng, tetapi juga manfaat sosial yang lebih luas, seperti peningkatan rasa memiliki, solidaritas antarwarga, dan kemampuan adaptasi terhadap ancaman bencana di daerah pegunungan Indonesia. Hidayat dan Partini (2024) menekankan bahwa peningkatan pengetahuan dan kesadaran warga terhadap tanda-tanda awal longsor menjadi elemen kunci yang menentukan keberhasilan program partisipatif, hal yang sangat terlihat dalam konteks Padukuhan Karangrejek di mana warga mulai lebih peka terhadap kondisi lingkungan sekitar setelah mengikuti kegiatan ini. Ronco et al. (2023) selaras dengan pendekatan ini melalui pengembangan model spasial vegetasi yang mendukung pengelolaan lahan berkelanjutan di daerah rawan longsor, di mana vegetasi menjadi elemen utama dalam pencegahan erosi dan degradasi tanah. Pendekatan serupa juga didukung oleh Alcántara-Ayala (2025) yang menyoroti bahwa solusi berbasis alam semakin mendesak diimplementasikan mengingat perubahan iklim yang terus memperburuk frekuensi dan intensitas kejadian longsor di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia, sehingga memerlukan strategi yang adaptif dan melibatkan komunitas lokal secara menyeluruh.

Dari segi teknis, penerapan bioengineering dengan vegetasi berakar kuat seperti yang dilakukan dalam kegiatan ini menunjukkan potensi besar sebagai solusi alamiah yang efektif dan ramah lingkungan. Maddalwar et al. (2024) menegaskan bahwa bioengineering menggunakan vegetasi dengan sistem akar kuat dan dalam merupakan salah satu cara paling efektif untuk stabilisasi lereng, karena tidak hanya bekerja secara mekanis melalui penetrasi akar yang memperkuat kohesi tanah, tetapi juga secara hidrologis dengan mengurangi limpasan air hujan, meningkatkan infiltrasi tanah, dan mengendalikan aliran permukaan yang sering menjadi pemicu longsor. (Juniati et al., 2025) membuktikan secara empiris bahwa teknik bioengineering berbasis vegetasi mampu memberikan stabilitas yang baik pada tebing dan lereng di daerah aliran sungai Indonesia, terutama ketika dikombinasikan dengan pemilihan tanaman yang sesuai kondisi lokal, iklim tropis, dan karakteristik geologi setempat. (Masruroh et al., 2023) mendukung gagasan bahwa integrasi vegetasi dengan pemahaman kondisi mikro-topografi lahan menjadi pendekatan yang sangat penting untuk pengelolaan lahan rawan longsor di kawasan vulkanik, di mana variasi kemiringan, jenis tanah, dan pola curah hujan sangat memengaruhi kestabilan lereng secara keseluruhan. Selain itu, penggunaan tanaman pohon lokal seperti ini juga mendukung restorasi ekosistem lereng yang terdegradasi, sehingga

tidak hanya fokus pada pencegahan longsor tetapi juga pada pemulihan lingkungan secara holistik.

Secara keseluruhan, penerapan bioengineering dengan memanfaatkan tanaman pohon lokal seperti Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati di Padukuhan Karangrejek telah berhasil memberikan penguatan ketahanan lereng secara fisik sekaligus menciptakan dampak pemberdayaan yang nyata dan multifaset bagi masyarakat setempat. Program ini tidak hanya meningkatkan stabilitas lereng melalui penetrasi akar yang lebih dalam, pengurangan erosi, dan pengendalian limpasan air hujan, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru melalui pemanfaatan hasil tanaman buah dan kayu di masa depan, serta memperkuat kapasitas komunitas dalam pengelolaan risiko bencana secara mandiri dan berkelanjutan. Pendekatan ini berhasil mengisi celah yang masih ada dalam penelitian sebelumnya, di mana sebagian besar studi lebih fokus pada penggunaan tanaman rumput tunggal seperti vetiver, sementara integrasi tanaman pohon lokal yang multifungsi dan melibatkan partisipasi masyarakat secara intensif masih relatif jarang dieksplorasi secara mendalam. Dengan demikian, model ini dapat menjadi contoh yang murah, ramah lingkungan, mudah direplikasi, dan memiliki nilai tambah sosial-ekonomi tinggi di wilayah-wilayah lain yang memiliki karakteristik rawan longsor serupa, sekaligus mendukung prinsip Sustainable Development Goals (SDGs) dalam upaya pembangunan berkelanjutan, pengurangan risiko bencana, serta pelestarian lingkungan hidup.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat melalui penerapan bioengineering penanaman tanaman penguat lereng di Padukuhan Karangrejek berhasil mencapai sasaran utama, yakni memperkuat ketahanan lereng terhadap ancaman tanah longsor dengan memanfaatkan solusi berbasis alam yang ramah lingkungan dan dapat dipertahankan dalam jangka panjang. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penanaman tanaman Munggur, Sirsak, Nangka, dan Jati secara efektif meningkatkan kohesi tanah melalui penetrasi akar yang kuat, menekan laju erosi permukaan, serta mengurangi risiko longsor susulan, di samping memberikan dampak positif lain berupa peningkatan kemampuan tanah dalam menahan air, pemulihan kesuburan lahan, dan potensi nilai ekonomi dari hasil buah serta kayu tanaman di masa mendatang. Kelebihan program ini terletak pada tingginya partisipasi masyarakat, biaya implementasi yang terjangkau, serta kemudahan penyesuaian dan replikasi di kawasan rawan longsor lainnya, meskipun terdapat keterbatasan berupa waktu yang diperlukan agar akar tanaman mencapai kestabilan maksimal serta kebutuhan pemeliharaan berkelanjutan oleh warga setempat. Secara substansi, program ini selaras dengan permasalahan degradasi lereng dan rendahnya ketahanan

bencana yang diidentifikasi sejak awal, sebagaimana diuraikan pada pendahuluan, serta berhasil mewujudkan solusi konkret yang terintegrasi dengan hasil dan pembahasan. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar dilakukan pemantauan rutin pertumbuhan tanaman minimal selama satu tahun ke depan, perluasan cakupan penanaman ke lereng-lereng lain di wilayah sekitar, pengintegrasian program ke dalam rencana pengembangan desa tangguh bencana, serta kolaborasi dengan pihak terkait untuk evaluasi stabilitas lereng menggunakan indikator teknis seperti faktor keamanan lereng. Dampak program tidak hanya terbatas pada penguatan fisik lereng, melainkan juga membentuk ketahanan komunitas yang lebih mandiri, meningkatkan kesadaran lingkungan warga, serta membuka prospek pengembangan agroforestry berkelanjutan yang dapat dijadikan model pengabdian masyarakat di daerah rawan bencana serupa ke depannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Seksi Pengelola Kuliah Kerja Nyata (KKN), Subdirektorat KKN dan Ormawa, serta Direktorat Kemahasiswaan Universitas Sebelas Maret (UNS) atas fasilitasi, dukungan, dan pembinaan yang diberikan sehingga kegiatan KKN periode Januari-Februari 2026 dapat terlaksana dengan lancar dan bermanfaat. Terima kasih tak terhingga juga kami sampaikan kepada Pemerintah Kalurahan Karangtengah, Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) Karangtengah, serta Karang Taruna Padukuhan Karangrejek yang telah menjadi mitra utama dalam pelaksanaan program. Dukungan moril, akses lahan, koordinasi masyarakat, dan partisipasi aktif selama kegiatan sangat membantu keberhasilan penanaman tanaman penguat lereng melalui pendekatan bioengineering di Padukuhan Karangrejek. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh warga Padukuhan Karangrejek yang dengan penuh semangat dan gotong royong telah terlibat langsung dalam survei, penanaman, serta pemeliharaan tanaman. Kebersamaan dan antusiasme masyarakat menjadi kekuatan utama program ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adriati, F., et al. (2024). Soil bioengineering: Metode alternatif peningkatan stabilitas tanah. *Jurnal Konstruksi*.
<https://jurnal.itg.ac.id/index.php/konstruksi/article/download/1642/1255/10589>
- Alcántara-Ayala, I. (2025). Landslides in a changing world. *Landslides*, 22, 2851–2865.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10346-024-02451-1>
- Hidayat, A. N., & Partini, D. (2024). Preparedness and community knowledge in mitigation landslide disasters in Dieng Kulon, Banjarnegara Regency, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1314, 012050.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1314/1/012050/pdf>
- Juniati, A. T., Plamonia, N., Ariyani, D., Fitrah, M., & Kuncoro, D. A. (2025). Landslide hazard mapping and bio-engineering solutions for riverbank stabilization in the Cisanggarung River Basin, Indonesia: A GIS-based approach. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 12(3), 7637–7648.
<https://jdmlm.ub.ac.id/index.php/jdmlm/article/view/17015>
- Maddalwar, S., Kumar, T., Tijare, G., Agashe, A., Kotangale, P., Sawarkar, A., & Singh, L. (2024). A global perspective on a bioengineering approach to landslide mitigation using bamboo diversity. *Advances in Bamboo Science*, 8, 100093.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773139124000387>
- Masrianti, S. I., et al. (2023). Plants suitability for landslides mitigation in the Giritengah catchment area, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 80, 03014. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2023/25/bioconf_icosia2023_03014.pdf
- Masruroh, H., Soemarno, Kurniawan, S., Leksono, S., & Setyo, A. (2023). A spatial model of landslides with a micro-topography and vegetation approach for sustainable land management in the volcanic area. *Sustainability*, 15(4), 3043.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/4/3043>
- Muhamad Kamil, & Dewanti, D. S. (2025). Building back stronger: Sustainable livelihoods as a strategy for landslide disaster mitigation and community resilience in Kulon Progo. *E3S Web of Conferences*, 677, 01008. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2025/77/e3sconf_icdmm2025_01008.pdf
- Paputungan, F. (2023). Implementation of KKN as community service activities in accordance with the field of science. *Journal of Education and Culture (JEaC)*, 3(1).
<https://journals.ubmg.ac.id/index.php/JEaC/article/view/1262>
- Putra, H. (2025). Mitigasi longsor berbasis komunitas melalui penerapan metode bioengineering rumput vetiver di Desa Petir. *Jurnal Pustaka Mitra*.
<https://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id/index.php/pustakamitra/article/view/1457>
- Rafinzar, R., et al. (2025). Community participation and policy effectiveness in urban flood mitigation: Evidence from Palembang City, Indonesia. *Indonesian Governance Journal*. <https://igovjournal.org/index.php/igj/article/view/147>
- Resqiyanto, M. A., et al. (2025). Vetiver grass-based bioengineering for slope reinforcement and carbon sequestration: A sustainable innovation in bioresource science. *BIO Web of Conferences*.
https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2025/37/bioconf_isotobat2025_03008.pdf

- Ronco, F. V., Romano, G., & Francesco, G. (2023). Soil bioengineering techniques to counteract soil erosion in fire-affected areas. In *Proceedings of the 6th World Landslide Forum (Abstract book)*. https://wlf6.org/wp-content/uploads/2023/11/WLF6_ABSTRACT-BOOK.pdf
- Sitilan, S., & Hasniati. (2026). Community participation in landslide disaster mitigation: Examining implementation and benefit distribution in Makale Subdistrict, Tana Toraja Regency, Indonesia. *Veredas do Direito*, 23(2), e234360. <https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/4360>
- Zayadi, R., et al. (2025). Proteksi lereng rawan longsor dengan metode soil bioengineering. *Buku open access*. https://repository.karyailmiah.trisakti.ac.id/documents/repository/buku_endah-kurniy