

# Pemanfaatan Tanaman Bambu dan Kaliandra untuk Perkuatan Lereng sebagai Upaya Mitigasi terhadap Longsor di Desa Sinarresmi Sukabumi

## *Utilization of Bamboo and Kaliandra Plant for Slope Reinforcement as a Mitigation Effort against Availability in Sinarresmi Village, Sukabumi*

Ruwaida Zayadi <sup>1\*</sup>

Sih Andayani <sup>1</sup>

Etty Indrawati <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, West Jakarta, Special Capital Region of Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Landscape Architecture, Universitas Trisakti, West Jakarta, Special Capital Region of Jakarta, Indonesia

email: [ruwaida@trisakti.ac.id](mailto:ruwaida@trisakti.ac.id)

### Kata Kunci

Metode bio-engineering  
Mitigasi longsor  
Stabilitas lereng  
Interaksi tanah-akar

### Keywords:

Bio-engineering method  
Mitigation of landslides  
Slope stability  
Soil-root interaction

Received: February 2023

Accepted: May 2023

Published: July 2023

### Abstrak

Program PKM dengan tema “PkM pemberdayaan masyarakat dalam penataan lingkungan yang berkelanjutan dengan judul: Pemanfaatan tanaman bambu dan kaliandra untuk perkuatan lereng dengan metode bioteknologi tanah sebagai upaya mitigasi terhadap longsor di desa Sinarresmi Sukabumi”, bertujuan untuk memberi solusi atas kondisi hunian warga Kampung Adat Desa Sinarresmi Sukabumi, pasca terjadinya bencana longsor pada tahun 2019 yang menyisakan lereng-lereng kawasan perbukitan menjadi rentan longsor. Metode yang digunakan adalah: 1. Memberi edukasi pengetahuan dan pemahaman yang membentuk kesadaran akan bahaya bencana longsor dan cara mencegahnya dengan metode yang murah, mudah dan ramah lingkungan; 2. Memberi pelatihan dengan mendampingi cara pembuatan dinding penahan tanah (perkuatan lereng) menggunakan sumberdaya alam yang ada di sekitar kawasan hunian yaitu batang bambu dan stek tanaman Kaliandra. Hasil kegiatan PkM ini adalah munculnya kesadaran masyarakat Kampung Adat akan perlunya mitigasi bencana longsor dengan membuat perkuatan lereng rawan longsor dengan material yang ada disekitar hunian. Simpulan dari PkM adalah munculnya kesadaran masyarakat dalam mitigasi terhadap bencana longsor melalui keterampilan membuat perkuatan lereng berbasis alam yang murah, mudah, dan bernilai ekologi. Kegiatan pengabdian ini juga menghimbau agar masyarakat terus melestarikan tanaman bambu dengan melakukan revegetasi. Keunggulan dari PkM ini adalah melibatkan masyarakat Kampung Adat, menggunakan sumberdaya alam setempat dan dapat diaplikasikan di daerah lain.

### Abstract

The PKM program, with the theme of community empowerment in sustainable environmental management with the title "Utilization of bamboo and calliandra plants for slope reinforcement as a mitigation effort against landslides in Sinaresmi Sukabumi Village," aims to provide a solution to the housing conditions of the residents of the Traditional Village of Sinarresmi Sukabumi Village, after the occurrence of a landslide disaster in 2019 which left the slopes of the hilly area vulnerable to landslides. The methods used are Providing education, knowledge, and understanding that forms awareness of the dangers of landslides and how to prevent them with cheap, easy, and environmentally friendly methods; providing training by assisting in making retaining walls (slope reinforcement) using natural resources around residential areas, namely bamboo stems and Kaliandra plant cuttings. The result of this PkM activity is the emergence of an awareness of the Indigenous Village community about the need for landslide disaster mitigation by strengthening landslide-prone slopes with materials around the dwelling. The conclusion of the PkM is the emergence of community awareness in mitigating landslide disasters through the skills to make slope reinforcement based on nature that is cheap, easy, and has ecological value. This service activity also urges the community to preserve bamboo plants by revegetation. The advantage of this PkM is that it involves the traditional village community, uses local natural resources, and can be applied in other areas.



## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berlabel super market bencana alam, baik bencana yang diakibatkan oleh aktivitas di dalam bumi, seperti pergerakan lempeng tektonik, gunung api, maupun bencana yang diakibatkan oleh faktor hidrometeorologis, seperti banjir, longsor, kekeringan, dan kebakaran hutan (Hidayati, 2008). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat di tahun 2019 telah terjadi bencana sebanyak 355 kali kejadian tanah longsor di Indonesia. Provinsi Jawa Barat menjadi wilayah dengan jumlah kejadian tanah longsor terbanyak yaitu 158 kali kejadian dan Sukabumi sebagai salah satu kabupaten di provinsi Jawa Barat, termasuk wilayah yang rawan longsor.



**Gambar 1.** Kondisi kawasan desa Sinarremi: (a) Keindahan alam Kampung Adat Kasepuhan; (b) Bencana longsor menerjang kawasan hutan yang beralih fungsi menjadi lahan pertanian; dan (c) lereng-lereng perbukitan disekitar hunian pascalongsor

Pada tahun 2019, tanah longsor terjadi di Kecamatan Cisolok tepatnya di Desa Sinarresmi. Tanah longsor terjadi karena hujan dengan intensitas tinggi, kemiringan lereng yang terjal, dan sifat tanah yang mudah menyerap air. Selain itu longsor juga disebabkan oleh alih fungsi lahan di kawasan perbukitan tersebut (Ulfa *et al.*, 2023). Di mana daerah-daerah yang seharusnya menjadi kawasan konservasi, karena kemiringan lereng lebih dari 30 derajat, berubah menjadi kawasan budidaya pertanian dan tempat tinggal warga. Khusus daerah Cimapag, sebagian besar penggunaan lahan adalah sawah. Terlebih lagi dalam catatan BNPB, tanah longsor menjadi bencana tertinggi di Kabupaten Sukabumi, dengan total 132 kejadian selama periode 2009 hingga 2018. Tata ruang dan implementasinya menjadi kunci untuk mengatasi longsor. Tanah longsor disebabkan oleh tingkat kemiringan lereng, bentuk lereng akibat pelapukan material, dan perubahan tutupan vegetasi lereng serta beban berlebih (Nasiah & Ichsan, 2014). Vegetasi memiliki pengaruh terhadap stabilitas lereng, karenanya longsor jarang terjadi di daerah dengan kondisi vegetasi tertata dengan benar sesuai distribusi perakarannya (Zayadi *et al.*, 2020). Desa Sinarresmi ini cukup dikenal dan sering dikunjungi wisatawan, meski jaraknya cukup jauh yakni 23 km dari Cisolok. Apalagi tak jauh dari desa tersebut terdapat empat mata air yang bisa dikunjungi yakni Cipanengah, Cisodong, Cidongkap, dan Cisolok. Namun di balik semua keindahan alam yang dimiliki, desa Sinarresmi cukup rawan terhadap longsor. Hal inilah yang menjadi kekhawatiran banyak pihak termasuk masyarakat Kampung Adat yang sudah

tinggal secara turun temurun. Dengan ketinggian antara 300-600 mdpl, desa ini berada di kawasan berlereng dengan kemiringan 25-45°. Ditambah lagi dengan curah hujan yang cukup intens dan lama yakni (2,120-3,250) mm/ tahun.

Tim pengabdian kepada masyarakat melakukan wawancara dengan mitra dan mendapatkan informasi bahwa banyak sumberdaya alam di sekitar lokasi yang dapat dimanfaatkan sebagai material perkuatan lereng terhadap longsor. Material tersebut terdiri dari bambu dan tanaman lokal yang sebagian sudah tumbuh namun masih perlu diseleksi dari peran sistem perakarannya yang dapat berkontribusi terhadap perkuatan lereng (Sittadewi, 2022). Adanya kekhawatiran masyarakat Kampung Adat bahwa akan terulangnya kejadian longsor pada lereng-lereng di sekitar lahan hunian, sementara terbatasnya pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam hal pencegahan longsor dengan metode perkuatan yang lebih murah dan mudah dilaksanakan serta ramah lingkungan, maka diperlukan edukasi sekaligus pendampingan dari pihak Perguruan Tinggi bekerjasama dengan Kepala Desa melalui program Pengabdian Kepada Masyarakat (Zayadi *et al.*, 2022).

Kejadian bencana tanah longsor dapat diminimalisir dengan melakukan pencegahan dengan mengidentifikasi lereng-lereng yang rentan longsor dan memberi perkuatan yang berbiaya murah, ramah lingkungan dan mudah dilaksanakan secara mandiri oleh masyarakat adat secara bergotong royong. Metode kegiatan pengabdian bagi masyarakat Kampung Adat Kasepuhan di Desa Sinarresmi ini telah dilaksanakan dengan dua tahapan yaitu: 1) Edukasi agar pengetahuan masyarakat tentang mitigasi terhadap bencana longsor dengan metode yang murah, mudah dilaksanakan dan ramah lingkungan serta berkelanjutan, dan 2) Pelatihan membuat perkuatan lereng dengan metode *soil bio-engineering* (bioteknologi tanah) yang memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di lahan sekitarnya. Perkuatan lereng dengan metode *soil bio-engineering* adalah suatu metode yang menggunakan material tanaman saja atau mengombinasikan tanaman dengan material lain, misalnya batang bambu. Dalam metode *soil bio-engineering* ini, material bambu dan tumbuhan digunakan sebagai elemen struktural untuk menahan beban dan menahan tekanan tanah (Tardio *et al.*, 2018). Metode ini menggunakan sumber daya alam yang ada di sekitar lokasi berupa bambu dan tanaman kaliandra. Manfaat tanaman bambu tentu sudah dikenal masyarakat setempat, namun pemanfaatan sebagai material perkuatan lereng belum banyak diketahui. Demikian pula dengan tanaman kaliandra dimana daunnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan kayunya sebagai kayu bakar, namun peran akarnya sebagai penguat tanah berlereng juga belum banyak diketahui oleh masyarakat (Zakaria *et al.*, 2013). Akar tanaman secara lateral akan mengikat butiran tanah akibat terjadinya interaksi akar-tanah dan menjangkar kedalam tanah yang berfungsi sebagai tulangan struktur (Zayadi *et al.*, 2020). Tujuan pengabdian ini adalah agar masyarakat memiliki keterampilan dalam upaya mencegah kejadian longsor dengan membuat perkuatan pada lereng yang terindikasi rawan longsor dengan metode yang relatif lebih murah, mudah pelaksanaannya dan ramah lingkungan serta berkelanjutan dengan sumberdaya alam yang banyak dijumpai di sekitar kawasan hunian. Memiliki banyak stok bambu dan sebagian tanaman yang sistem perakarannya siap untuk diberdayakan sebagai penguat lereng dan pemanfaatan lain seperti bahan pakan ternak dan kayu bakar. Selain itu kedepan diharapkan kawasan desa Sinarresmi ini akan berpotensi untuk bangkit kembali sebagai kawasan wisata yang hijau dan aman dari bencana alam dengan masa depan yang lebih menjanjikan. Keuntungan ini bisa memberi penghasilan tambahan bagi masyarakat.

## METODE

Rencana jadwal pelatihan dilaksanakan selama dua hari. Pelaksanaan kegiatan pertama, yaitu hari Jum'at, tanggal 4 Februari 2022, sedang kan pelaksanaan kegiatan kedua, yaitu hari minggu, tanggal 06 Februari 2022. Namun dengan tren peningkatan kondisi pandemik yang cukup signifikan di Provinsi DKI Jakarta pada awal tahun 2022, yakni di bulan Februari, maka tim pengabdian membuat strategi pelaksanaan program dengan dua cara yaitu online dan offline. Pelaksanaan kegiatan pertama telah dilaksanakan secara offline menggunakan platform zoom-meeting di ruang pertemuan di rumah adat Desa Sinarresmi, Kecamatan Cisolok dihadiri oleh 20 orang peserta yang telah dikoordinasikan oleh Wakil Ketua Adat (Gambar 2). Kegiatan berupa edukasi agar pengetahuan masyarakat tentang mitigasi terhadap

bencana longsor dengan metode yang murah, mudah dilaksanakan dan ramah lingkungan serta berkelanjutan. Edukasi tersebut berisi materi “perkuatan lereng dengan metode bioengineering menggunakan bambu” (Gambar 3).

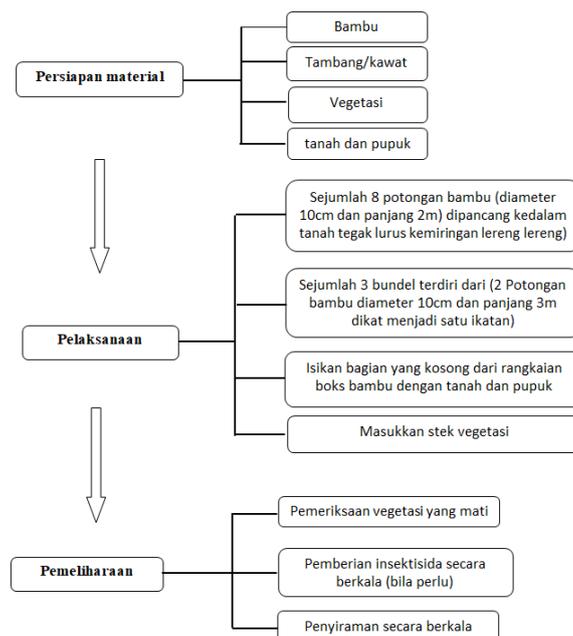
Pelaksanaan kegiatan kedua yaitu pelatihan cara membuat perkuatan lereng dengan metode bio-engineering yang memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di lahan sekitarnya yaitu material bambu dan stek tanaman kaliandra, telah dilaksanakan sesuai bagan alir pada Gambar 4. Pelatihan pembuatan perkuatan lereng telah dilaksanakan dengan cara kombinasi yaitu offline dan online melalui video call.



Gambar 2. Lokasi tempat dan persiapan pelaksanaan pelatihan pertama (4 Februari 2022)



Gambar 3. Penerapan metode bio-engineering pada perkuatan lereng yang menggunakan material bambu (Tardio, et al., 2018)



Gambar 4. Bagan alir pembuatan perkuatan lereng dengan material bambu dan kaliandra

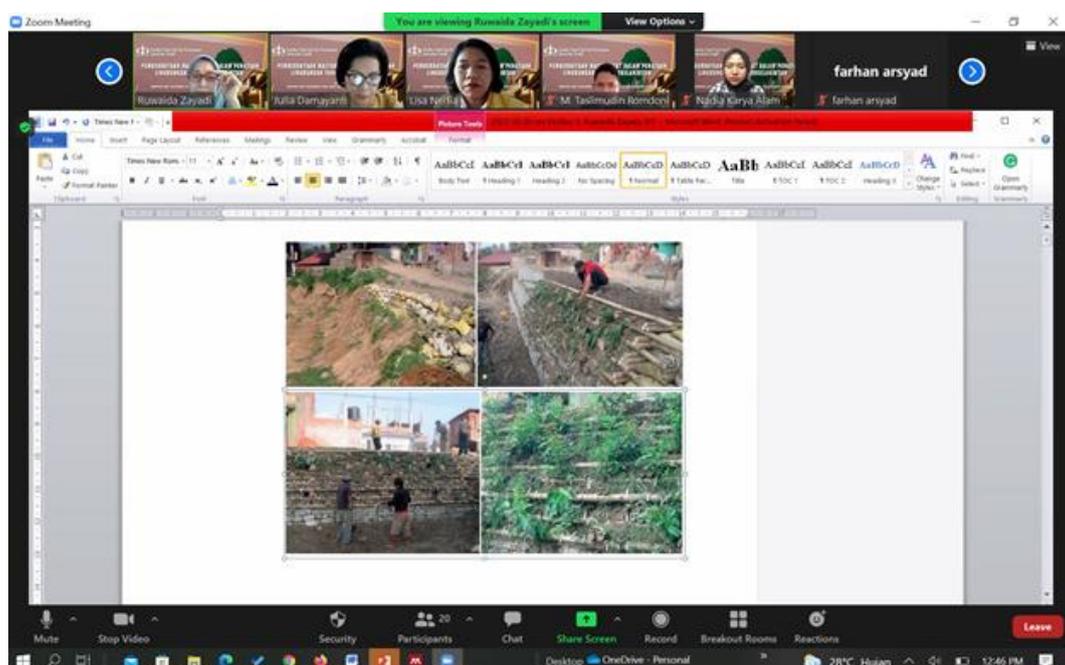
Tahap evaluasi dilaksanakan dengan melakukan monitoring secara daring melalui WhatsApp dengan Ketua Adat dan meninjau langsung kondisi percontohan perkuatan lereng di lokasi pada bulan Juni 2022. Hasil monitoring dan tinjauan lokasi dapat dijadikan evaluasi bagi pelaksanaan mengenai kegiatan pelatihan metode *bioengineering* untuk mencegah bencana longsor sehingga diharapkan dapat melakukan kegiatan dengan program sejenis yang lebih baik lagi dimasa mendatang dengan lokasi yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian ini dihadiri oleh 20 anggota masyarakat yang terdiri dari wakil pemangku adat dan pemuda Karang Taruna Kampung Adat. Kegiatan pengabdian diawali dengan penyampaian materi dengan metode ceramah dan diskusi. Pemilihan materi disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat untuk mendapatkan edukasi mengenai mitigasi terhadap bencana longsor dengan metode yang murah, mudah dilaksanakan dan ramah lingkungan serta berkelanjutan. Kegiatan selanjutnya adalah pelatihan pembuatan perkuatan lereng menggunakan bambu dan stek kaliandra sebagai mitigasi terhadap longsor. Hasil dari kegiatan pengabdian dapat digambarkan sebagai berikut:

### *Edukasi masyarakat mengenai mitigasi longsor dengan metode bioteknologi tanah menggunakan material bambu dan tanaman kaliandra*

Penggunaan bambu untuk membuat struktur penahan massa tanah atau untuk pengendalian erosi tepi sungai telah dipraktekkan secara tradisional di berbagai tempat di seluruh dunia untuk waktu yang lama (Nura'ban, 2006). Dinding boks bambu hidup adalah struktur tiga dimensi yang dibuat dari batang bambu yang tidak diolah, bahan pengisi, dan stek hidup. Struktur boks ini, setelah diisi, bertindak sebagai struktur penahan dan pendukung lereng. Bambu dan tanaman terpasang lainnya memberikan perlindungan langsung dan stabilitas pada struktur. Namun, harus diperhitungkan bahwa stabilitas struktur dan ketahanan terhadap kegagalan akan berangsur-angsur menurun seiring dengan terurainya bahan konstruksi. Saat elemen bambu dari dinding buaian membusuk, akar stek tanaman hidup atau rumpun bambu akan tumbuh dan berkembang biak. Massa akar yang dihasilkan kemudian akan mengikat bahan pengisi dan tanah pada badan lereng menjadi satu kesatuan, yang akan meningkatkan kekuatan dan berkontribusi terhadap stabilitas lereng. Pelaksanaan edukasi mengenai mitigasi longsor dengan metode *soil bio-engineering* (bioteknologi tanah) terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Edukasi pengetahuan tentang mitigasi terhadap bencana longsor dengan metode bioteknologi tanah menggunakan material bambu dan stek kaliandra

***Pelatihan membuat perkuatan lereng dengan metode soil bio-engineering yang memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di lahan sekitarnya***

Metode bioteknologi tanah diaplikasikan dengan menggunakan bamboo dan stek tanaman kaliandra. Bioteknologi tanah adalah suatu disiplin ilmu yang berhubungan dengan penanggulangan lereng, sungai dan stabilisasi tanggul yang dalam beberapa dekade terakhir telah menjadi semakin populer di seluruh dunia (Bischetti *et al.*, 2009). Teknik ini selain berbiaya murah, juga memiliki karakteristik estetika dan ramah lingkungan, sehingga sering diadopsi untuk meminimalisir dampak lingkungan terhadap kegiatan perlindungan lahan khususnya dalam bidang arsitektur lansekap dan restorasi lingkungan. Percontohan pembuatan perkuatan lereng dilakukan oleh warga dengan didampingi tim pengabdian pengabdian, dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 berikut.



**Gambar 6.** Persiapan material perkuatan lereng: a. Meterial bamboo; b. Pupuk tanaman; c. Karung pasir; d. Stek tanaman kaliandra



**Gambar 7.** Tahap pelaksanaan pembuatan perkuatan lereng: a. Pemotongan bambu dengan ukuran sesuai kebutuhan; b. Pembersihan lahan berlereng yang rawan longsor; c. Penentuan titik lokasi penempatan perkuatan lereng; d. Pemasangan bambu tahap boks pertama; e. Pengisian tanah yang dipadatkan pada boks pertama; f. Peletakan karung-karung pasir dibawah boks pertama; g. Pemasangan boks selanjutnya sampai ketinggian yang dibutuhkan; h. Pemasangan rangkaian boks bambu selesai; i. Pengisian pupuk dan penanaman stek-stek kaliandra

#### ***Faktor pendorong dan penghambat kegiatan program pengabdian***

Berdasarkan hasil evaluasi pelaksanaan kegiatan, terdapat beberapa faktor pendukung dalam pelaksanaan kegiatan ini antara lain turut berpartisipasinya pemangku Kampung Adat melakukan koordinasi dengan para anggota pemuda adat karang taruna dan para petani yang sudah terbiasa dengan berbagai jenis pekerjaan selain sebagai petani, seperti pembangunan rumah tinggal para warga termasuk sarana dan prasarana di kawasan Kampung Adat, dan sebagainya untuk membantu dan bekerja sama dalam pelaksanaan kegiatan PKM. Besarnya antusiasme masyarakat untuk mengikuti

kegiatan baik edukasi maupun pelatihan yang diberikan merupakan spirit tersendiri bagi tim pengabdian. Disamping itu, mudahnya memperoleh material pelatihan yang dibutuhkan, juga merupakan faktor pendorong kelancaran kegiatan program PKM ini. Namun disamping faktor pendorong, ada pula faktor penghambat dalam kegiatan pengabdian ini yaitu keterbatasan waktu pelaksanaan dalam kondisi pandemi Covid-19 yang masih tinggi dan hujan yang turun pada saat pelaksanaan sedang berlangsung. Kondisi ini pula yang membuat tim pengabdian kesulitan untuk melakukan monitoring langsung ke lokasi untuk menghibau agar pemeliharaan terhadap perkuatan juga harus dilakukan dengan sebaik-baiknya agar manfaat maksimal dapat diperoleh, seperti mengganti stek tanaman yang tidak tumbuh dan memangkas daun kaliandra agar tidak memberatkan badan lereng. Hasil kegiatan pengabdian ini antara lain:

1. Ketercapaian tujuan pelatihan

Kegiatan ini telah mengedukasi pemahaman dan kesadaran akan pentingnya mitigasi terhadap longsor bagi masyarakat yang tinggal di daerah rentan bencana. Bencana dapat dihindari atau setidaknya diminimalisir dampaknya dengan melakukan proteksi pada lereng-lereng yang terindikasi rentan longsor. Proteksi lereng berbasis alam yang murah, mudah dan ramah lingkungan dapat dibuat dengan memberdayakan material yang ada disekitar kawasan.

2. Ketercapaian materi yang direncanakan

Materi yang direncanakan telah tersampaikan dengan baik walaupun tidak secara detail karena keterbatasan waktu yang tersedia dengan tren meningkatnya kondisi pandemik covid-19 yang mengharuskan penyampaian dalam bentuk offline melalui zoom meeting.

3. Antusias masyarakat dalam pelatihan mitigasi bencana

Masyarakat tertarik untuk mencoba menerapkan percontohan metode bioteknologi tanah di lahan berlereng lain yang berpotensi rawan longsor dengan bambu dan jenis tanaman yang berbeda namun berfungsi sebagai penstabil lereng seperti rumput akar wangi, rumput gajah atau kayu besi. Nilai ekonomi dan ekologi yang dimiliki jenis tanaman tersebut akan menambah semangat mereka untuk terus melanjutkan mengimplementasikan keterampilan yang sudah mereka peroleh selama pelatihan berlangsung.

## KESIMPULAN

Kegiatan program pengabdian bertema “pemberdayaan masyarakat dalam penataan lingkungan yang berkelanjutan” telah diimplementasikan dalam bentuk pelatihan pembuatan perkuatan lereng dengan soil bio-engineering berbasis alam yang menggunakan material bambu dan stek tanaman kaliandra, telah berkontribusi meningkatkan pengetahuan dan keterampilan baru bagi masyarakat Kampung Adat Kasepuhan Desa Sinarresmi. Bagi masyarakat yang tinggal di kawasan rentan bencana longsor, kegiatan pengabdian seperti ini sangatlah dibutuhkan. Perkuatan lereng menggunakan material alamiah ini, selain bermanfaat untuk kebutuhan sehari-hari juga memiliki nilai ekonomi dan ekologi. Oleh karena itu kegiatan pengabdian ini juga menghimbau agar masyarakat terus melestarikan tanaman bambu dengan melakukan revegetasi. Manfaat yang dapat diperoleh para peserta pelatihan adalah mengetahui fungsi penataan lingkungan sehingga ikut berperan dalam menjaga kelestarian tanah dan tata ruang kawasan perbukitan yang lebih aman dan nyaman sehingga ke depan Desa Sinarresmi bisa menjadi desa wisata yang lebih baik dan menjanjikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada FTSP - Universitas Trisakti yang telah membiayai program PKM ini melalui dana NON DRPM Tahun Anggaran 2021-2022, dan teman-teman tim pelaksana, atas kerja samanya meskipun penuh hambatan karena masih dalam kondisi pandemic covid-19 namun tetap solid dalam setiap kegiatan. Terakhir, terima kasih kepada pemangku adat Kampung Adat Kasepuhan Desa Sinarresmi, beserta pemuda Karang Taruna dan seluruh warga atas respons yang sangat baik. Tanpa dukungan dari semua pihak, maka kegiatan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tidak

lupa kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak lainnya yang telah membantu dalam kelancaran kegiatan PKM ini sehingga dapat terealisasi sesuai rencana.

## REFERENSI

- Bischetti, G. B., Chiardina, E. A., Epis, T., & Morlotti, E. (2009). Root cohesion of forest species in the Italian Alps. *Plant and Soil*, **324**, 71–89. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9941-0>
- Hidayati, D. (2008). Kesiapsiagaan Masyarakat: Paradigma Baru Pengelolaan Bencana Alam. *Jurnal Kependudukan Indonesia*, **3**(1), 69–84. <https://doi.org/10.14203/jki.v3i1.164>
- Nasiah & Ichsan, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *SAINSMAT: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, **3**(2), 109–121. <https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>
- Nura'ban, M. (2006). Pengendalian Erosi Tanah Sebagai Upaya Melestarikan Kemampuan Fungsi Lingkungan. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, **4**(2), 93–116. <http://dx.doi.org/10.21831/gm.v4i2.19009>
- Sittadewi, E. H. (2022). Characteristics and Potential of Vetiver Grass (*Chrysopogon Zizanioides*) to Slopes Reinforcement and Erosion Mitigation. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, **16**(2), 65–70. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v16i2.5390>
- Tardio, G., Mickovski, S. B., Rauch, H. P., Fernandes, J. P., & Acharya, M. S. The Use of Bamboo for Erosion Control and Slope Stabilization: Soil Bioengineering Works. In: Khalil, A., ed. *Bamboo*. London: IntechOpen; 2018. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75626>
- Ulfa, M., Zahroh, S. A., Yuwono, A. I., & Apriyanto, B. Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor Melalui Manajemen Bencana di Desa Sadu Kecamatan Soreang Kabupaten Bandung. *Majalah Pembelajaran Geografi*, **6**(1), 36–46. <https://doi.org/10.19184/pgeo.v6i1.36424>
- Zakaria, Z., Muslim, D., Sophian, R. I., Kuswaryan, S., Tanuwiria, U. H. (2013). Bio-Engineering, Melalui Pemanfaatan Tanaman Kaliandra (*Caliandra calothyrsus*) Di Wilayah Zona Rawan Longsor Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, **11**(3), 168–175. <https://doi.org/10.24198/bsc%20geology.v11i3.8297>
- Zayadi, R., Andajani, S., Indrawati, E., Kusumah, I. H., & Alam, N. K. (2022). Landslide disaster mitigation training using the vegetative method in the Kasepuhan Traditional Village, Sukabumi Regency. *Community Empowerment*, **7**(6), 1119–1129. <https://doi.org/10.31603/ce.6772>
- Zayadi, R., Kusuma, Z., Leksono, A. S., & Yanuwiadi, B. (2020). The Influence of Vegetation Roots on Slope Stability in Landslide Susceptible Areas. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, **11**(4), 124–133. <https://doi.org/10.34218/IJCIET.11.4.2020.011>