

Program Edukasi Prevensi Longsor Lereng sebagai Aplikasi Teknologi Bioengineering

Slope Landslide Prevention Education Program as an Application of Bioengineering Technology

Matheus Souisa

Pieldrie Nanlohy

Sisca Madonna Sapulete

Alexander Yosep Elake

Fredrik Manuhutu

Annamaintin Kobong Lebang *

Sufilman Ely

Department of Physics, Faculty of
Science and Technology, Pattimura
University, Ambon, Indonesia

email:

annamaintinlebang@gmail.com

Kata Kunci

Longsor lereng
Perubahan iklim
Preventif
Rumput vetiver

Keywords:

Climate change
Preventive
Slope failure
Vetiver grass

Received: June 2025

Accepted: July 2025

Published: September 2025

Abstrak

Perubahan iklim telah memicu peningkatan intensitas curah hujan dan memperparah risiko bencana, terutama tanah longsor di wilayah perbukitan Pulau Ambon. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Kelurahan Karang Panjang, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, dengan tujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan warga mengenai dampak perubahan iklim serta strategi preventif terhadap longsor lereng. Kegiatan mencakup edukasi berbasis *geosains* dan *bioengineering* serta praktik langsung penanaman rumput *vetiver* (*Chrysopogon zizanioides*) sebagai solusi alami dalam prevensi lereng. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman masyarakat sebesar 24,7% setelah mengikuti rangkaian kegiatan sosialisasi. Selain memperoleh pengetahuan tentang faktor penyebab dan dinamika kestabilan lereng, warga juga dibekali keterampilan untuk melakukan penanaman dan pemeliharaan *vetiver* secara mandiri dan berkelanjutan. Program ini membuktikan bahwa pendekatan edukatif dan partisipatif mampu menjadi fondasi kuat dalam prevensi bencana berbasis komunitas.

Abstract

Climate change has triggered increased rainfall intensity and exacerbated the risk of disasters, especially landslides in the tropical hilly areas of Ambon Island. This community service activity was carried out in Karang Panjang Village, Sirimau District, Ambon City, to increase public awareness and knowledge about the impacts of climate change and preventive strategies for slope landslides. Activities include geoscience and bioengineering-based education and direct practice of planting vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) as a natural solution for slope prevention. The evaluation results showed an increase in public understanding by 24.7% after participating in a series of socialization activities. In addition to gaining knowledge about the causes and dynamics of slope stability, residents were also equipped with skills to plant and maintain vetiver independently and sustainably. This program proves that an educational and participatory approach can be a strong foundation for community-based disaster mitigation.



© 2025 Matheus Souisa, Pieldrie Nanlohy, Sisca Madonna Sapulete, Alexander Yosep Elake, Fredrik Manuhutu, Annamaintin Kobong Lebang, Sufilman Ely. Published by [Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya](#). This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i9.10032>

PENDAHULUAN

Perubahan iklim berdampak luas terhadap dinamika geosfer, khususnya bencana alam yang diakibatkan oleh dinamika litosfer sehingga mengakibatkan proses geologi permukaan seperti erosi, pelapukan, dan tanah longsor. Kenaikan curah hujan ekstrem akibat perubahan pola iklim global telah mempercepat proses kohesivitas tanah menjadi berkurang dan kejenuhan air tanah di kawasan lereng dan perbukitan. Secara geosains, fenomena ini berpengaruh pada perubahan nilai kohesi, densitas, tekanan pori dan sudut geser dalam tanah yang menyebabkan penurunan stabilitas lereng, terutama pada wilayah yang tersusun atas batuan vulkanik terlapuk dan memiliki stratifikasi tanah yang heterogen. Kota Ambon, khususnya Kecamatan Sirimau, merupakan kawasan yang tersusun atas formasi vulkanik tua (batuan gunungapi Ambon) dengan lereng-lereng curam yang rentan terhadap pergerakan tanah saat musim hujan tiba (Souisa *et al.*, 2016). Berdasarkan

kajian resistivitas dan data geoteknik di wilayah Batu Merah dan Air Kuning, diketahui bahwa keberadaan bidang gelincir dangkal dan lapisan jenuh air sangat potensial memicu longsor (Souisa *et al.*, 2021, 2022). Masalah ini semakin kompleks dengan kurangnya pemahaman masyarakat mengenai risiko iklim dan pentingnya penguatan lereng melalui metode berbasis alam. Pendekatan preventif berbasis vegetasi menjadi salah satu solusi yang tepat, murah, dan berkelanjutan. *Bioengineering* dengan menggunakan vegetasi tertentu terbukti mampu memperkuat struktur tanah secara alami melalui sistem akar yang mengikat partikel tanah dan menyerap kelebihan air. Salah satu jenis tanaman yang efektif dan telah banyak diteliti adalah rumput *vetiver* (*Chrysopogon zizanioides*). Rumput *vetiver* memiliki akar serabut yang tumbuh tegak lurus ke bawah hingga kedalaman lebih dari 3 meter dan tajuknya mencapai 6 cm, mampu meningkatkan kohesi tanah, mengurangi permeabilitas, dan memperlambat aliran air permukaan (Ciawi *et al.*, 2023), serta mengurangi beban tanah penutup lereng sehingga dapat mengurangi gaya dorong lereng (Souisa *et al.*, 2023). Studi oleh (Ghosh *et al.*, 2018) dan (Noël *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa rumput *vetiver* efektif dalam memperkuat lereng dangkal dan memperbaiki struktur tanah berpori, menjadikannya alternatif alami untuk pengendalian longsor dan erosi pada tanah penutup lereng. Pengabdian kepada masyarakat di Kelurahan Karang Panjang ini bertujuan mengintegrasikan pemahaman geosains dengan aksi ekologis melalui program edukasi dan aplikasi teknologi *Bioengineering* berupa penanaman rumput *vetiver* pada lereng rawan longsor sebagai upaya prevensi longsor lereng. Pendekatan ini dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan warga setempat dalam proses pelatihan, penanaman, dan pemantauan dampak vegetatifnya. Melalui kegiatan ini, masyarakat tidak hanya mendapatkan pemahaman tentang hubungan antara struktur geologi, perubahan iklim, dan bahaya tanah longsor, tetapi juga mampu menerapkan strategi adaptasi berbasis lingkungan yang aplikatif dan relevan dengan kondisi lokal. Keberhasilan kegiatan ini diharapkan menjadi model untuk penguatan kapasitas masyarakat dalam mitigasi bencana berbasis geosains.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan metode PAR (*Participatory Action Research*), dimana dibentuk jejaring kerjasama antara akademisi dengan mitra dalam melakukan identifikasi masalah bersama sampai pada merencanakan dampak yang ditimbulkan dari pengabdian tersebut. Hal ini dilakukan dengan pendekatan edukatif-partisipatif, yang menggabungkan pemaparan ilmiah terkait perubahan iklim dan geodinamika lereng dengan aplikasi teknologi perkuatan lereng menggunakan vegetasi *vetiver* sebagai solusi *bioengineering*. Metode ini dirancang untuk membangun pemahaman konseptual sekaligus kemampuan teknis masyarakat dalam upaya prevensi bencana longsor lereng.

a. Pra-pelaksanaan kegiatan (*parameter research*)

Tim melakukan survei awal untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh mitra (masyarakat) di sekitar area bekas longsor dan longsor susulan, dan riwayat longsor. Data geologi lokal, informasi RT/RW, serta observasi visual digunakan untuk menentukan lokasi prioritas aplikasi teknologi *bioengineering*.

b. Pelaksanaan kegiatan (*parameter action*)

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra, terdapat beberapa alternatif yang dijabarkan dalam bentuk program kerja yang dilaksanakan, antara lain :

- 1) Sosialisasi, tanya-jawab, *pre-test* dan *post-test*, serta peragaan tanaman prevensi lereng bertempat di RT.03/RW.02 Kelurahan Karang Panjang Kecamatan Sirimau Kota Ambon (Gambar 1).
- 2) Aplikasi teknologi *bioengineering*, yaitu dengan melakukan penanaman rumput *vetiver* sepanjang teras lereng.



Gambar 1. Lokasi Pengabdian Kepada Masyarakat (Google Earth, 2025).

c. Upaya preventasi longsor lereng (*parameter participatory*)

Prevensi longsor lereng yang dilakukan terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan gaya penahan lereng di lokasi mitra yang sudah terjadi longsor dan berpotensi longsor dengan cara lereng dibuat terasering dan pada bagian atas teras ditanami rumput *vetiver*. Dalam konteks rekayasa lereng, (Chakraborty *et al.*, 2024) menunjukkan keberhasilan penggunaan rumput *vetiver* dalam proyek stabilisasi lereng pasca longsor berdasarkan faktor aman lereng (*factor of safety*) menggunakan metode *Morgenstern-Price*, *Bishop Simplified*, atau metode sederhana lainnya. Secara ilmiah, tanah di lereng bisa longsor karena gaya geser yang menahan tanah (gaya tahan) lebih kecil dibandingkan gaya geser yang menarik tanah turun (gaya dorong). Saat musim hujan, air meresap ke dalam tanah dan menambah tekanan air pori, sehingga tanah penutup lereng menjadi lebih licin dan cenderung longsor.
- 2) Prevensi lereng dengan rumput *vetiver* meningkatkan nilai kohesifitas dan densitas tanah, serta menurunkan tekanan air pori melalui peningkatan infiltrasi dan pengurangan kejenuhan. Rumput *vetiver* tidak hanya ditanam untuk menahan tanah, tetapi juga digunakan dalam kombinasi dengan teknologi drainase dan penguatan mekanik. Hasilnya, kombinasi ini terbukti menurunkan indeks kerentanan longsor secara signifikan. Rumput *vetiver* berfungsi sebagai lapisan bio-proteksi yang memperkuat daya tahan tanah terhadap tekanan lateral dan gaya geser.
- 3) Bidang longsor lereng di potong dibuat sistem terasering supaya gaya dorong lereng dapat mengalami pengurangan dan gaya penahan lereng dapat diperkuat.
- 4) Untuk mengurangi gaya penahan lereng dilaksanakan penanaman anakan rumput *vetiver* sepanjang teras lereng dan sepanjang tepi lereng bagian atas sampai ke arah mahkota longsor. Panjang anakan rumput *vetiver* bervariasi yaitu (30 - 60) cm. Spasi tanam pada setiap anakan rumput *vetiver* adalah 50 cm (Souisa *et al.*, 2023). Aplikasi teknologi bioenerging dilakukan secara bersama-sama dengan mitra (masyarakat) agar tercipta semangat untuk bekerja dan memelihara lingkungan hunian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

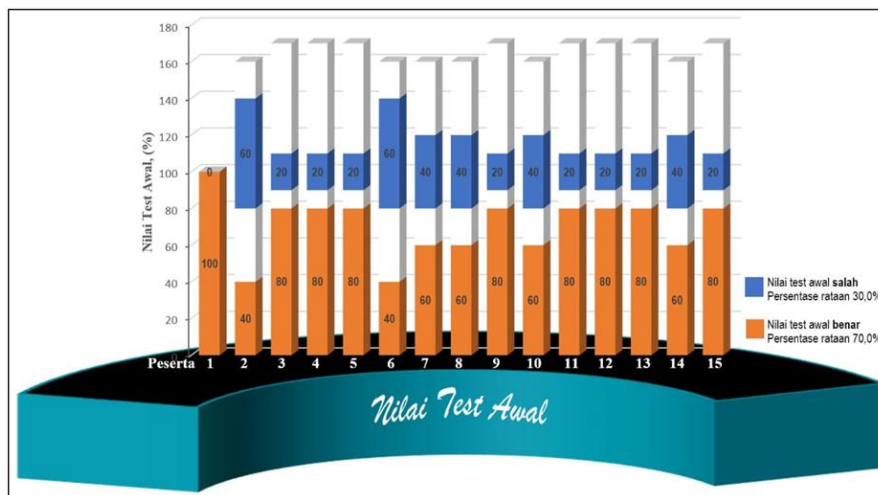
Pelaksanaan kegiatan berlangsung pada hari Sabtu, 24 Mei 2025 bertempat di rumah Kel.Bpk.J. Maitimu RT.03/RW.02 Kelurahan Karang Panjang. Kegiatan diawali dengan tes awal. Tes ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman masyarakat terkait perubahan iklim dan prevensinya. Setelah tes awal, kegiatan dilanjutkan dengan Sosialisasi Dampak Perubahan Iklim dan Prevensi Longsor Lereng. Sosialisasi bertujuan untuk memberikan edukasi kepada masyarakat

maupun pihak pemerintah yang berkaitan dengan materi banjir-banjir bandang (akibat curah hujan tinggi), kenaikan muka air laut, gerakan tanah jenis longsor lereng dan prevensinya. Kegiatan sosialisasi di buka oleh Ibu Sekretaris Kelurahan Karang Panjang Kota Ambon, kemudian akan dilanjutkan proses perkuatan lereng dengan menanam rumput *vetiver* di bekas longsor. Kegiatan sosialisasi diikuti oleh peserta maupun *physics volunteer* dengan sangat antusias yang ditampilkan pada Gambar 2. Sebelum kegiatan dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan tes awal (Gambar 2(a)), selanjutnya dilaksanakan sosialisasi (Gambar 2(b-d)), di mana peserta mendengarkan dengan seksama penjelasan dari materi yang disampaikan oleh tim PkM, demikian pula ketiga dilakukan demonstrasi pemanfaatan tanaman rumput *vetiver* peserta dapat mengikuti dengan sungguh-sungguh sampai selesai acara ini.. Setelah dilakukan kegiatan sosialisasi maka diuji kemampuan peserta dalam menyerap materi yang diberikan oleh tim yakni melakukan tes akhir (Gambar 2(e-f)). Peserta yang mengikuti kegiatan pengabdian sebanyak 40 orang. Peserta yang mengikuti tes awal dan tes akhir sebanyak 15 orang dengan jenis soal yang sama yang dipandu oleh mahasiswa *physics volunteer* yang bergabung dalam tim kegiatan pengabdian ini. Soal terdiri atas 5 nomor pilihan ganda.

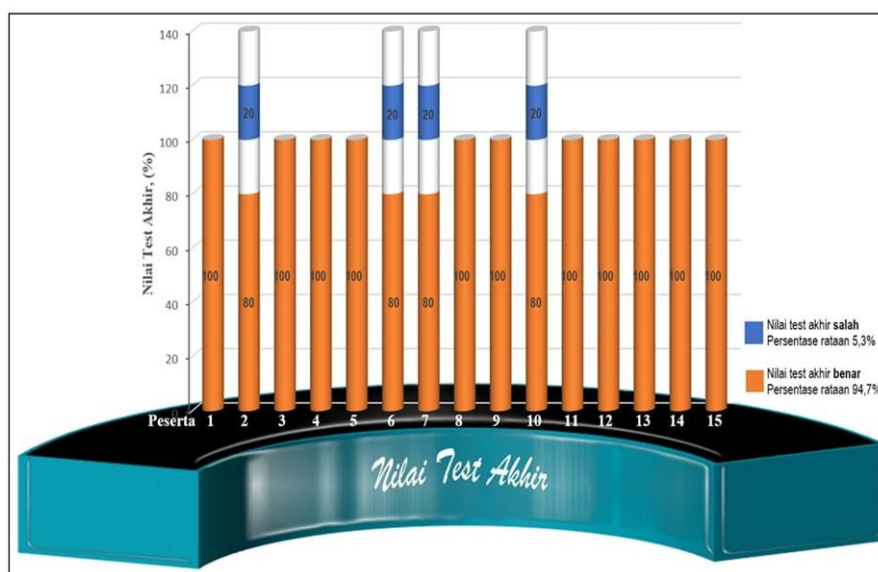


Gambar 2. Kegiatan sosialisasi perubahan iklim dan prevensi longsor lereng. (a) Pelaksanaan tes awal, (b-d) pelaksanaan ceramah, dan (e-f) pelaksanaan tes akhir.

Hasil evaluasi dari tes awal (Gambar 3) dan dan tes akhir (Gambar 4.) sebanyak 15 orang terdiri masyarakat, perangkat RT dan perangkat kelurahan. Waktu pengerjaan tes yaitu 15 menit untuk tes awal dan 15 menit untuk tes akhir. Pada Gambar 3, menunjukkan hasil evaluasi tes awal sebelum dilakukan sosialisasi dengan rataa persentase jawaban benar sebesar 70,0% dan rataa persentase jawaban salah sebesar 30,0%. Setelah dilakukan sosialisasi oleh tim PkM, hasil evaluasi menunjukkan perubahan persentase rataa jawaban yang cukup signifikan (Gambar 4). Hasil tes akhir pada rataa persentase jawaban benar yaitu 94,7%, dan rataa persentase jawaban salah yaitu 5,3%. Hasil ini menunjukkan bahwa sosialisasi dampak perubahan iklim dan prevensi longsor lereng yang berupa program edukasi kepada peserta dapat meningkatkan pemahaman peserta sebesar 24,7% jika dibandingkan dengan persentase tes sebelumnya. Hasil ini menunjukkan keberhasilan program pengabdian ini yang dilaksanakan di RT.03/RW.02 Kelurahan Karang Panjang Kecamatan Sirimau Kota Ambon.



Gambar 3. Hasil analisa dari tes awal.



Gambar 4. Hasil analisa dari tes akhir.

Kegiatan dilanjutkan dengan melakukan tindakan prevensi dari dampak perubahan iklim yang dilaksanakan pada hari yang sama. Kegiatan ini merupakan tindakan prevensi pada longsor lereng akibat perubahan iklim yang terjadi. Aksi prevensi dilakukan pada hari Sabtu, 24 Mei 2025 pukul 15:30-17:30 WIT (Gambar 5) mencakup beberapa bagian sebagai berikut :

- 1) Anakan rumput *vetiver* diambil dari lereng bekas longsor yang telah dilakukan penanaman pada tahun 2023 (Souisa *et al.*, 2023).
- 2) Membersihkan bidang lereng disamping longsor untuk dilakukan penanaman rumput *vetiver*. Pembuatan teras pada longsor lereng tidak dapat dilakukan karena kemiringan lereng sangat terjal dan tanah penutup lereng berupa lempung berpasir dan sangat mudah untuk longsor.
- 3) Bidang lereng yang telah dibersihkan di tanam rumput *vetiver*. Kegiatan penanaman rumput *vetiver* bersama mitra yang dipandu oleh tim PkM. Penanaman rumput *vetiver* awal dilakukan oleh pihak kelurahan Karang Panjang, Ketua RT dan ketua PkM. Penanaman selanjutnya dilakukan oleh tim PkM, physics volunteer, dan masyarakat.



Gambar 5. Kegiatan prevensi longsor lereng dengan penanaman rumput *vetiver*. (a). Rumput *vetiver*, (b) dan (c) tanaman rumput *vetiver* yang telah tumbuh di bekas longsor lereng, (d) tanaman rumput *vetiver* yang siap untuk di tanam, (e) penanaman rumput *vetiver* oleh wakilan pemerintah Kelurahan Karang Panjang, (f) penanaman *vetiver* oleh Ketua PkM, (g) penanaman *vetiver* oleh Bpk. J. Maitimu (korban longsor), (h) penanaman *vetiver* oleh Ketua RT.03/RW/02, dan (i) selesai penanaman oleh Tim PkM dan mahasiswa *geosains volunteer*.

Menurut Berkoff (2024), bahwa kemampuan rumput *vetiver* dalam mengurangi erosi tanah, meningkatkan infiltrasi air, dan memperkuat struktur tanah melalui sistem perakaran yang dalam dan kuat. Hal ini seperti yang telah dilakukan oleh (Souisa *et al.*, 2023), dan bersesuaian juga dengan artikel *Vetiver Network International* (2024) maupun artikel dari *Vetiver Australia* (2023) tentang evolusi sistem *vetiver* sebagai solusi berbasis alam untuk konservasi tanah dan air dalam menghadapi tantangan perubahan iklim serta kemampuan rumput *vetiver* dalam memerangi perubahan iklim melalui stabilisasi tanah maupun peningkatan kualitas air. Kegiatan terakhir melakukan pemasangan papan pengumuman yang berisi peringatan bahaya area rawan longsor di sepanjang lereng dan larangan memotong lereng (Gambar 6). Di akhir kegiatan, seluruh peserta melakukan foto bersama yang ditunjukkan pada Gambar 7. Adapun *monitoring* dan evaluasi kegiatan dilakukan mulai tanggal 25 Mei hingga 21 Juni 2025. Program pengabdian semacam ini diharapkan dapat dilakukan pada wilayah-wilayah lain yang rawan longsor lereng. Untuk menjaga lingkungan dalam keadaan setimbang, masyarakat kembali kepada penanaman nilai dan norma budaya bersih yang menjadi kearifan lokal. Upaya prevensi longsor lereng sebagai tindakan mencegah terjadinya longsor susulan atau longsor di masa yang akan datang, maka yang dilakukan bisa tetap terjaga dengan pemeliharaan tanaman *vetiver* secara berkala (Souisa *et al.*, 2023). Faktor pendukung berjalannya prevensi longsor lereng ini didapatkan dari berbagai macam pihak seperti keluarga, masyarakat sekitar, pemerintah, hingga perguruan tinggi dengan berbagai bentuk dukungan seperti dukungan moral, bantuan material, hingga bantuan tenaga dan gagasan pendukung dapat berjalannya sehingga perkuatan lereng dijaga tetap stabil.



Gambar 6. Papan pengumuman larangan.



Gambar 7. Foto bersama tim PKM dan semua peserta.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertemakan dampak perubahan iklim dan prevensinya khususnya terkait bencana longsor lereng telah dilaksanakan. Kegiatan dilaksanakan di RT.03/RW.02 Kelurahan Karang Panjang, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, berhasil memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat sebesar 24,7%. Penanaman vetiver sebagai tanaman strategis dalam adaptasi perubahan iklim di wilayah perbukitan yang rawan longsor. Melalui pendekatan edukatif berbasis *geosains* dan penerapan teknologi *bioengineering*, warga memperoleh pengetahuan tentang dinamika kestabilan lereng, faktor penyebab longsor, upaya prevensi longsor lereng dan pemeliharaan tanaman rumput *vetiver* dapat dilakukan secara mandiri dan kegiatan seperti ini dapat ditindaklanjuti pada berbagai wilayah lain yang rawan longsor lereng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim PkM Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Fisika, Ketua RT.03/RW.02, pihak Kelurahan Karang Panjang, Kecamatan Sirimau Kota Ambon, dan tim *physics volunteer*.

REFERENSI

- Berkoff, J. (2022). Vetiver grass: A climate smart versatile, and low-cost technology to help address global soil and water issues. The Vetiver Network International. https://www.vetiver.org/wp-content/uploads/2022/02/TVN_Berkoff_Vetiver_article.pdf
- Chakraborty, A., & Khan, S. (2024). Soil bioengineering using vetiver for climate-adaptive slope repair: Review. *Natural Hazards Review*, **25** (3). <https://doi.org/10.1061/NHREFO.NHENG-2014>
- Ciawi, Y., Hidayati, A. M., Kedaton, H., Tonyes, S., & Elizar. (2023). Exploring the mechanism of vetiver system for slope reinforcement on diverse soil types – A review. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, **8**(2): 123–130. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2023.8.2.12705>
- Ghosh, C., & Bhattacharya, S. (2018). Disaster risk governance in India and cross cutting issues, disaster risk reduction: 389–413. Springer Nature Singapore. <http://doi.org/10.1007/978-981-10-3310-0>
- Noel, W. N., Adolphe, K., Harmel, O. O., Goncalves, A. O., Lacaba, R. G., & Florent, B. (2022). Stability evaluation of reinforced slope soil with vetiver grass against erosion and landslides hazards by using finite element method. *International Journal of Plant & Soil Science*, **34**(23): 863–873. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i232497>
- Souisa, M., Hendrjaya, L., & Handayani, G. (2016). Landslide hazard and risk assessment for Ambon City using landslide inventory and geographic information system. *Journal of Physics: Conference Series*, **739**, 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/739/1/012078>
- Souisa, M., Nanlohy, P., Sapulete, S. M., Elake, A. Y., & Maahury, M. F. (2023). Prevensi gerakan tanah jenis longsor lereng di Dusun Riang Negeri Tawiri Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. *Jurnal Gema Ngabdi*, **5**(2): 172–179. <https://doi.org/10.29303/jgn.v5i2.336>
- Souisa, M., Sapulete, S. M., & Isnawati. (2021). The determinant of slip plane and volume potential of landslide mass using resistivity data in Air Kuning Batu Merah, Ambon City. *Journal of Physics: Conference Series*, **1816**, 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1816/1/012026>
- Souisa, M., Sapulete, S. M., & Labok, A. (2022). Analysis of creeping avalanche velocity using physics of landslide approach. *Journal of Physics: Conference Series*, **2165**, 012037. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012037>
- Souisa, M., Sapulete, S. M., & Tuarissa, J. C. (2020). Back calculation of slope stability in Batu Gadjah, Ambon City using the solution of analytical and finite element method. *Journal of Physics: Conference Series*, **1463**, 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012034>
- The Vetiver Network International. (2024). The Vetiver System – A changing perspective. <https://www.vetiver.org/newsletter-the-vetiver-system-in-2024-nl-2024-12/>
- Vetiver Australia. (2023). Vetiver grass: Understanding the climate-combating capabilities. <https://vetiver-australia.com/vetiver-grass-understanding-the-climate-combatting-capabilities/>