

---

## PEMODELAN POLA KOLONISASI VEGETASI PADA EKOSISTEM EKSTREM KAWAH GUNUNG BERAPI RINJANI DAN TAMBORA

Andriwibowo<sup>1\*</sup>

---

<sup>1</sup> Universitas Indonesia, Depok,  
Jawa Barat, Indonesia, 16424

\*e-mail korespondensi:  
[pemodelandatabio2020@gmail.com](mailto:pemodelandatabio2020@gmail.com)

**Abstrak.** Kolonisasi vegetasi dapat terjadi pada berbagai ekosistem. Salah satu ekosistem yang tergolong ekstrem bagi kolonisasi vegetasi itu adalah kawah gunung berapi. Mengingat ekosistem itu terletak pada ketinggian ribuan meter, kadang bersuhu tinggi, angin kencang, dan tidak ada lapisan tanah yang mengandung unsur hara. Meskipun begitu, pada ekosistem vegetasi terdapat endapan sedimen dan kadangkala terbentuk sebuah danau. Endapan sedimen pada permukaan kawah itu akan menjadi media yang mendukung kolonisasi vegetasi. Terkait dengan itu penelitian ini bertujuan untuk memodelkan kolonisasi vegetasi di sekitar kawah yang terbentuk pada Gunung berapi Rinjani (3.726 m) dan Tambora (2.850 m). Pada kawah Gunung Rinjani diketahui telah terbentuk sedimentasi permukaan kawah seluas 3,983 km<sup>2</sup>. Pada sedimen itu tutupan vegetasi diperkirakan seluas 2,866 km<sup>2</sup>. Kolonisasi vegetasi baru tampak terbentuk di tepi permukaan kawah di sisi selatan. Sedangkan luas endapan sedimen di kawah Gunung Tambora adalah 5,333 km<sup>2</sup>. Pada sedimen itu tutupan vegetasi diperkirakan seluas 2,188 km<sup>2</sup>. Di kawah Tambora, kolonisasi vegetasi baru juga tampak di sekitar permukaan kawah. Indeks kolonisasi vegetasi di Rinjani adalah 0,719 dan lebih besar dari pada indeks di Tambora dengan nilai 0,410. Dapat disimpulkan bahwa kolonisasi vegetasi pada permukaan kawah lebih tinggi di Gunung berapi Rinjani.

**Kata kunci:** gunung, kawah, Rinjani, Tambora, vegetasi

**Abstract.** Vegetation colonization can occur in various ecosystems. One of the extreme ecosystems for vegetation colonization is a volcanic crater. Given that the ecosystem is located at an altitude of thousands of meters, sometimes high temperatures, strong winds, and no soil layer that contains nutrients. Even so, in the vegetation ecosystem there are sediment deposits and sometimes a lake is formed. Sediment deposits on the surface of the crater will be a medium that supports vegetation colonization. Related to this, this study aims to model the colonization of vegetation around the crater formed at Rinjani (3726 m) and Tambora (2850 m) volcanoes. The crater of Mount Rinjani is known to have formed sedimentation on the surface of the crater covering an area of 3.983 km<sup>2</sup>. In the sediment the vegetation cover is estimated at 2.866 km<sup>2</sup>. New vegetation colonization appears to have formed on the edge of the crater surface on the south side. While the area of sediment deposits in the crater of Mount Tambora is 5.333 km<sup>2</sup>. In the

---

*sediment the vegetation cover is estimated at 2.188 km<sup>2</sup>. In the Tambora crater, new vegetation colonization was also seen around the crater surface. The vegetation colonization index in Rinjani is 0.719 and is greater than the index in Tambora with a value of 0.410. It can be concluded that the vegetation colonization on the surface of the crater is higher at Mount Rinjani.*

**Keywords:** *crater, mountain, Rinjani, Tambora, vegetation*

---

## PENDAHULUAN

Vegetasi memiliki kemampuan untuk melakukan kolonisasi pada berbagai ekosistem. Kolonisasi vegetasi pada ekosistem yang baru dan bahkan dapat dikatakan ekstrem tergantung dari dukungan berbagai faktor lingkungan (Son *et al.*, 2020). Pada ekosistem yang tergolong ekstrem seperti gunung berapi, kolonisasi dirintis oleh tumbuhan dari kelompok rumput, semak, dan legum yang dapat mencapai 156 taksa (Raus, 1988). Ekosistem gunung berapi tergolong ekstrem karena substrat tanahnya adalah endapan fluvial yang memiliki kandungan unsur hara karbon dan nitrogen organik yang rendah. Kolonisasi biasanya dimulai oleh vegetasi perintis yang bijinya disebarkan melalui angin, air, dan vektor fauna (Kalliola *et al.*, 1991; Brunet, 2007).

Berbagai penelitian telah meneliti kolonisasi vegetasi pada berbagai ekosistem tetapi kolonisasi yang terjadi pada ekosistem gunung berapi tepatnya di kawah masih sangat jarang. Sementara itu ekosistem Indonesia sendiri memiliki banyak gunung berapi. Terkait kondisi ini, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa vegetasi dan mempelajari kolonisasi yang terjadi pada kawah Gunung berapi Rinjani dan Tambora.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian adalah kawah yang terletak pada kawah gunung berapi. Gunung berapi yang digunakan adalah Gunung berapi Rinjani (3.726 m) dan Tambora (2.850 m)

yang memiliki permukaan kawah yang terdeteksi adanya tutupan vegetasi (Gambar 1). Tutupan vegetasi dan pemetaan kolonisasi vegetasi diamati dengan menggunakan citra satelit LandSat 8 dengan 12 pita (pita 1 sampai dengan 12) yang kemudian dianalisis dengan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Citra satelit LandSat 8 akan mengklasifikasi mana bagian citra kawah yang merupakan vegetasi dan yang bukan dengan penginderaan jauh. Kemudian SIG akan mengklasifikasi citra satelit tersebut dan memisahkan mana objek yang merupakan vegetasi dan mana yang merupakan sedimen (Saidi *et al.*, 2020; Yanti *et al.*, 2020). Hasil pengukuran adalah luasan yang tertutup vegetasi dan yang bukan atau sedimen dan dinyatakan dalam km<sup>2</sup>. Kemudian indeks kolonisasi dihitung berdasarkan rumus Indeks Kolonisasi dan juga berdasarkan rasio yang dihitung sebagai luasan vegetasi dibagi dengan non vegetasi.

$$\text{Indeks kolonisasi} = \frac{\text{luas vegetasi}}{\text{luas vegetasi} + \text{non vegetasi}}$$

Selain itu juga akan dilakukan pengukuran kadar air atau potensi air tanah pada ekosistem danau yang disebut dengan indeks NDWI (*Normalized Difference Wetness Index*). Indeks ini digunakan untuk mengukur kandungan air yang merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan vegetasi. Perhitungan NDWI menggunakan LandSat 8 dengan pita 3 dan 5 dan dihitung berdasarkan rumus (Wirawan *et al.*, 2018). NDWI sendiri

memiliki nilai dengan rentang 0-0.3 (rendah), 0.3-0.6 (sedang), 0.6-0.9 (tinggi):

$$NDWI = \frac{pita\ 3 - pita\ 5}{pita\ 3 + pita\ 5}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 memperlihatkan keadaan ekosistem kawah saat ini. Terlihat jelas pada kawah telah terbentuk permukaan air dan permukaan endapan sedimen dengan luas yang berbeda. Di kawah Rinjani, permukaan air cukup luas sehingga membentuk

permukaan yang menyerupai danau. Sedangkan permukaan air yang terbentuk di permukaan kawah Tambora ukurannya jauh lebih kecil dibandingkan dengan endapan sedimennya. Berdasarkan potensi air tanah yang diukur dengan NDWI, terlihat bahwa endapan sedimen baik itu pada kawah Rinjani dan Tambora (Gambar 2) sama-sama memiliki nilai NDWI dalam kisaran 0.3 sampai 0.6 atau dikategorikan sedang. Artinya endapan sedimen pada permukaan kawah mengandung air. Sedangkan badan kawah sendiri memiliki nilai NDWI < 0.3 yang mengindikasikan kondisinya adalah bebatuan yang sangat kering.



Gambar 1. Lokasi pemodelan pola kolonisasi vegetasi pada ekosistem kawah Gunung berapi Rinjani (kiri) dan Tambora (kanan).

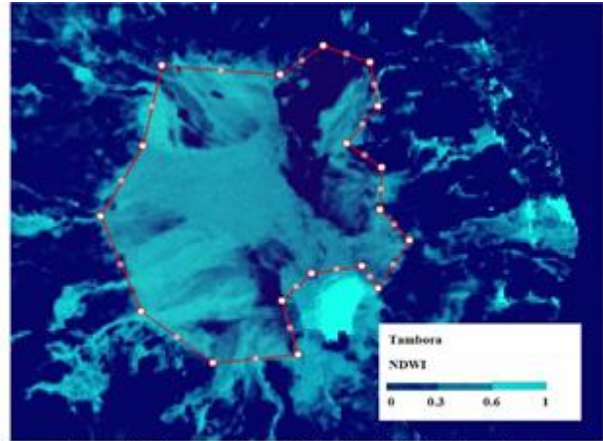
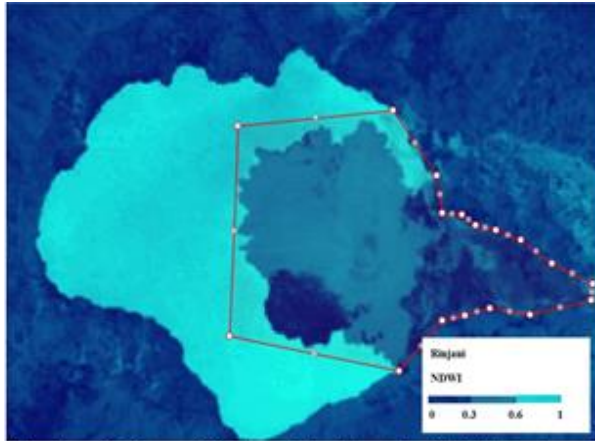
Gambar 3 memperlihatkan secara jelas pengklasifikasian dan pemodelan tutupan vegetasi. Antara kedua ekosistem tampak kesamaan yaitu pola kolonisasi mengarah dan mendekati permukaan air. Hal itu karena kolonisasi mengikuti aliran air yang mengarah ke permukaan air. Sedangkan tampak juga perbedaan pola kolonisasi seperti yang terlihat pada pola tutupan vegetasi. Di kawah Rinjani tampaknya pola kolonisasi dimulai dari sisi Timur ke Barat dan mendekati sumber air. Sedangkan di kawah Tambora, kolonisasi mengikuti arah Utara-Selatan dan juga mengarah ke sumber air pada permukaan kawah. Gambar 4

memperlihatkan hasil perhitungan tutupan vegetasi dan sedimen dari kedua ekosistem kawah. Terlihat bahwa luasan permukaan kawah lebih tinggi di Tambora. Meskipun begitu, Rinjani memiliki luasan tutupan vegetasi yang lebih tinggi daripada vegetasi di Tambora. Selain itu di Tambora, tutupan vegetasinya juga jauh lebih sedikit dibandingkan dengan permukaan sedimen.

Penelitian yang dilakukan pada studi ini berlokasi di ekosistem gunung berapi dan selaras dengan penelitian lainnya. Erupsi gunung berapi yang sering terjadi pada umumnya menyebabkan gangguan teratur pada ekosistem (Arnalds, 2013). Dalam

erupsi gunung berapi yang lebih parah, biota dan ekosistem yang ada pada ekosistem akan hilang dan permukaan baru hasil dari

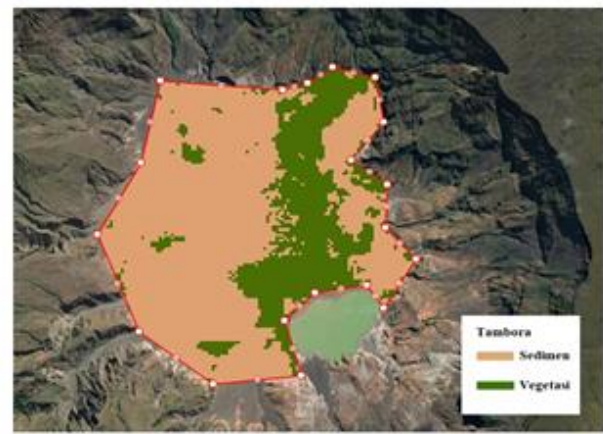
endapan sedimen akan tercipta dan setelah itu kolonisasi dan suksesi primer oleh vegetasi dimulai.



Gambar 2. Potensi air tanah berdasarkan NDWI pada ekosistem kawah Gunung berapi Rinjani (kiri) dan Tambora (kanan).

Aliran lahar yang dihasilkan dari erupsi turut mendukung terjadinya kolonisasi vegetasi (Bjarnason, 1991; Cutler *et al.*, 2008; Cutler, 2010) dan hal ini juga terjadi di sekitar gunung berapi aktif di daerah beriklim tropis.

Kolonisasi vegetasi berhubungan dengan jalur penyebaran karena adanya vektor utama yang mendukung proses kolonisasi vegetasi itu.



Gambar 3. Pemodelan pola kolonisasi vegetasi pada ekosistem kawah Gunung berapi Rinjani (kiri) dan Tambora (kanan).

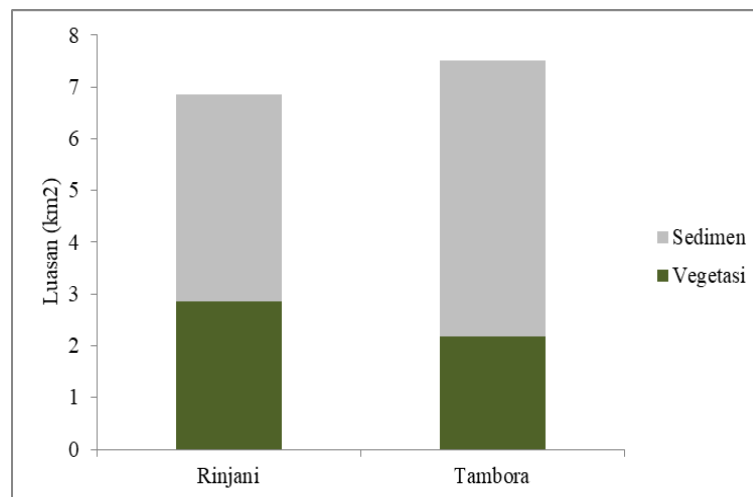
Magnusson *et al.*, (2009, 2014) mengungkapkan bahwa dari 69 spesies tumbuhan yang ditemukan pada area kolonisasi di ekosistem kawah berapi itu diperkirakan sekitar 75% disebarkan oleh vektor burung, 15% oleh angin, dan 10% dari arus laut.

Selama periode awal, vegetasi akan tersebar di sekitar gunung berapi dan berkontribusi sebagai vegetasi perintis yang memicu terjadinya kolonisasi utama di ekosistem kawah. Vegetasi perintis itu terdiri atas vegetasi yang memiliki biji yang berukuran relatif besar, kaya akan cadangan makanan, dan memungkinkan vegetasi

melakukan kolonisasi dan bertahan pada ekosistem dengan unsur hara yang rendah dan substrat berpasir.

Perbedaan luasan kolonisasi antar kedua kawah gunung berapi (Gambar 4) kemungkinan disebabkan oleh kondisi tanah yang buruk dan terbatasnya jenis benih tumbuhan baru yang masuk. Kolonisasi mencakup area yang luas berhubungan dengan adanya fauna penyebar biji yang kemudian akan diikuti gelombang kolonisasi vegetasi. Fauna penyebar biji juga akan membawa unsur hara yang turut memperbaiki kondisi tanah agar tumbuhan

dapat tumbuh, menyebar, dan terjadi kolonisasi. Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan peran penting fauna burung terhadap kolonisasi ekosistem kawah gunung berapi. Penyebaran biji oleh burung pantai seperti camar dan burung lainnya telah dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Nogales *et al.*, 2001; Abe, 2006; Aoyama *et al.*, 2012). Kawah yang diteliti dalam penelitian ini terletak di gunung berapi yang kedua gunung berapi itu lokasinya dekat dengan Laut Flores di sisi Utara dengan jarak dari 15 sampai 20 km.



Gambar 4. Komposisi luasan (km<sup>2</sup>) tutupan vegetasi dan sedimen pada ekosistem kawah Gunung berapi Rinjani dan Tambora

Burung camar sendiri memiliki *homerange* seluas 10.000 m<sup>2</sup> dan mampu terbang menempuh jarak 21 km (Shaffer *et al.*, 2017). Kebanyakan burung camar adalah pemakan oportunistik dan omnivora yang mengonsumsi berbagai makanan, termasuk cacing tanah, buah beri, dan biji-bijian. Kehadiran biji dalam makanan burung camar telah dilaporkan oleh Cancela & Herrero (2009) dan Cancela (2011).

Dalam kolonisasi terutama di ekosistem ekstrem seperti kawah gunung berapi, kelembaban dan potensi air tanah adalah penentu tumbuhan perintis untuk

bertahan. Menurut Deligne *et al.*, (2013), diversitas vegetasi perintis dan tumbuhan bervaskular lebih tinggi pada ekosistem gunung berapi yang permukaan tanahnya lembab. Hal itu sejalan dengan hasil pada penelitian ini dan menjelaskan adanya tutupan vegetasi pada kawah Rinjani dan Tambora yang berhubungan dengan NDWI dengan nilai > 0.3 pada permukaan sedimen di kedua kawah itu.

Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa terdapat tutupan vegetasi pada permukaan kawah Rinjani dan Tambora yang mengindikasikan sedang berlangsungnya

kolonisasi vegetasi. Potensi air tanah dengan nilai NDWI > 0.3 merupakan faktor yang turut mendukung terjadinya kolonisasi pada permukaan kawah yang mayoritas didominasi oleh bebatuan dan pasir yang rendah kandungan airnya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa terdapat tutupan vegetasi pada permukaan kawah Rinjani dan Tambora yang mengindikasikan sedang berlangsungnya kolonisasi vegetasi. Potensi air tanah dengan nilai NDWI > 0.3 merupakan faktor yang turut mendukung terjadinya kolonisasi pada permukaan kawah yang mayoritas didominasi oleh bebatuan dan pasir yang rendah kandungan airnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, T. (2006). Colonization of Nishinoshima Island by plant and arthropods 31 years after eruption. *Pacific Sciences*, *60*, 355–365.
- Aoyama, Y., Kawakami, K., & Chiba, S. (2012). Seabirds as adhesive seed dispersers of alien and native plants in the oceanic Ogasawara Islands, Japan. *Biodiversity and Conservation*, *21*, 2787–2801.
- Arnalds, O. (2013). The influence of volcanic tephra (ash) on ecosystems. *Advances in Agronomy*, *121*, 332–380.
- Bjarnason, Á. H. (1991). *Vegetation on lava fields in the Hekla area, Iceland*. Uppsala: Uppsala Press AB.
- Brunet, J. (2007). Plant colonization in heterogeneous landscapes: an 80-year perspective on restoration of broadleaved forest vegetation. *Journal of Applied Ecology*, *44*, 563–572.
- Cancela C., M., & Herrero, J., M. (2009). Effectiveness of a varied assemblage of seed dispersers of a fleshy-fruited plant. *Ecology*, *90*, 3503–3515.
- Cancela, C., M. (2011). Gulls (Laridae) as frugivores and seed dispersers. *Plant Ecology*, *212*, 1149–1157.
- Cutler, N. (2010). Long-term primary succession: a comparison of nonspatial and spatially explicit inferential techniques. *Plant Ecology*, *208*, 123–136.
- Cutler, N. A., Belyea, L. R., & Dugmore, A. J. (2008). Spatial patterns of microsite colonization on two young lava flows on Mount Hekla, Iceland. *Journal of Vegetation Science*, *19*, 277–286.
- Deligne, N., Cashman, K., & Roering, J. (2013). After the lava flow: The importance of external soil sources for plant colonization of recent lava flows in the central Oregon Cascades, USA. *Geomorphology*, *202*, 15–32.
- Kalliola, R., Salo, J., Puhakka, M., & Rajasilta, M. (1991). New Site Formation and Colonizing Vegetation in Primary Succession on the Western Amazon Floodplains. *Journal of Ecology*, *79*, 877–901.
- Magnusson, B., Magnusson, S. H., & Friðriksson, S. (2009). Developments in plant colonization and succession on Surtsey during 1999–2008. *Surtsey Research*, *12*, 57–76.
- Magnusson, B., Magnusson, S. H., Ólafsson, E., & Sigurdsson, B. (2014). Plant colonization, succession and ecosystem development on Surtsey with reference to neighbouring islands. *Biogeosciences*, *11*, 5521–5537.
- Nogales, M., Medina, F. M., Quilis, V., & González - Rodríguez, M. (2001). Ecological and biogeographical implications of Yellow Legged Gulls (*Larus cachinnans* Pallas) as seed dispersers of *Rubia fruticosa* Ait. (Rubiaceae) in the Canary Islands.



- Journal of BioGeography*, 28, 1137–1145.
- Raus, T. (1988). Vascular plant colonization and vegetation development on sea-born volcanic islands in the Aegean (Greece). *Vegetatio*, 77, 139–147.
- Saidi, R., Nur'adqiah, N., Muzri, Y., Fawziah, L., Pahlawan, R., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2020). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Identifikasi Sebaran Vegetasi di Kecamatan Pangandaran. *J Pendidikan Geografi*, 7, 1-13.
- Shaffer, S.A., Cockerham, S., Warzybok, P., Bradley, R.W., Jahncke, J., Clatterbuck, C.A., Lucia, M., Jelincic, J.A., Cassell, A.L., Kelsey, E.C., & Adams, J. (2017). Population-level plasticity in foraging behavior of western gulls (*Larus occidentalis*). *Movement Ecology*, 5, 2-13.
- Son, D., Alday, J.G., Chu, Y., Lee, E.J., Park, S.H., & Lee, H. (2020). Plant species colonization in newly created road habitats of South Korea: Insights for more effective restoration. *Science of The Total Environment*, 719, 1-9.
- Wirawan, R., Abdullah, R., & Hamli, N. (2018). Pendugaan Potensi Airtanah Berdasarkan Interpretasi Citra Landsat Menggunakan Integrasi Pendekatan NDWI Dan NDVI (Studi Kasus Kabupaten Pamekasan Madura Jawa Timur). *Jurnal Penduga Potensi Air Tanah*, 1-9.
- Yanti, D., Megantara, I., Akbar, M., Meiwanda, S., Izzul, S., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2020). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan*, 4, 32-38.