

# **“Tumbuh setelah Bencana”: Perkembangan Penelitian Botani di Hindia Belanda Sesudah Erupsi Krakatau Tahun 1883**

**Fadly Rahman**

Departemen Sejarah dan Filologi

Universitas Padjadjaran

fadly.rahman@unpad.ac.id

## **Abstract**

*In Indonesian history, volcanic disasters are both disastrous and blessing. In the short term it becomes disastrous when the impact causes massive damage and takes many casualties. But in the long term it can become blessings because the ashes from volcanic eruptions has the potential to fertilize the soil. Volcanic disasters as happened in several parts of Dutch East Indies regions that were traversed by the "ring of fire" have attracted the attention of scholars, such as botanists Verbeek (1886), Treub (1888), Hemsley (1888 & 1903), Valetton (1905), Ernst (1907), Backer (1929); volcanologist ter Braake (1945); and agronomist Mohr (1945) in examining soil conditions post-eruption which is good to growth of various vegetations. From their research it was concluded that the regions with the highest number of active volcanoes tend to have a high level of soil fertility. This article discusses the traces of scientific researchs on the vegetation condition after eruption of Krakatoa (1883) and how the research results became guidance for the botanical study in Dutch East Indies on the last of 19<sup>th</sup> century until the first half of 20<sup>th</sup> century.*

*Keywords: volcanic, disaster, Krakatoa, scientific research, botany*

## Pendahuluan

Dari kawasan barat hingga timur, deretan gunung api membentang menghiasi alam Indonesia. Dengan segala keeksotisannya, gunung-gunung api menjadi lanskap geografis yang sejak lama telah memikat perhatian orang-orang asing terhadapnya. Naturalis Alfred Russel Wallace dalam *Malay Archipelago* (1890: 4) menyatakan bahwa Nusantara merupakan salah satu deretan gunung api utama di dunia. Deretannya itu melintasi kepulauan Nusantara sehingga menghasilkan pemandangan yang berbeda antara pulau-pulau vulkanis dan non-vulkanis. Satu garis lengkung yang menghubungkan antara puluhan gunung api yang masih aktif dan ratusan yang telah padam dapat ditelusuri. Garis-garis itu dimulai dari Sumatra dan dilanjutkan ke Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Kepulauan Serwatty (baca: Kisar), Banda, Ambon, Bacan, Makian, Tidore, Ternate, Jailolo, hingga ke pulau Morotai. Dari rangkaian pegunungan di Nusantara, Wallace menaksir Pulau Jawa memiliki jumlah gunung api terbanyak yaitu kurang lebih 45 buah, baik yang aktif maupun yang sudah padam dengan ketinggian rata-rata 10.000 kaki.

Namun di balik keeksotisannya itu, gunung-gunung api juga menyimpan petaka. Bencana vulkanik yang sewaktu-waktu muncul mengakibatkan kerusakan masif serta banyak korban jiwa akibat awan panas, lahar, dan erupsi. Meskipun demikian, pasca-bencana, material vulkanik yang dimuntahkan gunung api aktif memberikan manfaat penting bagi kesuburan tanah pertanian. Mengenai hal ini, Geertz (1976: 38 – 41) menunjukkan bukti berkah dari bencana vulkanik di Pulau Jawa sebagai kawasan yang memiliki banyak gunung api aktif. Menurutnya, sepanjang sejarah, wilayah-wilayah yang dekat dengan gunung-gunung api di Pulau Jawa selalu dipadati pemukiman penduduk karena merupakan sumber bagi kehidupan. Tidak heran meski ditakuti, sebenarnya masyarakat telah ‘akrab’ dengan bencana vulkanik sebagai bagian dari perjalanan sejarah Indonesia sejak masa purba<sup>1</sup> hingga sekarang. Maka dari itu, sekalipun bencana vulkanik kerap terjadi, masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan gunung api akan lebih memilih untuk kembali pulang dari pengungsian setelah bencana vulkanik berlalu.<sup>2</sup>

Anggapan masyarakat bahwa gunung api merupakan sumber kehidupan tidaklah mengada-ada. Jika melihat hijaunya lahan pesawahan dan kekayaan ragam tanaman bermanfaat, hal itu tidak dapat dilepaskan dari kondisi tanah yang subur. Kesuburan tanah tidak dapat dilepaskan dari faktor-faktor alam yang ditentukan bukan hanya oleh tingginya curah hujan, namun juga aktivitas gunung api di sekitarnya.

<sup>1</sup> Salah satu jejak bencana vulkanik purba di Indonesia adalah super-erupsi Toba di Sumatra pada sekitar 73.000 tahun lalu. Debu vulkaniknya menjangkau jarak 2.800 km<sup>2</sup> yang menutupi sebagian Samudra Hindia, Laut Arab, dan Laut China Selatan. Kekuatan destruktif erupsi Toba begitu kuat hingga menimbulkan periode katastrofik berupa suhu dingin dengan sedikit curah hujan selama dua abad. (Williams, 2012).

<sup>2</sup> Wallace (1890: 4) juga mencatat ikatan kultural masyarakat dengan aktivitas gunung api. Masyarakat di sekitar gunung api aktif kerap merasakan gempa ringan yang intensitasnya terjadi dalam kurun beberapa minggu atau bulan; adapun gempa yang lebih keras bisa terjadi tiap tahun. Mengingat seringnya gempa yang ditimbulkan aktivitas vulkanik, masyarakat di Nusantara menjadikannya sebagai dasar dalam penghitungan waktu. Bahkan umur seorang anak dan kejadian penting lainnya dalam kehidupan masyarakat dihitung berdasarkan waktu terjadinya gempa.



Gambar 1. Cincin api dalam garis merah sebagaimana ditandai Wallace (1890)

Sebagai bagian dari kawasan “cincin api”, sepanjang sejarahnya Indonesia tidak pernah luput ditimpa bencana vulkanik. Namun, penyelidikan saintifik terhadap aktivitas vulkanik sendiri ternyata sangatlah terlambat. Vulkanolog Alexander L. Ter Braake (1945: 22) menyatakan bahwa hingga abad ke-16 data-data aktivitas vulkanik di Jawa yang merupakan kawasan dengan jumlah gunung api aktif terbanyak amatlah jarang. Sekalipun ada cerita atau informasi dari masyarakat Pribumi menurut Ter Braake hal itu tidak dapat dipercaya begitu saja mengingat mitos-mitos sebagai kepercayaan dan pengetahuan lokal yang berkelindan di dalamnya lebih banyak melekat dalam tradisi masyarakat.<sup>3</sup> Akan tetapi setelah kedatangan para kolonis Eropa, informasi ilmiah seputar aktivitas vulkanik menjadi dapat diandalkan dan terus meningkat sejak abad ke-19 hingga awal abad ke-20.<sup>4</sup> Kegairahan para ilmuwan untuk meneliti dampak dari bencana vulkanik kian mengemuka setelah dua bencana erupsi besar gunung api pada abad ke-19, Tambora di Sumbawa pada 1815 dan Krakatau di Selat Sunda pada 1883.

Kedua bencana erupsi ini menyita perhatian dunia mengingat dampaknya yang berskala global. Selain memengaruhi perubahan iklim global yang berdampak pada kerusakan lahan pangan dan kelaparan di berbagai wilayah dunia, dalam jangka panjang dampak dari bencana

<sup>3</sup> Menurut Chester (2005) sistem kepercayaan masyarakat dan pengetahuan lokal yang merupakan pengembangan dari pengalaman bencana pada masa lalu dan berbagai peristiwa yang terekam secara lisan dari generasi ke generasi. Dari sistem kepercayaan dan pengetahuan lokal ini muncul konsep *geomythology* yang diadaptasi dari masyarakat tradisional dalam menggunakan tanda-tanda bencana dan reaksi terhadap fenomena geologis.

<sup>4</sup> Pernyataan Ter Braake yang menekankan peran orang-orang Eropa dalam awal pencatatan aktivitas vulkanik di Indonesia memang beralasan jika dihubungkan dengan studi Verbeek (1925) tentang erupsi gunung api di Jawa Timur pada akhir abad ke-16. Dalam publikasinya, Verbeek menyinggung catatan misi pelayaran bahari Belanda di bawah pimpinan Cornelis de Houtman tentang “*brandende bergh*” (gunung yang terbakar) dari sebuah gunung api di Jawa Timur pada 1597. Pada abad ke-17 catatan tentang gempa bumi sebagai akibat dari aktivitas vulkanik juga dibahas cukup rinci oleh Rumphius dalam *Waerachtigh verhael van de schrickelijke aerbevinge* (1675) ketika ia mengalami dan mengamati bencana gempa bumi berikut dampaknya di pulau-pulau Ambon.

vulkanik Tambora dan Krakatau juga memengaruhi kondisi vegetasi di wilayah sekitar gunung api. Abu vulkanik yang dimuntahkan pasca-erupsi ternyata berpengaruh terhadap kondisi tanah yang menyita perhatian para botanis.

Meski demikian, perhatian para botanis terhadap kondisi vegetasi pasca-erupsi Tambora dan Krakatau berbeda. Erupsi Tambora pada April 1815 yang merupakan erupsi terbesar dalam kurun 500 tahun terakhir saat itu masih kurang banyak mendapat perhatian studi dari para ilmuwan. Berbeda halnya dengan Tambora, erupsi Krakatau pada Agustus 1883 selain sama-sama memiliki dampak global, namun yang membedakan adalah pengumpulan informasi mengenai peristiwa bencana ini yang lebih lengkap dan tersebar lebih cepat sebelum sebaran debu vulkaniknya.<sup>5</sup> Selain itu pasca-erupsi, Krakatau juga menjadi obyek penelitian yang menarik perhatian para botanis. Pasca-erupsi, Krakatau merupakan lahan studi yang unik bagi para botanis untuk mengkaji restorasi sistem hutan hujan tropis di pulau itu yang secara total hancur akibat erupsi vulkanik. (Veerbek, 1885; Backer, 1929; & Docters van Leeuwen, 1936).

Sejak dilakukan penelitian dan revegetasi, Krakatau terus mendapat perhatian dari para ahli botani hingga menjadi cagar alam yang dilindungi.<sup>6</sup> Ketertarikan para botanis itu menjadi menarik untuk dikaji perihal arah perkembangan studi botani di Indonesia pasca-erupsi Krakatau yang turut memengaruhi dan menentukan arah penelitian botani di kawasan Asia Tenggara dan juga dunia. Dengan menggunakan penelitian vegetasi pasca-erupsi Krakatau yang dilakukan oleh Treub (1886), Verbeek (1886); Backer (1888); Valetton (1905), Ernst (1907), Ter Braake (1945); hingga Mohr (1945) artikel ini mencoba untuk merekonstruksi bagaimana Krakatau menjadi contoh kasus yang menarik untuk dikaji terkait sistem restorasi vegetasi pasca-bencana erupsi sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan.

## **Pengamatan Awal Hubungan Vegetasi dengan Bencana Vulkanik**

Penyelidikan hubungan antara aktivitas vulkanik dengan kondisi kesuburan tanah yang memengaruhi pertumbuhan vegetasi di Hindia Belanda sebetulnya sudah ada jejaknya sebelum erupsi Krakatau pada 1883. Thomas Stamford Raffles dalam *The History of Java* (jilid I) mengawali bukunya itu dengan deskripsi beberapa gunung api di Jawa (Tangkuban Perahu, Papandayan, Guntur, dan Kelud) beserta aktivitas vulkaniknya sebagai bagian dari sejarah Jawa yang diamati oleh Raffles. Dalam uraiannya yang cukup panjang itu, Raffles (1817: 16 – 17) mengamati dampak aliran lava dari erupsi Gunung Guntur di Jawa Barat yang dalam jangka panjang memengaruhi pertumbuhan vegetasi:

Aliran lava ini dibatasi di utara oleh yang lain, dengan sifat dan disposisi yang sama, dibuang keluar dari gunung (menurut perkiraan yang dibuat sejak dimulainya dan kemajuan vegetasi di atasnya) sekitar tiga puluh tahun yang lalu. Dalam perjalanannya

<sup>5</sup> Teknologi komunikasi berupa jaringan internasional kabel telegraf dasar laut membuka fase erupsi Krakatau pada musim panas 1883 yang diwartakan surat kabar *The Times* di London tepat 36 jam setelah berlangsungnya erupsi. (Winchester, 2003).

<sup>6</sup> Hingga beberapa dasarwasa terakhir studi tentang kondisi vegetasi Krakatau masih mendapat perhatian, misalnya yang dilakukan Tagawa et.al. (1985); Whittaker (1989); dan Thornton (1996).

di sepanjang sisi gunung itu membentuk punggung runcing yang sama dijelaskan di atas. Ini memberikan demonstrasi sederhana dari cara di mana permukaan lava terurai dan dianggap cocok untuk tumbuh-tumbuhan. Distrik lava ketiga membatasi aliran baru yang pertama kali dijelaskan di selatan: ia lebih luas dari yang lain, dan terdiri dari beberapa daerah berbeda, mungkin dibuang selama satu letusan (yang tampaknya lebih ganas daripada yang lain), tetapi dalam periode berturut-turut segera saling mengikuti. Itu membentang lebih jauh ke timur daripada yang lain, dan mencakup sebagian besar kaki gunung. Vegetasi telah membuat kemajuan yang cukup besar di atasnya: di lembah-lembah antara aliran lava yang terpisah ditemukan tidak hanya tanaman tetapi juga semak kecil. Di satu tempat, dekat penghentian aliran ini, lava ditumpuk dalam dua punggung bukit yang tidak beraturan hingga ketinggian dua puluh kaki; dan agak jauh dari ujung timurnya, di tempat yang lolos dari efek letusan kemudian, dan ditutupi oleh kayu yang menyenangkan, ada tiga sumur panas yang berbeda, dalam keliling seperempat mil. Di selatan, distrik lava ini dibatasi oleh aliran baru-baru ini, yang tampaknya telah dibuang pada tahun 1800, oleh letusan yang sama yang menghasilkan aliran yang disebutkan pertama. Ia berbeda dari yang lain hanya dalam warna lava-nya, yang memiliki rona kemerahan: luasnya lebih kecil daripada yang lain, dan tidak dapat dilacak jauh dari kaki gunung. Aliran lava kelima yang saya periksa masih lebih jauh ke selatan, dan merupakan salah satu yang tertua yang telah dikeluarkan dari bagian timur kawah. Di dekat kaki gunung, vegetasi telah membuat kemajuan yang lebih besar daripada di distrik lava lainnya.<sup>7</sup>

Raffles mengamati kondisi vegetasi yang berbeda-beda di bagian gunung dengan bekas aliran lava yang terurai selama kurun tiga puluh tahun. Kesimpulannya, dalam jangka panjang lava yang mengalir dari erupsi gunung api berpengaruh penting dalam menyuburkan tanah di sekitar kawasan gunung. Meski demikian tidak atau belum ada uji saintifik yang dilakukan atau dirujuk oleh Raffles.

---

<sup>7</sup> “This stream of lava is bounded on the north by another, of the same nature and disposition, thrown out of the mountain (according to an estimate made from the commencement and progress of vegetation upon it) about thirty years ago. In its course along the sides of the mountain it forms the same pointed ridges above described. It affords a plain demonstration of the manner in which the surface of lava is decomposed and rendered fit for vegetation. A third district of lava bounds the new stream first described in the south: it is more extensive than the others, and consists of several distinct regions, probably thrown out during one eruption (which appears to have been more violent than the others), but in successive periods shortly following each other. It extends farther to the eastward than the others, and covers a great portion of the foot of the mountain. Vegetation has already made considerable progress upon it: in the vallies between the separate streams of lava are found not only plants but also small shrubs. At one place, near the termination of this stream, the lava is piled up in two irregular ridges to the height of twenty feet; and at a small distance from its eastern extremity, in a spot which has escaped the effects of the later eruptions, and is covered by a pleasant wood, are three different hot wells, within the circumference of a quarter of a mile. In the south, this district of lava is bounded by a recent stream, which appears to have been thrown out in 1800, by the same eruption which produced the first mentioned stream. It differs from the others only in the colour of its lava, which has a reddish hue: it is less considerable in extent than any of the others, and cannot be traced far from the foot of the mountain. The fifth stream of lava which I examined is still farther towards the south, and is one of the oldest which have been discharged from the eastern part of the crater. Near the foot of the mountain, vegetation has made greater progress than in any of the other districts of lava”

Aktivitas erupsi gunung api memang menarik perhatian Raffles. Bukan hanya di Jawa, dua tahun sebelum *The History of Java* terbit perhatian Raffles juga tercurah pada sebuah erupsi dahsyat gunung api Tambora di Sumbawa pada 11 – 12 April 1815 yang suara ledakan dan pengaruh debunya mencapai Jawa. Dengan teknologi komunikasi dan informasi yang saat itu masih sangat terbatas, Raffles mengumpulkan berbagai informasi dari kisah para saksi mata mengenai apa dan bagaimana dampak dari erupsi Tambora di berbagai wilayah Jawa. (Raffles, 1835: 267 – 285; lihat juga Klingaman & Klingaman, 2013). Baru beberapa dasawarsa kemudian laporan Raffles yang dikumpulkan oleh istrinya, Sophia, mendapat perhatian dari seorang botanis Swiss, Heinrich Zollinger (1855), yang untuk pertama kalinya mendaki Tambora pada 1847. Di samping mendokumentasikan betapa dahsyat dan luasnya skala global dari dampak erupsi Tambora,<sup>8</sup> ia juga mencatat dampak erupsi bagi degenerasi flora yang sangat tajam di Pulau Sumbawa. Banyak tanaman di sekitar gunung api itu yang semula tumbuh subur pada akhirnya musnah dan lambat pertumbuhan vegetasinya hingga seabad setelah observasi Zollinger.<sup>9</sup> Kondisi ini diakibatkan oleh begitu banyaknya kandungan gas belerang dari hasil erupsi Tambora sehingga mematikan secara ekstrem kesuburan tanah selama lebih dari seabad. (Boers, 1995: 48).

Perhatian terhadap dampak dari aktivitas vulkanik bagi kesuburan tanah juga dideskripsikan oleh Alfred Russel Wallace dalam *The Malay Archipelago* (terbit perdana 1869).<sup>10</sup> Wallace menyinggung tentang ekspedisinya ke beberapa gunung api yang dalam beberapa dasawarsa sebelumnya mengalami erupsi serta dampak yang ditimbulkannya,<sup>11</sup> di antaranya yaitu Papandayan (1772), Tambora (1815), dan sebuah gunung di Makian, Maluku (1869). Hal yang menarik perhatian Wallace adalah fenomena erupsi gunung api di Makian. Ketika pada 1860 Wallace mengunjungi pulau itu, gunung ini ditumbuhi hutan hingga ke puncak dan ujanya di sana didapati 12 kampung suku Melayu. Namun, setelah selama 215 tahun gunung api ini ada dalam kondisi tenang, tiba-tiba pada 29 Desember 1862, erupsi membangunkan gunung api ini dari tidur panjangnya. Selain menghancurkan sebagian besar penduduk serta abu gelap menyelubungi Ternate, Wallace juga mengamati hancurnya seluruh tanaman di Makian dan pulau-pulau lainnya. (Wallace, 1890: 4 – 5). Tumbuh setelah bencana lalu gugur pula setelah bencana.

Dari pengamatannya Wallace (1890: 6 – 7) lantas menyinggung mengenai kekontrasan vegetasi yang ditentukan sebagai buah dari aktivitas erupsi gunung api. Menurutnya, karena Nusantara terletak di garis Khatulistiwa serta dikelilingi lautan yang luas, berbagai pulau (meliputi Sumatra, New Guinea, Borneo, Filipina, Maluku, Jawa, dan Celebes) di kepulauan

<sup>8</sup> Dampak berskala global dari erupsi Tambora dapat merujuk studi yang dilakukan Oppenheimer (2003), Klingaman & Klingaman (2013), dan Wood (2014).

<sup>9</sup> Ini berdasarkan observasi Pannekoek van Rheden pada 1913 dan Petroeschewsky pada 1947 yang mencatat mengenai jarangya pepohonan dan rerumputan di sekitar kawah Tambora meskipun seabad erupsi gunung api itu dan observasi Zollinger telah berlalu. (Boers, 1995: 48).

<sup>10</sup> Dalam artikel ini saya menggunakan terbitan edisi 1890.

<sup>11</sup> Wallace (1890: 4) mencatat dampak korban jiwa dari erupsi Papandayan pada 1772 menghancurkan 40 kampung dan membentuk danau besar. Adapun pada 1815, erupsi Tambora memakan korban 12.000 jiwa. Debunya menggelapkan udara dan menutupi laut hingga jarak 300mil.

ini selalu ditutupi oleh hutan-hutan dari permukaan laut hingga ke puncak gunung. Semua hutan rimba itu dalam amatan Wallace belum digarap.

Perihal kondisi kesuburan tanah sebagai dampak dari aktivitas vulkanik, pakar agronomi E. C. J. Mohr (1945: 250 – 254; 254 – 262) meneliti perbedaan kesuburan tanah antarpulau di Hindia dan hubungannya dengan iklim, kepadatan penduduk, dan aktivitas gunung api. Menurutnya kawasan paling subur adalah Jawa serta pulau-pulau di sekitar Bali dan Lombok yang bercurah hujan bagus dan memiliki hembusan kuat angin muson timur. Mohr pun memaparkan data-data ilmiah mengapa tanah di Jawa yang punya rangkaian gunung api begitu subur menumbuhkan ragam vegetasi; sedangkan Borneo yang tidak memiliki gunung api aktif, hanya memiliki hutan luas dan rerumputan di dataran tinggi, bukit, daratan, dan paya.<sup>12</sup> Kesuburan tanah pun turut memengaruhi jumlah populasi penduduk dan membuka peluang pengolahan lahan yang membutuhkan banyak tenaga kerja. Sebaliknya, tidak dan kurang subur tanah di suatu wilayah penduduknya cenderung berpopulasi sedikit.

Apa yang dinyatakan Wallace dan Mohr setidaknya menunjukkan masih rendahnya kesadaran masyarakat di kawasan gunung api atas potensi bencana vulkanik dalam menumbuh-suburkan lahan hijau untuk dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Namun dari amatan Wallace pula dapat disiratkan pertumbuhan vegetasi di Makian menjadi pemicu masyarakat pendatang untuk datang dan mengkoloni wilayah itu sebagai lahan penghidupan. Dengan kata lain ini menunjukkan potensi jangka panjang wilayah gunung api pasca-erupsi sangat bermanfaat sebagai sumber daya kehidupan meskipun ancaman bencana berikutnya sewaktu-waktu dapat terjadi.

### **Pasca-Erupsi Krakatau 1883: Sebuah Pelajaran Penting bagi Penelitian Botani**

Selang 68 tahun setelah erupsi Tambora, gunung api Krakatau di Selat Sunda mengalami erupsi. Dalam catatan Raffles dan Wallace gunung api ini tidak disinggung perihal aktivitas vulkaniknya serta dampaknya bagi pertumbuhan vegetasi. Botanis C.A. Backer (1929: 15) yang tertarik pada kondisi vegetasi pasca-erupsi Krakatau sendiri juga menyatakan bahwa sebelum bencana catatan mengenai kondisi vegetasi Krakatau minim diketahui. Meski minim sebenarnya pengamatan mengenainya sudah ada jejaknya sejak abad ke-16. Dari laporan Willem Lodewijksz (1598) yang mengunjungi Jawa pada 17 Juni 1596 bersama Cornelis de Houtman, ia menyaksikan pulau Krakatau yang ia sebut dengan Carcata dan Cercata. Pulau itu dipenuhi dengan pepohonan. Asap belerang yang mengepul dari sebuah lahan tandus dan berwarna kemerahan mengindikasikan gunung api ini mengandung belerang aktif. (van Padang, 1983: 8).

<sup>12</sup> Contoh kasus wilayah terkait dengan hubungan kualitas kesuburan tanah dengan faktor vulkanis yang diangkat oleh Mohr (1945: 253) adalah Jawa dan Sumatra. Meski Jawa dan Sumatra memiliki kualitas kesuburan tanah yang terbaik, namun ada perbedaan ilmiah yang signifikan antarkeduanya. Menurut Mohr, meski kesuburan tanah di Jawa dan Sumatra sama-sama hasil dari faktor vulkanis, tapi tanah di Jawa lebih subur dan menghasilkan tanah lebih baik untuk tujuan-tujuan pertanian daripada di Sumatra. Alasan ilmiahnya tanah di Jawa lebih kaya kalsium, magnesia, besi, dan asam fosfor daripada tanah di Sumatra yang cenderung mengandung asam silikat

Adapun laporan pertama mengenai erupsi Krakatau pertama yang berlangsung sejak 1680 hingga akhir 1681 dijelaskan oleh Johan Wilhelm Vogel, seorang penambang emas di Sumatra. Vogel melintasi pulau Krakatau beberapa kali selama ia melakukan perjalanan ke dan dari Batavia. Ketika berlayar melintasi Selat Sunda untuk ketiga kalinya pada 1 Februari 1681 ia terkesima melihat hijaunya Pulau Cracketow (sic.) yang ditumbuhi oleh pepohonan. Namun dalam perjalanan sebaliknya, pulau itu terbakar dan tandus. Empat bongkahan lava panas tampak ke luar yang menandakan Krakatau tengah erupsi. Berdasarkan catatan dalam *Daghregister van het Kasteel Batavia* pada 24 Mei 1681 Raja Banten mengunjungi Pulau Crakatouw (Sic.) yang terbakar. Namun van den Berg (1888: 24) menilai bahwa Vogel terlalu membesar-besarkan erupsi yang diamatinya jika dihubungkan dengan laporan dari Elias Hesse. Pada Mei 1681 atau tiga bulan setelah laporan erupsi Vogel, Hesse mengamati bahwa “Krakatau dan pulau-pulau lain di tengah Selat Sunda ditutupi oleh pohon-pohon besar dan hutan”.<sup>13</sup> Dengan kata lain, erupsi yang dimaksudkan Vogel tidak berskala besar sehingga tidak merusak secara masif kondisi vegetasi di pulau itu. (Backer, 1929: 15; van den Berg, 1888: 208; lihat juga Van Padang, 1983: 8 – 9). Bukti bahwa Krakatau hanya mengalami erupsi kecil, tampak dari tidak masifnya kerusakan ekosistem, malah sebaliknya, pertumbuhan vegetasi Krakatau mengalami perkembangan menarik. Hal itu dicatat oleh Water Schouten ketika melintasi pulau Krakatau pada Oktober 1685 atau empat tahun setelah laporan Vogel dan Hesse. Schouten mencatat bahwa kondisi di pulau itu berpohon-pohon. Hingga abad ke-18 kondisi ekosistem Krakatau tidak tampak mengalami degenerasi. Hal itu tersirat dari laporan petualang Inggris James Cook pada 1780 yang menyinggung tentang Krakatau. Dalam amatannya, pulau itu ditutupi dengan pepohonan dan tampak para penghuninya membersihkan hutan untuk ditanami padi. (Backer, 1929: 15). Dengan kata lain dari laporan Cook itu menandakan bahwa hingga abad ke-18 Pulau Krakatau terus berkembang sebagai hunian masyarakat mengingat suburinya kondisi vegetasi di sana.

Bahkan hingga abad ke-19 status Krakatau sebagai pulau hunian semakin menunjukkan perkembangan pesat. Pada 1809, sebuah laporan dari Horsfield menyinggung tentang sebuah desa dekat anak sungai yang di sana tersedia air, kayu bakar, sejumlah kambing, ayam, dan buah. Kemudian, Krakatau berkembang menjadi tempat pembuangan bagi para pelaku kriminal dari Lampung dan ketika fungsinya ini dihentikan oleh pemerintah, pulau ini menjadi sepi dan hanya didatangi nelayan (Backer, 1929: 15).

Data-data botani mengenai kondisi vegetasi Krakatau hingga abad ke-19 juga masih samar-samar alias belum begitu rinci. Junghuhn (dalam Backer, 1929: 16), misalnya, melaporkan bahwa dari dasar hingga puncak Gunung Rakata<sup>14</sup> diselimuti oleh pepohonan. Apa yang diamati naturalis itu kemudian dikonfirmasi dan sebagian dikoreksi oleh botanis Verbeek (1888: 5, 7) yang mengunjungi Krakatau pada Juli 1880 (atau tiga tahun sebelum gunung api ini erupsi). Verbeek mengamati bagian selatan pulau ini ditutupi oleh vegetasi yang penuh dan sangat sulit untuk dijelajahi hingga pedalaman. Akan tetapi di bagian utara ia melihat bukit sisa aliran lava yang hanya ditumbuhi sedikit vegetasi. Pengamatan jenis vegetasi apa yang tumbuh

<sup>13</sup> “... dat Cracatouw en de andere eilanden, welke allen midden in Straat van Sunda leggen, voorsien syn met hoge bomen en wildernissen”.

<sup>14</sup> Rakata yang dimaksud Junghuhn adalah bagian paling puncak atau paling selatan dari Krakatau (Backer, 1929: 16).



diterangkan secara rinci oleh Kepala Kebun Raya Buitenzorg, Teysmann yang mengunjungi Krakatau sekitar beberapa dasawarsa sebelum erupsi. Lima jenis tumbuhan dikumpulkan olehnya yang kemudian dicatat oleh F.A.W. Miquel dalam *Flora Indiae Batavae* (1860) meliputi: dua jenis *Loranthaceae*<sup>15</sup> (*Loranthus pentandrus* L & *Viscum articulatum* Burm), dua jenis *Leguminosae*,<sup>16</sup> (*Intsia amboinensis* Thouars & *Mucuna gigantea* D. C). dan satu jenis *Meliaceae*<sup>17</sup> (*Dysoxylum arborescens* Miq).

Menurut Backer (1929: 17), apa yang dikumpulkan oleh Teysmann hanyalah sekelompok vegetasi di bagian tepi Krakatau. Jenis-jenis tanaman yang dikumpulkannya itu pun tidak menunjukkan indikasi bahwa ia melakukan penjelajahan hingga ke dalam pulau. Konsekuensinya, tidak ada yang dapat diketahui mengenai jenis flora terdahulu yang ada di bagian dalam atau di puncak. Backer juga menyatakan bahwa terlalu banyak asumsi mengenai kondisi vegetasi Krakatau sebelum erupsi yang dengan kata lain perhatian dan pengamatan rinci mengenai masih jauh dari lengkap.

Ketika Krakatau meletuskan erupsinya pada Agustus 1883, ini menjadi titik kulminasi dari hancurnya vegetasi di sana. Dahsyatnya erupsi mengeluarkan banyak debu dan batu yang menutup gunung api tersebut. Dampak dari pasca-erupsi adalah perubahan iklim dalam skala global yang kemudian menjadi salah satu fase pengumpulan informasi mengenai berbagai dampak erupsi. Luasnya skala dampak erupsi Krakatau yang mencapai Eropa, mendorong seorang meteorologis Inggris, George Symons, mendirikan serta mengetuai Royal Society's Krakatoa Committee. Komite ini mengumpulkan informasi tentang fenomena saintifik seputar erupsi Krakatau baik di lautan maupun di daratan (Symons, 1888: 2).

Penyelidikan saintifik dalam ranah botani pun menunjukkan perkembangan yang signifikan. Backer (1929: 18) ketika membuka bahasan mengenai kehancuran vegetasi asli Krakatau mempertanyakan perihal: apakah sudah dibuktikan sebagian jenis vegetasi di Krakatau musnah akibat erupsi 1883? Backer lantas menjawab sendiri bahwa dampak dari erupsi itu memang tidak menyisakan tumbuhan-tumbuhan, berbagai jenis rhizoma, biji-biji, berbagai spora, serta mycelia atau bakteri di dalam tanah. Lantas ia mempertanyakan apakah tanah Krakatau sungguh telah mandul?

Hal yang ditanyakan oleh Backer merupakan maksudnya untuk menentukan arah penelitian awal dan perkembangan flora baru Krakatau. Pertanyaan yang diajukan Backer adalah apakah secara keseluruhan flora yang tumbuh pasca erupsi Krakatau adalah baru dan asalnya berasal dari luar kawasan Krakatau; atau merupakan sisa-sisa maupun keturunan dari vegetasi yang sebelumnya menutupi pulau?

<sup>15</sup> Suku benalu-benalu atau salah satu suku anggota tumbuhan berbunga.

<sup>16</sup> Salah satu suku tumbuhan dikotil yang terpenting dan terbesar. Biji, buah, bunga, kulit kayu, batang, daun, umbi, hingga akarnya digunakan untuk bahan makanan, minuman, bumbu masak, zat pewarna, pupuk hijau, pakan ternak, bahan pengobatan, hingga racun. Anggota suku *Leguminosae* memiliki satu kesamaan yaitu buahnya berupa polong. (Heyne, 1916 jilid 2; Ochse & van den Brink, 1931: 363 - 441).

<sup>17</sup> Suku anggota tumbuhan berbunga yang kebanyakan meliputi pohon dan semak-semak. Sebagian besar anggotanya yang berguna untuk dimanfaatkan meliputi kayu dan buah. Beberapa pohon penghasil kayu yang bernilai ekonomi meliputi mahoni (*Swietenia mahogani*) dan majegau (*Dysoxylum*). Penghasil buah di antaranya adalah duku dan kecapi. (Heyne, 1917 jilid 3).

Pertanyaan Backer terjawab dalam penelitian botanis M. Treub. Dalam jurnalnya yang terbit pada 1888 atau lima tahun setelah erupsi Krakatau, *Notice sur la nouvelle flore de Krakatau* (Catatan mengenai flora baru Krakatau), Treub (1888: 213, 214, 215) berpendapat bahwa kehancuran total vegetasi memang benar terjadi seraya menganggap mustahil penelitian berikutnya dapat melebihi pendapatnya, alasannya:

“Data yang bisa saya berikan tentang flora baru di Krakatau telah diperoleh hari ini; tidak perlu alasan untuk khawatir bahwa penelitian (saya) ini akan digugurkan oleh penelitian selanjutnya... Pertama-tama, penting untuk dibuktikan bahwa saat ini flora (Krakatau) harus dianggap baru dan tidak berasal dari sisa-sisa vegetasi terdahulu yang menduduki pulau sebelum letusan. Tidak ada yang lebih mudah selain memberikan bukti ini. Pada saat erupsi pohon-pohon berundak atau angin sepoi-sepoi oleh angin kencang pastilah setengah berkarbon, mengingat suhu yang sangat tinggi yang tentunya mendominasi di semua pulau. Kemudian Krakatau tertutup, dari puncak jauh di atas permukaan laut, oleh lapisan abu dan batu apung yang terbakar. Lapisan ini memiliki ketebalan yang bervariasi antara satu meter dan enam puluh meter. Dalam kondisi ini jelas bahwa tidak ada sisa flora yang bisa bertahan setelah bencana. Benih dan rimpang terlindungi dan terbaik sekalipun kehilangan kehidupannya.... Tidak perlu membahas kemungkinan tanaman yang baru dihuni di Krakatau dibawa ke sana melalui manusia. Pulau ini tidak berpenghuni, tidak dapat dihuni dan sulit dikunjungi. Akhirnya, komposisi itu sendiri merupakan flora Krakatau yang ada sekarang, dan sekali lagi menunjukkan bahwa ia tidak memiliki asal-usul baik dari flora sebelumnya atau dari campur tangan manusia.”<sup>18</sup>

Pendapat Treub itu cenderung anti-kritik di mata Botanik seperti Backer (1929: 19 – 20) yang tertantang untuk membuktikan pendapatnya.<sup>19</sup> Akan tetapi Verbeek sebagai pendaki dan peneliti Krakatau sebelum Treub (Backer menjulukinya sebagai “spesialis Krakatau”) memberi kesaksian ketika ia menemani perjalanan Treub. Dalam surat pribadinya kepada Backer pada 25 April 1922 dan 7 Mei 1923, Verbeek menyatakan Treub memang tidak

<sup>18</sup> “Les donnees que je puis fournir sur la nouvelle flore de Krakatau sont dument acquises des aujourd’hui; il n’y a pas lieu de craindre qu’elles seront infirmes par des recherches ulterieures... En premier lieu il est indispensable de prouver que la flore actuelle doit etre consideree comme nouvelle et qu’elle n’est pas issue des restes de la vegetation luxuriante qui occupait l’ile avant l’eruption. Rien n’est plus facile d’ailleurs, que de fournir cette preuve. Lors de l’eruption les arbres terrasses ou brises par de violents rafales ont du etre a moitie carbonises, vu la temperature extremement e/vee qui a certainement regne sur tous l’lie. Ensuite Krakatau a ete couvert, depuis le sommet jusque bien au dela du niveau de la mer, d’une couche de cendre et de pierre ponce brulantes. Cette couche a une epaisseur variant entre un metre et soixante metres. Dans ces conditions la il est clair qu’aucun vestige de la flore n’a pu subsister apres le catastrophe. La graine la plus persistante et le rhizome le mieux protege ont du perdre a jamais toute vitalite... Point nest besoin de discuter la possibilite que les plantes nouvellement installees a Krakatau y soient amenees par l’intermediaire de l’homme. L’ile est inhabitee, inhabitable et difficile a visiter. Enfin la composition elle-meme de la flore actuelle de Krakatau, demontre une fois de plus qu’elle n’a pu tirer son origine ni de la flore anterieure ni par l’intervention de l’homme.”

<sup>19</sup> Backer mempertanyakan penelitian Treub yang terkesan melakukan generalisasi tanpa disertai bukti seperti kondisi vegetasi dari gunung-gunung api selain Krakatau serta bukti melakukan pendakian hingga dataran tertinggi.

pernah mencapai bagian tertinggi Krakatau; namun ia juga membenarkan Treub bahwa memang tidak ada tanaman lain yang tumbuh di sana. (Backer, 1929: 19).

Verbeek yang sebanyak lima kali mengunjungi Krakatau dalam interval waktu berdekatan (Oktober 1983, Agustus dan September 1984, Juli 1985, serta Juni 1986), mengutarakan kepada Backer (1929: 20) bahwa: “dua bulan setelah erupsi, batu-batu apung masih sangat panas; di mana-mana uap keluar dari celah-celah kecil; penduduk asli yang bertelanjang kaki tersandung ketika mendekati atau berada di celah itu.”<sup>20</sup> Dari kesaksian Verbeek itu, menurut Backer kemungkinan besar di dataran rendah Krakatau yang dalam kondisi sangat terkubur, vegetasi asli hancur, sebagian karena mati lemas, sebagian lagi karena temperatur tinggi yang terpapar dalam waktu lama.

Penelitian vegetasi Krakatau pasca-erupsi sebagaimana pada mulanya dilakukan oleh Verbeek dan Treub telah memancing perhatian para botanis dunia terhadap fenomena alam unik di Krakatau ini. Botanis Inggris, W.B. Hemsley dalam jurnal *Nature* tahun 1888 menulis artikel *The New Vegetation of Krakatāo* dengan mengawali tulisannya melalui pernyataan berikut:

“Erupsi vulkanik besar Krakatau pada Agustus 1883 masih segar dalam ingatan bersama. Pada satu waktu pernah dilaporkan bahwa pulau itu hilang secara total, tapi bukan begitu kenyataannya. Sebelum erupsi, Krakatau ditutupi oleh vegetasi yang kaya, namun itu semua hilang tanpa jejak setelah bencana erupsi” (Hemsley, 1888: 344).<sup>21</sup>

Dari pernyataan Hemsley dapat dirasakan dampak berskala global yang dihasilkan erupsi Krakatau. Akan tetapi yang menarik perhatiannya selaku botanis adalah kondisi transisi vegetasi Krakatau dari semula subur sebelum bencana erupsi dan musnah seketika pasca-erupsi. Informasi mengenai kondisi vegetasi Krakatau banyak diperolehnya dari Treub ketika mereka bertemu dalam suatu kesempatan di Kew, Inggris. Hemsley tertarik dengan temuan Treub tentang pertumbuhan vegetasi baru di Krakatau tiga tahun setelah erupsi. Sebagaimana diutarakan kepada Hemsley bahwa pada Juni 1886 Treub melakukan investigasi vegetasi baru Krakatau dengan menemukan sekelompok tumbuhan pakis yang terosilasi oleh tumbuhan-tumbuhan biji (*Phanerogams*) baik di pantai maupun di dataran tinggi gunung. Sebelas spesies pakis ia kumpulkan dan beberapa di antaranya dibawa untuk diteliti. Hemsley mempertanyakan bagaimana proses vegetasi baru itu bisa tumbuh? Apakah ada andil manusia sebagai agen penumbuhnya?

Menurut Treub proses pertumbuhan vegetasi baru Krakatau lebih ditentukan oleh tiga elemen alam yang menjadi agensinya, yaitu angin, gelombang laut, dan burung-burung. Ketiga agen ini menjadi penting dalam menghantar benih-benih kehidupan vegetasi secara alami di Krakatau. Peran manusia sebagai agen menurut Treub sangat mustahil, mengingat pasca-

<sup>20</sup> “Two months after the eruption the masses of pumice were still very hot; everywhere steam escaped from small crevices; the barefooted natives tripped when coming near or on such a crevice”.

<sup>21</sup> “The great volcanic eruption of *Krakatāo* in August 1883 will be fresh in most memories. It was at one time reported that the island had totally disappeared, but this was not so. Previous to the eruption, however, it was covered with luxuriant vegetation, no trace of which existed after the event”

erupsi, status Pulau Krakatau adalah tidak berpenghuni, tidak dapat didiami, dan secara akses sulit untuk dimasuki. Untuk meyakinkan pendapatnya terkait andil gelombang laut, Treub melakukan observasi terhadap biji-biji atau buah-buah meliputi *Heritiera littoralis*, *Terminalia catappa*, *Cocos nucifera*, *Barringtonia speciosa*, dan *Pandanus*. Kelima spesies ini ujarnya adalah jenis tumbuhan pohon yang umum terdapat di pinggir pantai dan pulau karang di kawasan Kepulauan Nusantara dan Polinesia. (Hemsley, 1888: 345; lihat juga Backer, 1929: 38 – 39).

Dalam pandangan botanis seperti Hemsley fenomena pertumbuhan vegetasi Krakatau pasca-erupsi memang bukanlah sebuah temuan baru. Akan tetapi menurutnya: "... hal ini barangkali observasi aktual pertama pembaharuan vegetasi di sebuah pulau vulkanik".<sup>22</sup> (Hemsley, 1888: 345).

Dari penelitian Treub, perkembangan vegetasi Krakatau terus diikuti Hemsley. Hal itu terbukti dari artikelnya yang berjudul *Progress of the New Vegetation of Karakatao* di jurnal *Nature* tahun 1903. Hemsley mencatat bahwa pada pada 1897 sekelompok botanis melakukan kunjungan ke Krakatau. Dengan mengutip penelitian botanis O. Penzig di pulau itu, ada 62 jenis tanaman vaskular (meliputi tumbuhan lumut dan ganggang) yang diteliti di sekitar kawasan Krakatau. Lima puluh di antaranya adalah tanaman berbunga dan 21 di antaranya kemungkinan tumbuh atas campur tangan manusia. Hemsley juga mengklasifikasikan 53 spesies yang pertumbuhan benihnya diasumsikan dibawa oleh burung-burung (32, 07 %), terbawa angin (32, 07 %), dan terbawa gelombang laut (60, 39 %). (Hemsley, 1903: 498).

Pengamatan Hemsley sungguh menunjukkan ketertarikan seorang botanis terhadap fenomena unik pertumbuhan vegetasi dari kasus pasca-erupsi sebuah gunung api dengan potensi revitalisasi ekosistem vegetasi yang baik. Pernyataan penutup dari artikelnya menunjukkan bagaimana Krakatau di mata Hemsley merupakan sebuah model solusi yang baik bagi para peneliti botani untuk sejatinya memikirkan persoalan revegetasi di pulau-pulau terpencil:

"Krakatau berjarak sekitar 20 mil di antara Jawa dan Sumatra, dan hal yang paling menarik terkait vegetasinya adalah: sejauh mana (penelitian mengenainya) dapat memberikan solusi terhadap masalah asal vegetasi dari pulau-pulau yang lebih terpencil melebihi sebuah daerah pesisir atau pulau flora berkarang (baca: Krakatau)?"<sup>23</sup> (Hemsley, 1903: 498).

Keinginan Hemsley itu disadari benar oleh para botanis. Pada 1 Maret 1905 ilmuwan Rusia Golenkin melakukan perjalanan ke Krakatau. Tujuannya adalah mengumpulkan ganggang laut di sekitar pesisir pulau itu. Dalam perjalanan itu, seorang botanis bernama Th. Valeton yang merupakan penyusun *Bijdragen tot de kennis der Boomsoorten van Java* (sumbangan pengetahuan jenis-jenis pohon di Jawa), turut ambil bagian dalam perjalanan sebagai turis tanpa mulanya bermaksud melakukan penelitian botani di sana. Pada kesempatan itu, Valeton

<sup>22</sup> "... it is perhaps the first actual observation of the renewal of the vegetation of a volcanic island."

<sup>23</sup> "Kratatão is about twenty miles distant from both Java and Sumatra, and the most interesting question suggested by the vegetation is, How far does it afford a solution of the problem of the origin of the vegetation of much more remote islands which have more than a littoral or coral island flora?"

mengumpulkan beberapa tanaman bersama asistennya, Arsin, seorang Pribumi yang bertugas di Buitenzorg Herbarium. Sebagaimana diutarakan kepada Backer (1929: 130), Valetton tidak pernah mempublikasikan apapun tentang penelitian botani dalam perjalanannya itu. Meski begitu ia memberikan informasi tentang penelitiannya kepada Backer perihal berbagai jenis tanaman yang ia dan Arsin kumpulkan. Backer mengomentari penjelajahan Valetton dan Arsin sebagai “... luar biasa karena untuk pertama kalinya bagian timur dari Krakatau dikunjungi oleh para botanis.”<sup>24</sup>

Penelitian demi penelitian untuk memeriksa pertumbuhan vegetasi baru terus berlanjut. Setahun setelah Valetton, tepatnya pada 26 April 1906, tiga orang botanis di antaranya Ernst, Pulle, Campbell, dan Backer mengunjungi Krakatau. Hasil dari perjalanan mereka dipublikasikan oleh Ernst dalam sebuah artikel yang dipuji oleh Backer (1929: 142) sebagai karya yang cerdas dan ditulis dengan baik. Artikel yang berjudul *Die Neue Flora der Vulkaninsel Krakatao* (flora baru di pulau vulkanik Krakatau) terbit perdana pada 1907 lalu setahun kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris dengan judul *The New Flora of the Volcanic Island Krakatau*. Dalam edisi Inggris, penerbit Cambridge University Press memberikan testimoni yang menyiratkan karya Ernst melebihi karya masyhur Charles Darwin, *On the Origin of Species*, yang melakukan penelitian evolusinya di Pulau Galapagos :

“Krakatau juga menyediakan secara evolusioner bagi para ahli biologi sebuah kesempatan unik untuk menyelidiki mekanisme penyebaran tanaman. Ini merupakan tema dari penelitian susah payah Charles Darwin yang mana ia berspekulasi mengenai dan tampaknya secara teliti berpostulat perihal bagaimana “pulau kosong” mungkin dapat dikolonisasi. Pada jilid 1908 ini, Alfred Ernst menganalisa efek angin, burung-burung, dan laut yang menjadi sarana perpindahan bukan hanya bebijian, melainkan juga pepohonan, cabang-cabang, bahkan juga hewan-hewan penting. Ekosistem Krakatau pada tingkatannya yang primitif melebihi apa yang Darwin cermati di Pulau Galapagos, mendemonstrasikan betapa sederhana namun berkelanjutannya kekuatan alam membangun kembali ekologi yang kompleks.”<sup>25</sup>

Testimoni penerbit itu mungkin dapat dikatakan terlalu berlebihan, sebab Backer yang menjadi bagian dari perjalanan bersama Ernst menilai bahwa penelitian botani mereka di Krakatau masih jauh dari sempurna. Beberapa rintangan selama ekspedisi mereka menjadi alasan Backer (1929: 142) bahwa investigasi mereka masih dirasakan kurang dikarenakan masih kurangnya pengetahuan tentang flora tropis; serta dari segi waktu dirasa tidak cukup seharian penuh untuk menjelajahi vegetasi Krakatau. Meskipun demikian, Backer juga menyatakan bahwa yang prinsipil dari publikasi Ernst adalah kontribusinya dalam

<sup>24</sup> “... remarkable because then for the first time the eastern side of Krakatao was visited by botanists”.

<sup>25</sup> “Krakatau also provided evolutionary biologists with a unique opportunity to investigate the mechanisms of plant dispersal. This had been the subject of laborious research for Charles Darwin, who had speculated upon and, it seems, accurately postulated how an “unstocked island” might be recolonised. In this 1908 volume, Alfred Ernst analysed the effects of wind, birds and sea currents in the transport not only of seeds but also of trees, branches and even of substantial animals. Krakatau's ecosystem, at a more primitive stage than that Darwin had seen on the Galapagos Islands, demonstrated how simple but continuous natural forces might re-establish a complex ecology”

menghasilkan sejumlah fakta dan spekulasi yang dinilai berguna bagi studi terkait masalah revegetasi sekalipun masih dirasakan kurang untuk memberikan solusi.



Gambar 2. Foto beberapa tumbuhan di pantai hutan Krakatau oleh Ernst Albert (1909), a.l. *Calophyllum* (kiri), *Pandanus* (tengah), dan *Casuarina* (kanan) serta puncak Rakata sebagai latarnya

Penelitian yang sempurna untuk memberikan solusi sebagaimana dimaksudkan Backer sepertinya bukan hal niscaya untuk dihasilkan. Hanya berkat peran alam yang dapat memberikan solusi bagi revegetasi Krakatau. Setelah itu manusia menjadi agen kultivasi yang memungkinkan sebuah wilayah bekas erupsi menjadi layak untuk dimanfaatkan. Dari penelitian Ernst (1908) ditemukan beberapa jenis tanaman bermanfaat untuk dimanfaatkan masyarakat, dua di antaranya kelompok *Pandanus* dan *Palmae*, maka ini menunjukkan peran alam yang penting dalam menumbuhkannya. Setelah itu manusia meneruskan hasil kerja alam ini melalui langkahnya dalam mengkolonisasi wilayah. Meskipun demikian proses kolonisasi itu membutuhkan waktu tidak sebentar, sebagaimana dinyatakan Ernst (1908: 71 – 72):

“Manusia tidak mengambil peran baik dalam menolak maupun melakukan akselerasi terkait proses pengembangan (revegetasi) ini. Wilayah barat Jawa dan seluruh wilayah selatan Sumatra masih tetap jarang populasinya; banyak wilayah subur di mana-mana yang siap untuk diolah oleh para pemukim tekun dan Krakatau masih tetap statusnya seperti sebelum erupsi, tidak berpenghuni dan hanya sesekali dikunjungi secara singkat oleh sedikit nelayan atau penjelajah. Pertumbuhan terkini ini akan terus berlanjut hingga tesebar dari tepi pantai hingga lereng gunung, padang rumput di zona menengah akan sedikit tumbuh dan akhirnya hilang meranggas. Akhirnya setelah interval panjang vegetasi di pulau terpencil ini akan memperoleh kembali kekayaan varietas dan kesuburan yang kita lihat dalam perkembangan sepenuhnya di mana Alam telah mencapai kesempurnaannya sebagai hutan di wilayah tropis.”<sup>26</sup>

<sup>26</sup> “Man plays no part either in opposing or accelerating this developmental process. The west regions of Java, and the whole of the southern regions of Sumatra are still sparsely populated; many fertile areas are everywhere ready to hand to industrious settlers and Krakatau will long remain, as it was before the eruption, uninhabited and will be visited only for a short time by a few fishermen or by explorers. A fresh growth will continue to spread from the shore and from the slopes of the mountain, the grass steppes of the intermediate zone will grow less and less and finally disappear. At last

Ernst nyatanya benar. Langkah kolonisasi dampak wilayah yang terkena dampak erupsi Krakatau baru mulai tampak pada dasawarsa kedua abad ke-20. Hal itu diamati oleh Backer (1929: 40) yang pada 1921 melakukan penelitian pertumbuhan sekelompok pohon kelapa. Dari hasil investigasi yang dilakukan oleh Residen Distrik Lampung bahwa setelah erupsi salah seorang dari masyarakat lokal bernama Haji Djoemali dari Kalianda telah menanam beberapa tanaman kelapa di sekitar Krakatau. Backer lantas menyimpulkan bahwa pertumbuhan kelapa di sekitar Krakatau kemungkinan merupakan spesimen yang ditanam atau keturunan dari spesimen leluhurnya yang sebelumnya tumbuh tidak jauh dari turunannya.

Laporan residen itu tampaknya hanya sebagian kecil saja dari fakta dampak erupsi Krakatau bagi proses kolonisasi wilayah-wilayah yang terkena dampaknya. Ahli agronomi Mohr E. C. J. Mohr (1945: 253) mencermati mengenai perkembangan Lampung dari segi sosial ekonomi yang sebelum erupsi merupakan wilayah tidak produktif. Akan tetapi setelah 1883, dalam jangka panjang wilayah ini mengalami kebangkitan dan berkembang agrikulturnya. Para pengusaha Eropa bermunculan di Lampung dan Mohr menyaksikan para imigran Jawa berdatangan “mengkoloni” wilayah ini. Fenomena ini dikomentari oleh Mohr: “gerakan yang mengarahkan pada semua aktivitas ini merupakan anugerah dari gunung api.”<sup>27</sup>

Perkembangan revegetasi pasca-erupsi Krakatau memang terus menarik perhatian para ilmuwan. Bukan hanya rangkaian penelitian yang menghasilkan beragam publikasi dan perdebatan, namun juga dampaknya bagi kehidupan sosial ekonomi. Akan tetapi yang penting adalah perkembangan signifikan bagi penelitian dan publikasi khasanah botani di Hindia Belanda. Ter Braake (1945: 26) menyatakan telah banyak ilmuwan yang tertarik untuk menyaksikan bagaimana sebuah pulau yang secara total musnah kehidupan vegetasi dan satwanya lantas tumbuh subur kembali dengan kehidupan baru flora dan fauna. Selama lebih dari empat puluh tahun sejak erupsi tahun 1883, banyak pihak yang menganggap aktivitas vulkanik Krakatau telah padam. Akan tetapi, dua hari sebelum tutup tahun 1927, dari dasar laut, Krakatau kembali menunjukkan kehidupan barunya. Ter Braake melukiskan secara dramatik kehidupan baru itu:

“Secara bertahap, menyemburlah bom-bom basaltik, debu-debu, dan material-material lama, lalu di sana berdiri sebuah corong vulkanik yang muncul di atas permukaan pada 26 Januari 1928. Lalu corong itu terendam lagi oleh gerakan ombak, namun setahun kemudian muncul kembali; dan ia masih di sana. “Anak Krakatau”, anak dari Krakatau telah lahir.”<sup>28</sup>

Sejak itu Krakatau mengalami kehidupan barunya kembali. Tentu saja ini turut menandai kehidupan baru bagi para peneliti untuk mengamati perkembangan Krakatau. Adapun hal

---

*after a long interval the vegetation on the desolated island will again acquire that wealth of variety and luxuriance which we see in the fullest development which Nature has reached in the primaeval forest of the tropics.”*

<sup>27</sup> “The impulse that led to all this activity was given by the volcano.”

<sup>28</sup> “Gradually, out of basaltic bombs, ashes, and old material, there was built a volcanic cone which appeared above the surface on January 26, 1928. It was submerged again by surf action, but a year later it reappeared; it is still there. ‘Anak Krakatau’, the child of Krakatau, was born.”

utama dan terpenting dari apa yang telah dilakukan oleh para botanis dalam meneliti revegetasi Krakatau adalah memetakan masalah-masalah pasca-erupsi. Backer memetakannya begitu baik ketika ia merangkum hasil-hasil penelitian para botanis lalu dipublikasikan pada 1929 dengan judul *The Problem of Krakatao as Seen by a Botanist*. Buku ini dapat dikatakan menjadi sebuah bahan pemikiran bersama bahwa kasus pasca-erupsi Krakatau tahun 1883 hendaknya dapat mewakili berbagai masalah aktivitas vulkanik yang sedianya dipikirkan dampak serta solusinya bagi perkembangan baru kehidupan ekosistem.

## Penutup

*“Igne Natura Renovatur Integra”*<sup>29</sup>

Penelitian demi penelitian vegetasi Krakatau pasca-erupsi 1883 yang bergulir di kalangan para ahli botani memiliki tujuan dalam memetakan masalah sebagai upaya untuk mencari solusi terkait bagaimana proses revegetasi berlangsung di sebuah kawasan gunung api. Di antara hasil yang dipanen dari status Krakatau pasca-erupsi sebagai sebuah “laboratorium dunia botani” adalah serangkaian publikasi penelitian para botanis yang turut mengembangkan gairah penelitian botani di Hindia Belanda.

Minimnya data-data rinci kondisi vegetasi Krakatau sebelum erupsi menjadi pelajaran penting bagi para botanis untuk mengkaji bagaimana proses transisi gunung api ini pasca-erupsi yang dalam perkembangannya menunjukkan laju revegetasi mengagumkan. Dari hasil-hasil penelitian terbukti bagaimana Krakatau mewakili fakta-fakta ilmiah dari bencana erupsi gunung-gunung api terkait dampak positif dari abu vulkanik yang dalam jangka panjang dapat memengaruhi kesuburan tanah. Peran alam dalam proses revegetasi Krakatau merupakan fase awal sebelum berlangsungnya proses kolonisasi wilayah sekitar bencana erupsi oleh manusia. Dengan kata lain proses revegetasi membuka peluang bagi manusia dalam memanfaatkan sebuah wilayah di sekitar gunung api untuk dikoloni menjadi lahan penghidupannya. Dari hasil berbagai penelitian pasca-erupsi Krakatau kiranya dapat ditarik pesan yang penting untuk dipahami bersama perihal pengelolaan wilayah pasca-bencana vulkanik. Pesan itu adalah bagaimana sejatinya mengelola kolonisasi wilayah di sekitar gunung api pada satu sisi; dan secara bersamaan menjaga kondisi ekosistem vegetasi di sekitar wilayah yang dikoloni pada satu sisi lain.

---

<sup>29</sup> "Berkat api alam sepenuhnya terlahir kembali", peribahasa Latin kuno dikutip dari Mohr (1945: 253).



## Daftar Pustaka

### A. Buku

- Alfred, Ernst. 1908. *The New Flora of the Volcanic Island of Krakatau*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Backer, C.A. 1929. *The Problem of Krakatao as Seen by a Botanist*. Weltevreden: Visser & Co.
- Docters van Leeuwen, W.M. 1936. *Krakatau: 1883-1933*. Leiden: E J Brill.
- Geertz, Clifford. 1976. *Involusi Pertanian: Proses Perubahan Ekologi Budaya di Indonesia*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara
- Heyne, K. 1916 & 1917. *De Nuttige Planten van Nederlandsch-Indië: Tevens Synthetische Catalogus der Verzamelingen van het Museum voor Economische Botanie te Buitenzorg* (jilid 2 & 3). Batavia: Ruygrok & Co.
- Klingaman, William K & Nicholas P. Klingaman. 2013. *The Year without Summer: 1816 and the Volcano that Darkened the World and Changed History*. New York: Martin's Press.
- Mohr, E. C. J. 1945. "Climate and Soil in the Netherlands Indies", dalam Pieter Honing dan Frans Verdoorn (eds.). *Science and Scientist in the Netherlands Indies*. New York: Riverside.
- \_\_\_\_\_. 1945. "The Relation Between Soil and Population Density in the Netherlands Indies", dalam Pieter Honing dan Frans Verdoorn (eds.). *Science and Scientist in the Netherlands Indies*, New York: Riverside.
- Raffles, Thomas Stamford. 1817. *The History of Java* (vol. I). London: John Murray
- Raffles, Sophia. 1835. *Memoir of the Life and Public Services of Sir Thomas Stamford Raffles Particularly in the Government of Java, 1811 – 1816, Bencoolen and its Dependencies, 1817 – 1824*. (vol. I). London: James Duncan.
- Rumphius, Georg Everhard. 1675 (1997). *Waerachtigh verhael van de schrickelijke aerdbevinge/nu onlanghs eenigen tyd herwaerts, ende voor naementlijck op den 17 February des jaers 1674, voorgevallen in/en ontrent de Eylanden van Amboina*. Wv. Buijze.
- Symons, G.J. 1888. *The Eruption of Krakatoa and Subsequent Phenomena: Report of the Krakatoa Committee of the Royal Society*. London: Trübner & Co.
- Thornton, I.W.B. 1996. *Krakatau: Destruction and Reassembly of an Island Ecosystem*. Cambridge: Harvard University Press.
- Verbeek, R.D.M. 1886. *Krakatau*. Batavia: Imprimerie de l'état.
- \_\_\_\_\_. 1925. *De Vulkanische eruptie's in Oost-Java in het Laatste der 16de eeuw*. 'S-Gravenhage. Mouten & Co.
- Wallace, Alfred Russel. 1890. *The Malay Archipelago: The Land of the Orang-Utan, and the Bird of Paradise; a Narrative of Travel with Studies of Man and Nature* (vol. I). London: Macmillan.
- Winchester, Simon. 2004. *Krakatoa: The Day the World Exploded: August 27, 1883*. New York: Penguin.

- Wood, Gillen D'Arcy. 2014. *Tambora: the Eruption that Changed the World*. New Jersey: Princetown University Press.
- Zollinger, Heinrich. 1855. *Besteigung des Vulkanes Tambora auf der Insel Sumbawa und Schilderung der Erupzion desselben im Jahr 1815*. Winterthur: Verlag von Jon. Wursten & Comp.

## B. Jurnal

- Van den Berg, N.P. 1884. "Vroegere berichten omtrent Krakatau", *Tijdschr. voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde* XXIX.
- Boers, Bernice de Jong. 1995. "Mount Tambora in 1815: A Volcanic Eruption in Indonesia and its Aftermath", *Indonesia*, No. 60 (Oct., 1995), pp. 37-60.
- Chester, D.K. 2005. "Theology and Disaster Studies: The Need for Dialogue", *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 146(4): 319-328.
- Hemsley, W. Botting. 1888. "The New Vegetation of Krakatão", *Nature* vol. 38 no. 980.
- \_\_\_\_\_. 1903. "Progress of the New Vegetation of Karakatao", *Nature* vol. 67 no. 1743.
- Hurlbut, George C. & R.D.M. Veerbek. 1887. "Krakatau", *Journal of the American Geographical Society of New York*, Vol. 19, pp. 233-253.
- Oppenheimer, Clive. 2003. "Climatic, Environmental and Human Consequences of the Largest Known Historic Eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815", *Progress in Physical Geography* 27,2 (2003) pp. 230–259.
- Van Padang, M. Neumann. 1883. "History of Volcanology in the Former Netherlands East Indies", *Scripta Geologica*, 71.
- Thornton, I.W.B., S.C. Compton and C.N. Wilson. 1996. "The role of animals in the colonization of the Krakatau islands by fig trees (*Ficus* species)", *Journal of Biogeography*, 23:577-592.
- Treub, M. 1888. "Notice sur la nouvelle flore de Krakatau", *Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg*, 7:213-223.
- Whittaker, R.J., M.B. Bush and K. Richards. 1989. "Plant Recolonization and Vegetation Succession on the Krakatau Islands, Indonesia", *Ecological Monographs* 59(2): 59-123.
- Williams, Martin. 2012. "The ~73 ka Toba super-eruption and its impact: History of a debate", *Quaternary International* 258.