

Smart Seeds: Inovasi Sains dan Teknologi untuk Rehabilitasi Kawasan Pariwisata Bromo yang Lebih Cepat

Mochamad Abdi Rohman Firdaus^{1,*}, Neila Putri Shofiyana¹, Nanang Purwanto¹

¹Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Jl. Mayor Sujadi No. 46, 66221, Tulungagung, Indonesia

*e-mail korespondensi: abdifir2@gmail.com

ABSTRACT

The wildfire that occurred from September 6 to 15, 2023, at Mount Bromo caused damage to the savanna and had adverse effects on the ecosystem and tourism in the area. This situation calls for an effective solution to accelerate the rehabilitation of the damaged environment and restore its natural beauty and ecological functions. Therefore, this writing aims to introduce and elaborate on an innovative solution called Smart Seeds, which can expedite the rehabilitation process in burned areas. By highlighting the benefits and application of Smart Seeds technology, we can provide insights into novel approaches for addressing ecosystem rehabilitation challenges and encourage its adoption in various regions. The modified Smart Seeds, equipped with self-boring tails, reduce the risk of seed predation by pests or wind dispersal. Additionally, soaking the seeds in Local Microorganisms (MoL) from banana corms enhances seed viability and soil quality, supporting faster and healthier plant growth. This technology has proven effective in accelerating vegetation recovery in burned areas around Mount Bromo and holds promise for similar environmental restoration efforts elsewhere.

KEYWORDS: *Smart Seeds, Innovation, Science, Technology, Bromo*

ABSTRAK

Kebakaran yang terjadi pada tanggal 6-15 September 2023 di Gunung Bromo menyebabkan kerusakan pada padang savana dan berdampak negatif pada ekosistem serta pariwisata di kawasan tersebut. Situasi ini memerlukan solusi efektif untuk mempercepat rehabilitasi lingkungan yang rusak dan mengembalikan keindahan alam serta fungsi ekologisnya. Oleh karena itu, penulisan ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menguraikan solusi inovatif berupa *Smart seeds* yang dapat mempercepat proses rehabilitasi di area yang terbakar. Dengan menyoroti manfaat dan penerapan teknologi *Smart seeds*, dapat memberi pemahaman pendekatan baru dalam mengatasi tantangan rehabilitasi ekosistem dan mendorong adopsi teknologi ini di berbagai wilayah yang membutuhkannya. *Smart seeds* yang dimodifikasi dengan ekor untuk mengebor tanah sendiri mengurangi resiko benih dimakan oleh hama atau terbawa angin. Selain itu, merendam benih dalam Mikroorganisme Lokal (MoL) dari bonggol pisang kepok membantu meningkatkan viabilitas benih dan kualitas tanah, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan sehat. Teknologi ini terbukti efektif dalam

mempercepat pemulihan vegetasi di kawasan yang terbakar di sekitar Gunung Bromo dan berpotensi diterapkan dalam upaya rehabilitasi lingkungan serupa di tempat lainnya.

KATA KUNCI: *Smart Seeds*, Inovasi, Sains, Teknologi, Bromo

Article History

Received: 19 Juli 2024

Revised: 25 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

PENDAHULUAN

Salah satu daya tarik wisata di Taman Nasional Bromo terletak di dalam wilayah yang ditetapkan sebagai taman nasional sejak bulan Oktober 1982, sesuai dengan ketentuan dalam pernyataan Menteri Pertanian No.736/Mentan/X/82. Karena merupakan objek wisata yang berada dalam kawasan taman nasional, terdapat hubungan erat antara pengembangan pariwisata dan pelestarian sumber daya alam. Oleh karena itu, menjaga konservasi sumber daya alam menjadi hal yang sangat penting. Keindahan alam Taman Nasional Bromo menjadi pilar utama daya tarik pariwisata di sana, dan kerusakan sumber daya alam dapat memiliki dampak serius pada industri pariwisata di daerah tersebut (Witasya Aurelia Sulaeman, 2023).

Mengutip dari laman Universitas Indonesia (UI, 2023), Pada tanggal 6 hingga 15 September 2023, kebakaran hutan dan lahan telah mengubah padang savana di wilayah Gunung Bromo menjadi abu. Terbakarnya savana ini disebabkan oleh penggunaan *flare* untuk sesi foto *pre-wedding*, yang pada akhirnya memicu timbulnya api di tengah savana. Dampak dari peristiwa ini adalah terbakarnya lebih dari 500 hektar lahan vegetasi, yang terletak dalam kawasan konservasi Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS), yang tersebar di empat kabupaten di Jawa Timur, yaitu Malang, Probolinggo, Pasuruan, dan Lumajang.

Tidak hanya berdampak pada ekosistem saja kebakaran yang terjadi juga berdampak pada sektor pariwisata di kawasan Bromo. Kemenparekraf telah mengestimasi kerugian dalam industri pariwisata akibat kebakaran di Kawasan Gunung Bromo mencapai Rp 89,76 miliar. Perhitungan kerugian ini didasarkan pada penurunan pendapatan dari penjualan tiket dan pengeluaran yang biasanya dilakukan oleh para wisatawan yang mengunjungi Kawasan Bromo. Perlu dicatat bahwa selama periode 6-18 September 2023, kawasan wisata Gunung Bromo sepenuhnya ditutup karena kebakaran yang menghanguskan 504 hektar (Andi M. Arief, 2023). Oleh karena itu, penulisan ini penting karena memiliki tujuan untuk memperkenalkan dan menguraikan solusi inovatif berupa *Smart seeds* yang dapat mempercepat proses rehabilitasi di area yang terbakar.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif yang dilakukan dengan menjelaskan dan menganalisis fenomena, peristiwa yang sedang terjadi sekarang atau yang telah terjadi di masa lalu. teknik analisis menggunakan kajian kepustakaan (*library research*). (Ariyani, 2021) menjelaskan, bahwa kajian kepustakaan merupakan kajian teori, referensi dan publikasi ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai dan norma yang berkembang dalam konteks sosial yang menjadi pokok permasalahan penelitian. Buku, dokumen, catatan dan laporan yang berkaitan dengan masalah penelitian digunakan sebagai dasar untuk mempelajari dan menganalisis masalah dengan mempelajari dan membacanya untuk menemukan jawaban tujuan penulisan artikel. Pemilihan artikel yang digunakan sebagai sumber data dengan mencarinya menggunakan google scholar dan science direct, artikel dipilih tentunya yang terbit pada jurnal bereputasi dan tidak terindikasi sebagai jurnal predator.

HASIL dan PEMBAHASAN

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Indonesia (UI), Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M.Biomed mengatakan untuk mengembalikan lahan yang terbakar agar seperti semula membutuhkan waktu cukup lama sampai puluhan tahun untuk mengembalikan lingkungan ke kondisi sedia kala. Karena membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengembalikan keindahan ekosistem tersebut akibatnya daya tarik wisatawan terhadap pariwisata di kawasan Bromo juga akan mengalami penurunan dikarenakan keindahan yang belum sepenuhnya kembali normal akibatnya sektor pariwisata di kawasan Bromo akan terus mengalami penurunan.

Muncul pemberitaan yang beredar bahwasanya kawasan bromo sudah kembali menghihau, namun perlu diklarifikasi bahwasannya memang beberapa vegetasi telah tumbuh seperti pakis-pakistan, rumput dan tanaman rendah lainnya. Namun beberapa tumbuhan seperti pohon dan beberapa anggrek terestrial masih belum bisa tumbuh dan membutuhkan waktu yang tidak singkat. Mengutip pada CNN Indonesia, Kepala Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Hendro Widjanarko, Mengatakan bahwa pohon-pohon asli di kawasan wisata bromo seperti cemara gunung, kesek, tutup, pasang, yang terdampak kebakaran membutuhkan waktu setidaknya 3-5 tahun untuk kembali seperti semula (CNN, 2020).

Tentu saja hal tersebut tidak dapat hanya mengandalkan pemulihan secara alami. Perlunya percepatan rehabilitasi agar ekosistem dan lingkungan di kawasan wisata bromo semakin cepat pulih. Dari sini pendekatan sains diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang muncul. Dengan melakukan pendekatan sains maka segala

keputusan yang diambil akan didasarkan pada pengetahuan ilmiah, serta hasil penyelidikan yang sesuai dengan kondisi permasalahan yang akan diselesaikan. Menggunakan pendekatan sains juga akan ikut memajukan teknologi dalam hal ini teknologi akan membantu percepatan penanganan permasalahan yang muncul. Karena kemajuan sains juga akan meningkatkan kemajuan teknologi, dan sebaliknya. Sains dan teknologi saling membutuhkan. Karena Sifat sains adalah obyektif dan netral (Prasetyo, 2011).

Permasalahan yang terjadi di kawasan bromo memang sangat kompleks mulai dari ekosistem, pariwisata, hingga terdampaknya sektor ekonomi. Percepatan dengan pendekatan sains memang sangat dibutuhkan dan *Smart seeds* muncul sebagai solusi yang dapat digunakan dalam upaya rehabilitasi kawasan pariwisata Bromo. Smart seeds atau benih cerdas adalah sebuah inovasi dimana suatu benih yang akan disemai sudah dimodifikasi dengan ditingkatkan kemampuan pertumbuhannya agar pertumbuhan bisa lebih cepat. *Smart seeds* juga akan dimodifikasi dengan diberikan ekor agar memiliki kemampuan untuk melakukan pengeboran kedalam tanah sendiri yang mana prinsip kerjanya diambil dari bunga *Erodium Crinitum*. Karena jika hanya mengandalkan penyebaran benih secara konvensional resiko benih dimakan pengganggu seperti burung, serangga, dan kemungkinan terbawa angin akan besar, sehingga upaya rehabilitasi kawasan pariwisata akan membutuhkan waktu yang sangat lama. Benih yang digunakan juga tentunya disesuaikan dengan flora yang ingin disemai sesuai flora asli yang terbakar di Bromo.

Benih dari tumbuhan yang ingin ditanam akan ditempelkan atau diberi ekor seperti payung yang mana ekor tersebut memiliki semacam mata bor yang lancip. Ekor tersebut akan mendorong mata bor yang terdapat benih yang sudah ditempelkan ke ekor tersebut. Dengan inovasi ini benih yang semula hanya ditebar di permukaan tanah akan memiliki kemampuan sendiri untuk mengebor kedalam tanah dan secara otomatis akan menanam sendiri dan akan terhindar dari pengganggu seperti burung, serangga, maupun terbawa angin. Rehabilitasi kawasan pariwisata Bromo akan jauh lebih cepat dan keindahan Bromo dengan keanekaragaman hayati di dalamnya akan segera pulih dengan inovasi ini.



Gambar 1. Gambar Ekor *Smart Seeds*

Ekor *Smart Seeds* berupa seperti gulungan akan memutar jika terkena air dan akan mendorong kepala yang berada dibawah dan mengebor tanah lalu akan membawa benih yang sudah ditempelkan tepat diatas kepala seperti mata bor sehingga benih bisa masuk ke dalam tanah. Pembuatan ekor pada *Smart Seeds* dapat menggunakan bahan berupa kayu yang sudah disisir tipis. Selanjutnya sisiran kayu dibentuk seperti spiral sehingga akan memiliki kemampuan untuk mendorong atau mengebor.

Cara untuk penyebaran benih yang sudah ditempelkan ke ekor juga sangat mudah, benih bisa disebar melalui drone atau melalui helikopter ke area yang ingin ditumbuhi. Dengan menggunakan cara ini waktu yang digunakan akan jauh lebih singkat dan lebih efektif dan penyebaran benih akan lebih merata. Ketika *Smart Seeds* sudah disebar benih tersebut akan dengan sendirinya melakukan pengeboran ke dalam tanah jika terkena air, tentunya penyebaran benih juga akan bersamaan dengan penyiraman air. Dengan menggunakan cara ini tidak akan ada kekhawatiran benih akan mengalami kekeringan karena benih tidak berada di permukaan tanah tetapi berada di dalam tanah. Selain itu dengan menggunakan cara ini juga proses rehabilitasi kawasan wisata akan jauh lebih cepat daripada menanam pohon satu demi satu dan kemungkinan untuk hidup akan kecil.



Gambar 2. Ilustrasi Penyebaran *Smart Seeds*

Ketika lahan kering *Smart Seeds* ini tidak serta merta akan kehilangan kemampuan pengeborannya, *Smart Seeds* akan menyusut dengan ekor-ekornya seperti cara kerja buah pinus yang akan mengembang jika terkena air, dan akan menyusut dan menutup jika kering. Kemampuan ini menjadi keunggulan bagi *Smart Seeds* untuk merehabilitasi kawasan pariwisata Bromo agar kembali seperti sedia kala dengan waktu yang cepat. Sehingga pariwisata Bromo akan kembali

pulih dengan cepat dan dapat membantu perekonomian nasional khususnya warga sekitar Bromo. Bahkan dengan menggunakan inovasi ini kawasan pariwisata Bromo akan dapat pulih dengan waktu sekitar 2 tahun. Yang awalnya kemungkinan dapat menghijaukan kawasan pariwisata Bromo membutuhkan waktu puluhan tahun dengan menggunakan inovasi ini dapat dilakukan kurang dari 2 tahun untuk hijau kembali (Luo et al., 2020).

Keunggulan *Smart Seeds* tentu tidak hanya memiliki kemampuan pengeboran atau dapat menanam sendiri saja, tetapi *Smart Seeds* juga akan ditingkatkan kualitas benihnya. Benih yang akan digunakan pada *Smart Seeds* direndam terlebih dahulu ke dalam larutan mikroorganisme lokal (MoL) bonggol pisang kepok. Sebenarnya penggunaan bonggol pisang yang digunakan sebagai perendaman karena mudah didapatkan dan murah, sehingga dalam memanfaatkannya tidak terlalu membutuhkan biaya yang mahal. Bagian tanaman pisang yang sering diabaikan adalah bonggol pisang kepok, yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan viabilitas benih. MoL adalah larutan yang mengandung sejumlah mikroorganisme lokal yang sudah ada di lingkungan tertentu. Dengan memperkenalkan mikroorganisme yang bermanfaat, MoL dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sehingga *Smart Seeds* selain memiliki kemampuan untuk mengebor ke dalam tanah dan membawa benih masuk ke dalam tanah *Smart Seeds* juga akan memiliki viabilitas yang tinggi karena telah diimplan dengan mikroorganisme lokal yang terbukti dapat meningkatkan viabilitas benih yang akan digunakan untuk merehabilitasi kawasan pariwisata Bromo.

Tujuh mikroorganisme yang sangat bermanfaat bagi tanaman dapat ditemukan di bonggol pisang yaitu *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Aspergillus*, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba selulolitik. Mikroorganisme dari bonggol pisang masih dapat digunakan sebagai bioaktivator atau mempercepat proses pengomposan (Damayanti, 2013). Merendam benih dalam MoL dapat memberikan beberapa keuntungan. Pertama, MoL mengandung mikroorganisme lokal yang dapat meningkatkan kualitas tanah, yang dapat membantu melarutkan nutrisi dalam tanah dan membuatnya lebih mudah diakses oleh tanaman. Akibatnya, tanaman yang tumbuh dari benih yang direndam dalam MoL kemungkinan akan lebih sehat dan kuat. MoL juga dapat membantu tanaman mengatasi stres lingkungan. Mikroorganisme yang terkandung dalam MoL dapat membantu tanaman menghadapi penyakit, hama, dan kekeringan, yang dapat mengurangi kerusakan tanaman dan meningkatkan hasil panen (Inri et al., 2019).

Metode merendam benih yang akan digunakan untuk *Smart Seeds* dalam MoL bonggol pisang kepok memiliki banyak manfaat bagi lingkungan, selain meningkatkan viabilitas benih. Pertama, penggunaan kekayaan lokal seperti pisang kepok dalam rehabilitasi wilayah terbakar dapat membantu keberlanjutan dan kelestarian spesies tumbuhan asli. Ini akan mengurangi tekanan pada tanaman liar dan membantu pemulihan ekosistem asli. MoL yang dibuat dari bonggol pisang kepok juga dapat membantu memperbaiki kualitas tanah di daerah yang terbakar karena

mikroorganisme yang terkandung dalam MoL dapat menguraikan bahan organik dan memperkaya tanah dengan nutrisi yang diperlukan tanaman. Ini akan membantu menciptakan kondisi yang lebih baik untuk pertumbuhan tumbuhan dan mempercepat proses rehabilitasi.

Strategi kreatif dan inovatif dengan menggunakan *Smart Seeds* seperti ini sangat penting dalam menghadapi krisis lingkungan yang semakin parah. Ini akan membantu merehabilitasi wilayah yang terbakar dan memastikan bahwa pariwisata Bromo tetap menjadi salah satu destinasi wisata paling indah di Indonesia. Dengan upaya yang berkelanjutan dan dukungan dari berbagai pemangku kepentingan, rehabilitasi kawasan ini dapat berhasil, dan keindahan alamnya dapat dipulihkan untuk dinikmati oleh generasi mendatang. Dengan penggunaan *Smart Seeds* pemulihan kawasan pariwisata Bromo akan jauh lebih cepat, sehingga keindahan alam Bromo akan dengan cepat dan kembali dapat dinikmati. Ekosistem, ekonomi dan juga sektor pariwisata kawasan Bromo akan kembali pulih dan kembali bangkit seperti semula dan yang lebih penting adalah kekayaan flora asli Bromo tidak akan musnah.

Inovasi *Smart Seeds* tidak hanya bisa digunakan di Bromo saja. Inovasi ini juga dapat digunakan untuk penanaman kembali hutan lindung yang rusak maupun kawasan hutan yang terbakar. Diharapkan juga inovasi ini mampu menjadi terobosan untuk membuka pariwisata baru yang berbasis alam seperti hutan kota, melengkapi keragaman flora di kebun raya dan bisa menjadi salah satu inovasi yang dapat digunakan untuk membangun Ibu Kota Nusantara yang berbasis kota hijau. Karena dengan menggunakan *Smart Seeds* ini tumbuhan yang akan ditanami akan jauh lebih cepat tumbuh dan jauh lebih kuat daripada penanaman dengan cara konvensional.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulannya adalah upaya rehabilitasi pada area yang terbakar di wilayah Gunung Bromo dengan penggunaan *Smart Seeds* merupakan solusi yang menjanjikan. *Smart Seeds* adalah benih yang ditingkatkan dengan kemampuan pengeboran sendiri dan viabilitas tinggi melalui perendaman dalam MoL bonggol pisang kepok. Selain meningkatkan viabilitas benih, metode ini juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan memperkenalkan mikroorganisme lokal dan memperbaiki kualitas tanah. Dengan inovasi ini, rehabilitasi kawasan pariwisata Bromo dapat dilakukan lebih cepat, dan keindahan alamnya dapat pulih dalam waktu yang lebih singkat. Dalam situasi krisis lingkungan seperti ini, solusi seperti *Smart Seeds* sangat diperlukan untuk menjaga keberlanjutan pariwisata dan ekosistem alam.

DAFTAR RUJUKAN

- Andi M. Arief. 2023. *Kerugian Pariwisata Akibat Kebakaran Bromo Hampir Rp 90 Miliar*. (<https://katadata.co.id/tiakomalasari/berita/6511511a34eb7/kerugian-pariwisata-akibat-kebakaran-bromo-hampir-rp-90-miliar>, diakses 2 November 2023).
- Ariyani, Farida. 2021. "Ppt Melalui Classroom Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Di Tengah Pandemi Covid – 19 Pada Sma N Candiroto Kabupaten Temanggung." *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi* 1(2):162–70. doi: 10.51878/edutech.v1i2.481.
- CNN Indonesia, 2023. *Ramai di Media Sosial, Savana Bromo Mulai Menghijau Pasca-Kebakaran*. (<https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20231011170429-269-1009992/ramai-di-media-sosial-savana-bromo-mulai-menghijau-pasca-kebakaran>).
- Damayanti. 2013. Kandungan Kimia Pupuk Organik Cair dari Urine Sapi Menggunakan Biang PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Batang Pisang sebagai Pengganti EM4.
- Inri, I., Paling, S., & Alua, I. 2019. Lama Perendaman Benih Sawi Hijau (*Brassica rapa var. parachinensis*) Dalam Larutan Mikroorganisme Lokal (MoL) Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*) Terhadap Viabilitas Benih. *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 12(01): 11–20, (<https://doi.org/10.36456/stigma.vol12.no01.a1855>).
- Luo, D., Gu, J., Qin, F., Wang, G., & Yao, L. 2020. *E-seed*. 45–57, (<https://doi.org/10.1145/3379337.3415855>)
- Luo, D., Maheshwari, A., Danielescu, A., Li, J., Yang, Y., Tao, Y., Sun, L., Patel, D. K., Wang, G., Yang, S., Zhang, T., & Yao, L. 2023. *Autonomous self-burying seed carriers for aerial seeding*. *Nature*. 614(7948): 463–470. (<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05656-3>).
- Prasetyo, Z. K. 2011. Kurikulum dan Pembelajaran Sains dalam Membangun Peradaban Bangsa. *Makalah Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 1–9. (<http://staffnew.uny.ac.id/upload/131453197/pengabdian/peradaban-bangsa-di-univ-ternate-20112.pdf>).
- Witasya Aurelia Sulaeman, D. 2023. *Kebakaran Hutan, Implikasi Hukum, Kelalaian*. 3(4).