

Pemanfaatan Chinampas sebagai Rehabilitasi Bentuk Lain untuk Lubang Bekas Tambang Batubara

Filipus Nainggolan¹, Izzah Vitaloca², Ziyah Azkiya³, Sayid Ferhat Hasyim⁴, Ach Subli⁵, M. Bahri Arifin⁶

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Mulawarman. Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis : Filipus Nainggolan

E-mail : filipus.nainggolan@gmail.com

Abstrak

Aktivitas pertambangan di Kalimantan Timur meninggalkan persoalan lingkungan berupa lubang-lubang bekas tambang batubara yang tersebar luas dan belum termanfaatkan secara produktif. Artikel ini mengeksplorasi sistem pertanian tradisional chinampas dari Meksiko sebagai pendekatan alternatif dalam pengelolaan lahan terdegradasi. Metode studi pustaka digunakan untuk mengkaji potensi adaptasi chinampas dalam konteks ekologi dan sosial Kalimantan Timur, khususnya dalam kaitannya dengan ketahanan pangan dan pemulihan fungsi lahan. Hasil kajian menunjukkan bahwa teknik pertanian berbasis air dan bahan organik dalam sistem chinampas memiliki relevansi tinggi sebagai solusi pemulihan lahan dan peningkatan ketersediaan pangan secara lokal. Selain itu, pemanfaatan lubang bekas tambang sebagai lahan terapung juga berpotensi menekan laju deforestasi yang kerap dilakukan untuk membuka lahan pertanian baru. Kajian ini turut menyoroti hasil penelitian terkini mengenai pengelolaan air asam tambang menjadi air layak pakai, yang membuka peluang pemanfaatan void tambang tidak hanya untuk pertanian terapung, tetapi juga sebagai sumber air bersih yang mendukung keberlanjutan ekosistem pascatambang.

Kata kunci - pertanian tradisional, pemulihan void lingkungan tambang, kearifan lokal, ketahanan pangan

Abstract

Mining activities in East Kalimantan have left numerous abandoned coal mine voids that remain largely unutilized and pose significant environmental concerns. This article explores the traditional chinampas agricultural system from Mexico as an alternative approach to managing degraded post-mining landscapes. A literature-based method is employed to assess the potential adaptation of chinampas within the ecological and social contexts of East Kalimantan, particularly in relation to food security and land rehabilitation. The findings indicate that water-based farming techniques using organic materials in the chinampas system hold strong relevance as a strategy for land recovery and local food availability. Moreover, utilizing former mining voids for floating agriculture may help reduce deforestation often driven by the need to open new farmland. This study also highlights recent research on acid mine drainage (AMD) treatment, demonstrating how processed AMD can be converted into clean water. Such innovations offer additional value to void utilization, not only for sustainable agriculture but also for supporting access to safe water in post-mining ecosystems.

Keywords - traditional agriculture, post-mining void rehabilitation, local wisdom, food security

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan terhadap sumber daya alam seringkali memicu eksploitasi yang berdampak pada rusaknya ekosistem, salah satunya adalah munculnya lubang-lubang bekas tambang batubara. Jaringan Advokasi Tambang Kalimantan Timur mencatat jumlahnya mencapai 1.735 lubang bekas tambang, yang belum seluruhnya mendapat penanganan yang memadai (Jaringan Advokasi Tambang [JATAM], 2021). Di sisi lain, sistem pertanian tradisional berbasis lokal seperti *chinampas* yang berasal dari peradaban Aztec di Amerika Latin menunjukkan keberhasilan dalam pengelolaan lahan basah dan rawa secara produktif dan lestari (The Archaeologist, n.d.). Kajian ini bertujuan mengeksplorasi kemungkinan penerapan prinsip-prinsip *chinampas* pada lahan pascatambang di Kalimantan Timur, dengan mempertimbangkan nilai ekologis dan upaya ini sejalan dengan pentingnya optimalisasi sumber daya pertanian untuk mendukung program ketahanan pangan nasional (Ika, 2022).

Permasalahan utama yang diangkat mencakup: (1) Bagaimana prinsip *chinampas* dapat dimanfaatkan dalam mengelola lahan bekas tambang? (2) Apa kontribusi sistem ini terhadap ketahanan pangan masyarakat lingkaran tambang?

TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu pendekatan inovatif yang dapat dimanfaatkan untuk memulihkan kawasan pasca tambang dan pemanfaatan void yang tergenang air adalah sistem pertanian terapung. Model ini memungkinkan pemanfaatan void tambang yang seringkali terbentuk setelah kegiatan pertambangan selesai sebagai lahan produksi pangan yang berkelanjutan. Konsep pertanian terapung bukan hal baru, teknik *chinampas* yang telah dipraktikkan sejak masa peradaban Aztec di Meksiko menjadi contoh keberhasilan metode ini. *Chinampas* merupakan rakit tanah subur yang diletakkan di atas air dangkal, di mana tanaman memperoleh air langsung dari lapisan bawah, sehingga irigasi lebih efisien dan kelembapan tanah tetap terjaga (Rey-Hernandez & Bobbink, 2022; The Archaeologist, n.d.).

Teknik serupa telah berkembang pula di Bangladesh dalam bentuk *Floating Vegetable Gardening* (FVG). Di sana, masyarakat lokal memanfaatkan limbah organik seperti eceng gondok dan jerami untuk membangun media tanam terapung, terutama di wilayah yang sering terendam banjir atau tergenang permanen. Pendekatan ini dinilai mampu menjawab tantangan produksi pangan di daerah perairan (Alam & Chowdhury, 2018).

Di Indonesia sendiri, penerapan pertanian terapung terlihat pada proyek budidaya padi apung di Kalimantan Timur, khususnya di kawasan gambut dan rawa. Melalui kegiatan seperti Sekolah Lapang Padi Apung di Desa Muhuran, masyarakat berhasil meningkatkan produktivitas tanpa harus mereklamasi lahan secara masif (Widodo et al., 2022).

Lebih dari sekadar memanfaatkan ruang pasca tambang, penerapan pertanian terapung ini juga mendukung konservasi dan ketahanan lingkungan. Dengan memberdayakan lubang bekas tambang sebagai media produksi pangan, tekanan terhadap kawasan hutan dan lahan konservasi bisa dikurangi (Ika, 2022). Hal ini menjadi penting mengingat banyak lubang tambang di Kalimantan Timur masih terbuka dan menimbulkan risiko keselamatan bagi masyarakat (JATAM, 2021). Dalam konteks ini, kebijakan daerah seperti Pergub Kaltim Nomor 38 Tahun 2015 memberikan dasar hukum bagi upaya reklamasi dan revegetasi, yang dapat diperluas melalui pendekatan produktif seperti pertanian apung.

Selain untuk keperluan pertanian, lubang bekas tambang juga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber air bersih. Sebuah studi yang dilakukan di PT Bukit Asam mengungkapkan bahwa air asam tambang dapat melalui serangkaian proses pengolahan sehingga berubah menjadi air yang layak pakai (Sari et al., 2024). Dalam studi tersebut, air tambang yang bersifat asam dialirkan terlebih dahulu ke dalam kolam pengendapan berkompartemen. Di bagian awal kolam ini, kapur tohor digunakan sebagai bahan penetral pH. Setelah penambahan kapur, air dibiarkan mengalami pengendapan secara bertahap, dan kualitasnya dimonitor hingga memenuhi parameter baku mutu lingkungan. Melalui

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

metode ini, air yang sebelumnya bersifat limbah dapat dimanfaatkan kembali, terutama untuk memenuhi kebutuhan air bersih di sekitar wilayah operasional tambang.

Lebih jauh lagi, pemanfaatan sistem ini di area sekitar tambang yang umumnya terpencil dan minim akses bahan pangan dapat berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan lokal. Dengan memproduksi bahan makanan secara mandiri, masyarakat tidak hanya memperoleh sumber pangan yang lebih dekat dan terjangkau, tetapi juga memiliki peluang ekonomi baru yang berbasis pada kekuatan lokal (Ika, 2022).

METODE

Kajian ini dilaksanakan melalui metode telaah pustaka dengan menelusuri dan menganalisis sumber ilmiah yang relevan dari jurnal, dan laporan resmi. Literatur dikaji untuk menggali informasi terkait sistem *chinampas*, kondisi lahan pascatambang, serta strategi pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan. Analisis dilakukan berdasarkan gagasan untuk menarik keterkaitan antara praktik tradisional dan tantangan modern dalam konteks ekologi dan ketahanan pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sistem dan Mekanisme Chinampas

Sistem pertanian chinampas merupakan teknik tradisional peninggalan peradaban Aztec yang dikenal dengan konsep lahan tanam mengapung di atas perairan. Metode ini mengandalkan petak-petak tanah buatan yang dibentuk dengan menumpuk lumpur, kompos, dan tumbuhan air di atas kerangka ringan seperti anyaman. Dengan sistem ini, tercipta lahan yang subur dan lembap secara alami karena suplai air yang tersedia terus-menerus dari lingkungan sekitar.

Dalam konteks pemanfaatan lubang bekas tambang yang telah terisi air, pendekatan chinampas dapat dimodifikasi menjadi solusi pertanian yang ramah lingkungan dan inovatif. Studi dari Rey-Hernandez dan Bobbink (2022) menekankan relevansi sistem ini dalam konteks pertanian modern yang berbasis perairan. Platform tanam bisa dibuat menggunakan material yang mudah didapatkan di sekitar lokasi, seperti bambu, drum bekas, atau pelampung lain, kemudian dipasangkan media tanam di atasnya dan ditambatkan agar stabil di permukaan air. Dengan metode ini, lahan bekas tambang yang sebelumnya tidak digunakan dapat dialihfungsikan sebagai sumber sayuran hingga hortikultura, dan membantu mengurangi ketergantungan terhadap suplai luar serta memperpendek rantai distribusi pangan. Pendekatan ini sangat penting, terutama bagi wilayah tambang yang umumnya berada di daerah terpencil dengan keterbatasan akses pangan.

Selain menyediakan lahan tanam yang produktif di atas air, sistem ini juga memungkinkan efisiensi penyerapan air oleh tanaman. Akar tumbuhan dapat tumbuh dalam media yang tetap lembap karena berada dekat atau menyentuh langsung air di bawahnya. Ketika media tanam ditempatkan di atas rakit terapung yang ditambatkan di void berair, air dapat naik melalui proses kapilaritas, menjaga kelembapan media secara konsisten. Dengan demikian, tanaman tidak akan mengalami kekurangan air. Jika air di void tergolong bersih, akar juga dapat menyerap langsung dari badan air tersebut, serupa dengan prinsip dasar hidroponik. Pendekatan ini memastikan tanaman tetap memperoleh asupan air dan nutrisi, bahkan di lingkungan marginal seperti bekas tambang, sehingga tetap dapat tumbuh optimal dan menghasilkan panen yang memadai. Pendekatan serupa juga telah sukses diterapkan di Bangladesh lewat konsep Floating Vegetable Gardening (FVG), yang terbukti efektif mendukung produksi pertanian di wilayah perairan (Alam & Chowdhury, 2018).

b. Pemanfaat Chinampas dan Adaptasi di Lubang Pascatambang

Upaya reklamasi dan revegetasi lubang tambang diatur dalam Peraturan Gubernur Kalimantan Timur No. 38 Tahun 2015 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Reklamasi Dan Revegetasi Lahan Serta Penutupan Lubang Tambang Batu Bara Di Provinsi Kalimantan Timur.

Konsep *chinampas* dapat diadaptasi pada lubang bekas tambang batubara dengan beberapa penanganan dan teknik remediasi.

Air asam pada void yang terbentuk akibat proses oksidasi mineral sulfida di area bekas tambang sering kali bersifat korosif dan mengandung logam berat, menjadikannya tidak layak untuk langsung digunakan sebagai sumber air irigasi. Untuk menurunkan tingkat keasaman serta mengurangi risiko terhadap tanah dan tanaman, beberapa strategi dapat diterapkan secara terpadu.

Langkah awal yang perlu dilakukan dalam pengolahan AAT adalah menormalkan tingkat keasamannya dengan penambahan zat alkali, seperti kapur pertanian (CaCO_3) atau kapur hidrat (Ca(OH)_2), yang berfungsi menetralkan pH serta mengendapkan logam berat.

Selain penetralan, pengendapan logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), aluminium (Al), dan kadmium (Cd) yang sebelumnya terlarut dalam air melalui proses kimia atau biologis juga krusial, karena sisa logam bisa meracuni lahan pertanian. Partikel ini dapat dipisahkan dengan metode pengendapan di kolam penampungan atau dengan penyaringan berbasis pasir atau vegetasi alami menggunakan tumbuhan air seperti eceng gondok, kiambang, atau rumput gajah (fitoremediasi).

Sebagai pelengkap dari proses penyaringan, aerasi atau pemasukan udara ke dalam air turut dilakukan untuk memperbaiki kualitas kimia dan biologis air hasil olahan. Aerasi ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi gas karbon dioksida (CO_2) terlarut yang dapat menurunkan pH dan menciptakan kondisi yang tidak stabil bagi tanaman. Selain itu, peningkatan kadar oksigen terlarut melalui aerasi menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan yang mendukung bagi mikroorganisme aerobik. Mikroorganisme ini berperan penting dalam proses degradasi senyawa pencemar organik maupun dalam membantu transformasi logam berat menjadi bentuk yang tidak beracun. Dengan demikian, kombinasi antara penyaringan dan aerasi tidak hanya meningkatkan kejernihan secara visual, tetapi juga memperbaiki mutu air secara biologis dan kimia, menjadikannya lebih layak untuk digunakan sebagai air irigasi pada sistem pertanian yang sensitif terhadap kualitas air seperti *chinampas*. Setelah itu, air yang telah diolah sebaiknya disaring dan diuji kualitasnya berdasarkan standar irigasi, termasuk pH netral, konduktivitas listrik, dan kandungan logam berat.

Kombinasi antara teknik netralisasi kimia, pengolahan pasif, dan uji kualitas air secara rutin merupakan kunci agar air tambang dapat digunakan secara aman untuk keperluan irigasi pertanian.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari, A. S., Cahyono, Y. D. G., dan Kobba, A. P. P. (2024) terkait pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, menguraikan berbagai metode serta teknologi yang diaplikasikan untuk mengubah air asam yang berpotensi merusak dan mencemari lingkungan menjadi air bersih yang layak digunakan.

Kaitan studi ini dengan pertanian terapung pada lubang bekas tambang sangat penting karena membuktikan bahwa pengelolaan kualitas air di area tersebut bisa dilakukan secara efektif. Hal ini membuka peluang untuk menyediakan air bersih yang cukup bagi pertumbuhan tanaman dalam sistem pertanian terapung yang dikembangkan di void bekas tambang.

c. Aspek Regulasi dan Etika Lingkungan

Penerapan *chinampas* juga sejalan dengan prinsip hukum lingkungan di Kalimantan Timur, khususnya terkait tanggung jawab pemulihan pascatambang yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah melalui Peraturan Gubernur Kaltim No. 38 Tahun 2015 tentang Petunjuk Pelaksanaan Reklamasi dan Revegetasi Lahan serta Penutupan Lubang Tambang Batubara di Kalimantan Timur. Pendekatan ini bukan hanya bersifat teknis, melainkan juga mencerminkan etika lingkungan dan kesadaran atas pentingnya pemulihan ekosistem.

Menerapkan metode pertanian terapung seperti *chinampas* atau budidaya padi apung pada area void bekas tambang menjadi salah satu pendekatan strategis dalam menjaga kelestarian

lahan. Pendekatan ini mampu menekan kebutuhan perluasan areal pertanian ke wilayah yang secara ekologis rentan, seperti kawasan hutan, tepian sungai, maupun lahan-lahan yang masuk kategori kritis. Tidak jarang, pembukaan lahan pertanian baru dilakukan melalui penebangan hutan atau alih fungsi lahan gambut, yang berpotensi menyebabkan hilangnya flora dan fauna, meningkatnya emisi karbon, serta terganggunya keseimbangan lingkungan. Dengan memanfaatkan area tambang yang telah tidak produktif untuk kegiatan pertanian berbasis air, tekanan dan deforestasi terhadap bentang alam yang masih alami bisa diminimalkan.

Di samping itu, penggunaan lahan bekas tambang untuk pertanian tidak hanya meningkatkan hasil produksi, pertanian diposisikan sebagai upaya pelestarian lingkungan yang menyatu dengan kebutuhan manusia dan selaras dengan tantangan perubahan iklim maupun keterbatasan ruang.

d. Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan

Diversifikasi tanaman yang memungkinkan dalam sistem *chinampas* meningkatkan ketersediaan dan akses pangan lingkaran tambang. Dengan pola pertanian yang terdesentralisasi dan berbasis komunitas, sistem ini mendukung distribusi pangan yang lebih adil dan berkelanjutan serta meningkatkan kemandirian pangan lokal.

Konsep pengembangan pertanian terapung di area bekas galian tambang sangat memberikan solusi konkret dalam memperkuat ketahanan pangan, terutama bagi masyarakat yang bermukim di wilayah sekitar tambang. Area tambang umumnya terletak di daerah terpencil yang memiliki akses terbatas terhadap sumber pangan, baik karena keterpencilan geografis maupun kurangnya infrastruktur penunjang distribusi.

Kondisi ini menyebabkan pasokan bahan makanan di wilayah tersebut sering kali tidak stabil dan harganya relatif tinggi. Dengan mengubah void tambang menjadi lahan produktif melalui sistem pertanian terapung, seperti konsep *chinampas* atau penanaman padi terapung, komunitas lokal dapat memproduksi bahan pangan secara mandiri di lingkungan terdekat. Hal ini secara langsung mengurangi ketergantungan terhadap suplai dari luar daerah, sekaligus memperpendek jalur distribusi dan menekan biaya logistik. Sebagai contoh, penerapan sistem padi terapung telah dilakukan di Kalimantan Timur sebagai upaya adaptasi pertanian berbasis air pada lahan marginal (Widodo, Supangkat, & Mulyono, 2022).

Lebih dari itu, kegiatan ini juga membuka kesempatan kerja baru dan mendorong aktivitas ekonomi lokal berbasis sumber daya yang ada.

e. Nilai Sosial dan Partisipasi Masyarakat

Keberhasilan sistem ini sangat ditentukan oleh partisipasi aktif masyarakat. Dalam konteks lokal Kalimantan Timur, pendekatan berbasis komunitas yang dikombinasikan dengan teknik *chinampas* dapat memperkuat solidaritas sosial dan memberdayakan kelompok rentan, terutama perempuan sekitar lingkaran tambang dalam kegiatan pemulihan lingkungan dan produksi pangan.

Selain manfaat langsung terhadap Masyarakat lingkaran tambang, inisiatif ini juga bisa diintegrasikan sebagai bagian dari program tanggung jawab sosial perusahaan tambang (CSR). Melalui dukungan penyediaan infrastruktur, pelatihan budidaya, serta pendampingan teknis, perusahaan dapat memberikan kontribusi jangka panjang bagi keberlanjutan sosial dan kesejahteraan warga bahkan saat kegiatan operasional produksi telah berhenti. Upaya ini tidak hanya menunjukkan komitmen sosial perusahaan, tetapi juga membantu mempercepat pergeseran dari model ekonomi ekstraktif menjadi model ekonomi produktif yang berpihak pada masyarakat lokal.

KESIMPULAN

Sistem *chinampas* menawarkan pendekatan rekayasa ekosistem yang relevan untuk diaplikasikan pada lubang bekas tambang di Kalimantan Timur. Selain memberikan solusi teknis bagi

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

rehabilitasi lahan bentuk lain secara optimal, sistem ini juga mendorong penguatan ketahanan pangan lokal, pencegahan deforestasi lanjutan ketika akan membuka lahan pertanian baru, dan juga membawa keterlibatan masyarakat lingkaran tambang dalam pengelolaan lingkungan. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya sinergi antara kearifan lokal dan prinsip pembangunan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan sosial dan ekologi saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para peneliti terdahulu yang karyanya menjadi rujukan penting dalam penyusunan tulisan ini. Semoga kajian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan kebijakan lingkungan dan pertanian berkelanjutan di Kalimantan Timur.

Kami juga menyampaikan penghargaan yang tulus kepada Bapak Prof. Dr. M. Bahri Arifin, M.Hum, selaku pengajar mata kuliah Pengelolaan Sumber Daya Alam, atas segala bentuk bimbingan, arahan, dan pengetahuan yang telah beliau berikan selama proses perkuliahan. Dukungan dan dorongan beliau menjadi faktor penting yang memberi kami semangat untuk menyelesaikan kajian ini dengan sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, K., & Chowdhury, M. A. T. (2018). *Floating Vegetable Gardening (FVG) as a Sustainable Agricultural System in Bangladesh: Prospects for Kaptai Lake, Rangamati, Chittagong Hill-Tracts*.
- Ika, E. R. (2022). Optimalisasi sumber daya pertanian Indonesia untuk mendukung program ketahanan pangan dan energi nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1), 82–100.
- Jaringan Advokasi Tambang (JATAM). (2021, November 5). *Ditengah pembahasan konferensi Iklim COP 26, Jatuh lagi Korban Lubang Tambang ke 40*. <https://jatam.org/id/lengkap/ditengah-pembahasan-konferensi-iklim-cop-26-jatuh-lagi-korban-lubang-tambang-ke-40>
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur. (2015). *Peraturan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 38 Tahun 2015 tentang Petunjuk Pelaksanaan Reklamasi dan Revegetasi Lahan serta Penutupan Lubang Tambang Batu Bara di Provinsi Kalimantan Timur*.
- Rey-Hernandez, C., & Bobbink, I. (2022). Chinampas agriculture and settlement patterns: The contemporary relevance of Aztec floating gardens. *Blue Papers*, 1(2), 90–99.
- Sari, A. S., Cahyono, Y. D. G., & Kobba, A. P. P. (2024). Pengelolaan air asam tambang (acid mine drainage) menjadi sumber air bersih di PT Bukit Asam Tbk (Studi kasus IUP Banko Barat). *Jurnal Inovasi Pertambangan dan Lingkungan*, 4(2), 71–77. <https://doi.org/10.15408/jipl.v4i2.42497>
- The Archaeologist. (n.d.). 'Chinampas': The ancient Aztec floating gardens that hold promise for future urban agriculture. <https://www.thearchaeologist.org/blog/chinampas-the-ancient-aztec-floating-gardens-that-hold-promise-for-future-urban-agriculture>
- Widodo, W. S., Supangkat, G., & Mulyono. (2022). Pendampingan Sekolah Lapang Teknologi Padi Apung pada Lahan Gambut di Desa Muhuran, Kota Bangun, Kutai Kartanegara. *BAKTIMU: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 225–242.