POLICY BRIEF

ERNI SETYOWATI, NADIA SIGI PRAMESWARI, MUHAMMAD NASIRUL UMAM
Universitas Diponegoro, Universitas Negeri Semarang

ISU PELESTARIAN LINGKUNGAN RAWA PENING YANG MENGINSPIRASI REKA CIPTA MATERIAL LOKAL BERPOTENSI PATEN YANG MENDUNIA

Ringkasan Eksekutif

Rawa Pening di Kabupaten Semarang menghadapi ancaman serius berupa dominasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang memicu sedimentasi masif dan rusaknya keanekaragaman hayati ekosistem rawa. Oleh karenanya, eceng gondok harus dibersihkan dari ekosistem rawa. Kerusakan lingkungan rawa pening akibat sedimentasi telah menginspirasi penelitian ini, hingga tercipta Reka Cipta Material Lokal yaitu 'keramik berpori' yang memiliki performa meredam gaung pada bangunan yang mengakibatkan ketidak nyamanan dan kesehatan pendengaran manusia.

Melalui teknologi partikel hingga berukuran mikro, selulosa Eceng gondok diintervensikan ke dalam adonan clay sehingga performa akustiknya meningkat siknifikan. Prinsip ini menjadi bagian penting dari judul Karya Riset yang diajukan dalam AKRP tentang materialitas, presisi dan estetika keramik lokal hasil Kerjasama Universitas Diponegoro, Universitas Negeri Semarang dan Mitra Industri PT. Nuansa Porselen Indonesia, yang diberi nama hilirisasi "*Ceramic Hexa-Flower (Hexa-Bateeq)*" yang telah mendapatkan Sertifikat Tingkat Komponen Dalam Negeri di atas 70%. Selain itu, paten IDS000004959, IDS000006777, IDS000011503 dan lima jurnal bereputasi Internasional terindeks Scopus telah dihasilkan melalui Pusat Riset: *Centre of Ceramic and Acoustic*, Universitas Diponegoro, UNNES dan Kerjasama mitra Industri. Material Lokal ini tidak hanya berpotensi sebagai material hijau, namun juga turut meningkatkan perekonomian UMKM di sekitar Rawa Pening dengan komoditas serat Eceng gondok.

Inisiatif hilirisasi Keramik Hexa Batik ini secara langsung mendukung Visi Provinsi Jawa Tengah "Jawa Tengah sebagai Penumpu Pangan dan Industri Nasional yang Maju, Sejahtera, Berbudaya, dan Berkelanjutan", **khususnya melalui Misi 2 Transformasi Ekonomi yaitu "Mewujudkan perekonomian daerah yang berdaya saing, inklusif, dan berkelanjutan**". Model kolaborasi riset-industri-UMKM yang mengangkat limbah eceng gondok Rawa Pening menjadi material pendukung produk keramik akustik bernilai tambah tinggi merupakan wujud transformasi ekonomi daerah yang berdaya saing melalui hilirisasi berbasis riset, inklusif karena melibatkan UMKM pengrajin lokal di Lopait, Tuntang, Kabupaten Semarang, dan Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, sekaligus berkelanjutan karena sejalan dengan upaya pemulihan ekosistem rawa dan pemanfaatan biomassa lokal sebagai bahan pengisi dalam industri keramik perpori.

PENDAHULUAN

1. Lingkungan Rawa Pening yang Terancam

Rawa Pening adalah danau alam terbesar di Jawa Tengah (±2.670 ha, 4 kecamatan di Kabupaten Semarang) dan sumber penghidupan ribuan nelayan, namun kini terancam. Dominasi eceng gondok (Eichhornia crassipes) memicu sedimentasi masif, penurunan oksigen terlarut, penyempitan badan air, dan hilangnya biodiversitas akuatik secara sistematis (Muna et al. 2025). Pembersihan rutin oleh BBWS Pemali-Juwana - 550 ha (2020), 450 ha (2021), 200 ha (2022), 130 ha (2023), dan 263,5 ha (2024) - belum mampu mengejar laju pertumbuhan gulma ini karena biomassa hasil panen hanya diperlakukan sebagai limbah (Laeis and Suyitno, n.d.). Inilah inti persoalan kebijakan: tanpa nilai ekonomi pada biomassa yang dipanen, pembersihan bersifat sementara, berbiaya tinggi, dan berulang setiap tahun.

2. Strategi: Pemanfaatan Eceng Gondok menjadi Material Lokal Bernilai Tambah

Strategi yang ditawarkan ialah mengubah **eceng gondok** hasil pemanenan **menjadi bahan tambahan Reka Cipta Material Lokal berupa "keramik berpori" (Keramik Hexa Batik)**. Serbuk eceng gondok yang didelignifikasi dan diperkecil hingga ukuran mikro diintervensikan ke dalam adonan clay, menghasilkan keramik dinding berpori yang meredam gaung dan gema pada bangunan. Dengan demikian pemanenan eceng gondok menjadi solusi ganda: memulihkan ekosistem rawa sekaligus menyediakan pasokan bahan baku material akustik bernilai jual tinggi, sehingga pembersihan Rawa Pening berubah dari beban anggaran menjadi rantai pasok industri yang berkelanjutan.

3. Integrasi dengan UMKM sebagai Kunci Implementasi Strategi

Implementasi strategi tersebut hanya berjalan bila terintegrasi dengan UMKM pada dua tingkat. Pertama, UMKM mikro yaitu pengrajin dan pemanen eceng gondok di Lopait, Tuntang, Kabupaten Semarang, yang berperan sebagai pemanen dan pengolah bahan baku. Kedua, UMKM menengah yaitu PT Nuansa Porselen Indonesia (Boyolali) yang melakukan fabrikasi skala industri, kendali mutu standar ekspor, dan penetrasi pasar. Integrasi ini telah terbukti: sejak bermitra hilirisasi dengan UNDIP dalam tiga tahun terakhir, omset PT Nuansa Porselen Indonesia meningkat 30-50%, terutama pada produk wall tile ceramic, sekaligus membuka order baru dari bangunan komersial, hunian premium, dan gedung pendidikan. Model riset-industri-UMKM inilah yang perlu didukung kebijakan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah agar pelestarian Rawa Pening berjalan seiring peningkatan ekonomi masyarakat sekitarnya.

DESKRIPSI MASALAH

Reka Cipta Material Lokal yang ditawarkan adalah "keramik berpori" (Keramik Hexa Batik) berbahan pengisi serbuk eceng gondok Rawa Pening. Keunggulannya dapat diringkas dalam poin-poin berikut.

- Terbukti secara ilmiah dan legal: paten granted IDS000004959 (2022) dan IDS000012475 (2026), TKDN di atas 70%, serta lima publikasi jurnal internasional terindeks Scopus.
- Performa akustik teruji: menurunkan waktu dengung (RT60) hingga 36% (varian Hexa Flower-Batik) dengan SAC 0,45-0,55 dan STL 63-65 dB, melampaui ambang ISO 3382-1 dan SNI 03-6386-2000.
- Kekuatan struktural memadai: MOR hingga 29,8 MPa dan densitas 1,88-2,12 g/cm3, layak untuk dinding vertikal serta lolos uji pemasangan pada 400 m2 di Gedung Muladi Dome UNDIP.
- Sudah teraplikasi nyata: Gedung Prof. Sudarto UNDIP (RT60 turun dari 1,98 menjadi 0,99 detik) dan Gedung Muladi Dome UNDIP diimplementasikan sebagai material peredam gaung.
- Estetika bernilai budaya: motif batik lokal dalam tampilan modern dan timeless, menjadi pembeda produk di pasar keramik dinding.
- Ramah lingkungan dan menyehatkan: green material untuk green building yang mengurangi sedimentasi Rawa Pening sekaligus melindungi kesehatan pendengaran pengguna bangunan.
- Potensi penjualan besar: pasar wall tile ceramic domestik (bangunan komersial, hunian premium, gedung pendidikan dan pemerintahan) serta jejaring ekspor mitra ke India, Amerika Serikat, Eropa, dan Timur Tengah; omset mitra industri telah naik 30-50% dalam satu dekade kerja sama riset.
- Melibatkan UMKM secara langsung: UMKM mikro Lopait sebagai pemanen dan pengolah bahan baku serta UMKM menengah PT Nuansa Porselen Indonesia sebagai fabrikator, sehingga nilai tambah market di Jawa Tengah dan nasional.

Keramik Hexa Batik: Solusi Berbasis Riset UNDIP yang Telah Teruji

Tim peneliti Erni Setyowati, Nadia Sigi Prameswari, Muhammad Nasirul Umam (UNDIP-UNNES) mengembangkan Hexagonal Porous Ceramic dengan varian Keramik Hexa Batik berbahan serbuk eceng gondok terdelignifikasi, terbukti mengeliminir cacat akustik bangunan sekaligus mengubah eceng gondok menjadi material bernilai ekonomis tinggi. Produk ini mendapat paten granted IDS000004959 (2022) dan IDS000012475 (2026), telah diaplikasikan di Gedung Prof. Sudarto UNDIP dengan penurunan RT60 dari 1,98 detik menjadi 0,99 detik, dan di Gedung Muladi Dome UNDIP pada 400 m² luas area dinding untuk mengeliminasi cacat akustik berupa gaung dan gema-echo dan mendukung sistem akustik pasif pada bangunan.

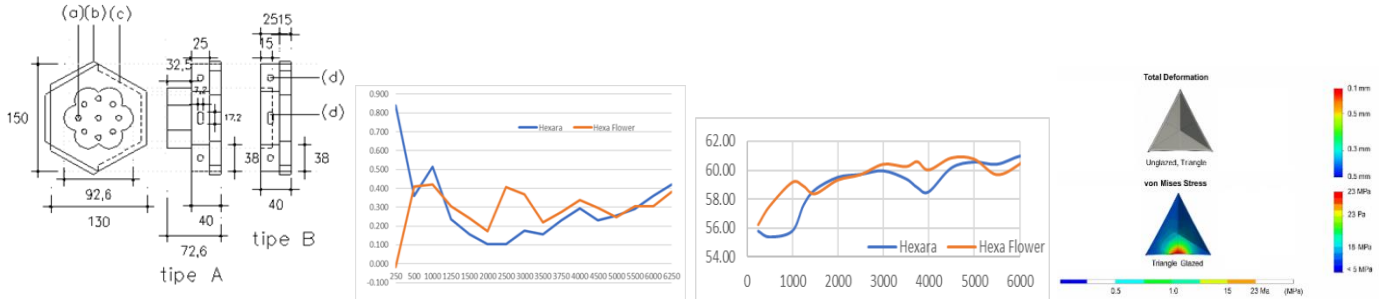
Data performa akustik hasil pengujian laboratorium menunjukkan pola peningkatan yang konsisten dari varian awal (Hexa Original) hingga varian termutakhir (Hexa Flower-Batik), sebagaimana ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Produk Hexa original, Hexa Batik, Hexa Flower

Varian Keramik	Tebal (mm)	SAC (rata²)	STL (dB)	RT60 (detik)
Kontrol (tanpa keramik)	–	–	–	2,38
Hexa Original (Hexara)	45	0,19–0,35	62–64	1,85 (↓22%)
Hexa Glazuur (Hexa Batik)	45	0,20–0,38	62–64	1,80 (↓24%)
Hexa Flower	63	0,45–0,55	63–65	1,62 (↓36%)

SAC = Sound Absorption Coefficient, STL = Sound Transmission Loss

Varian Hexa Flower-Batik, dengan ketebalan lebih besar (63 mm) dan intervensi partikel mikro selulosa eceng gondok yang lebih intensif memberikan performa akustik terbaik dengan penurunan RT60 hingga 36%, melampaui varian Hexa Original (22%) dan standar ISO 3382-1 serta SNI 03-6386-2000 (RT60 ideal 0,8-1,2 detik). Desain heksagonal dengan connecting hole mempersingkat sound decay time dan meningkatkan speech intelligibility, sementara ruang vakum internal dari filler serbuk eceng gondok menjebak dan mendistribusikan gelombang bunyi lebih efektif dibanding keramik padat konvensional, sesuai mekanisme diffuser-absorber(Setyowati et al. 2021, 2019).



(a) (b) (c) (d)

Gambar 1. (a) Dimensi Hexa Flower-Batik, (b) Grafik uji SAC, (c) Grafik uji STL, (d) Hasil uji FEM

Performa Fisik, Mekanik, dan Analisis

Selain performa akustik, kelayakan Keramik Hexa Batik sebagai material dinding fungsional turut ditentukan oleh performa fisik dan mekaniknya. Proses fabrikasi diawali dengan delignifikasi serbuk eceng gondok — meliputi tahap grinding (ukuran partikel 5-6 cm), bleaching menggunakan NaOH, netralisasi, dan penambahan NaOCl sebelum serbuk dicampurkan (mixing) ke dalam adonan clay. Proses ini menghasilkan filler berpori yang secara langsung memengaruhi densitas, porositas, dan kekuatan struktural keramik akhir; semakin tinggi proporsi filler eceng gondok, semakin tinggi pula porositas keramik yang berkorelasi positif dengan koefisien absorpsi suara (SAC), namun perlu diimbangi dengan kekuatan mekanik yang tetap memadai untuk aplikasi dinding vertikal bangunan.

Validasi proses pembakaran keramik berpori pada suhu optimal serta quality control standar ekspor dilakukan bersama mitra industri PT Nuansa Porselen Indonesia, yang memastikan produk memenuhi ambang kekuatan mekanik minimum sebelum diaplikasikan pada skala bangunan nyata seperti Gedung Prof. Sudarto UNDIP dan Gedung Muladi Dome UNDIP. Uji ketahanan pemasangan pada area seluas 400 m² di Gedung Muladi Dome menjadi bukti empiris bahwa performa fisik dan mekanik keramik Hexa Batik memenuhi syarat aplikasi struktural sekaligus fungsional.

Analisis Finite Element Method (FEM) yang dikembangkan melalui Riset Konsorsium Unggulan Berdampak (RIKUB) digunakan untuk memodelkan distribusi tegangan dan pola resonansi gelombang bunyi pada struktur pori heksagonal Hexa Batik secara komputasional, sebelum dilakukan uji fisik di laboratorium. Pemodelan FEM ini memungkinkan tim peneliti memprediksi titik-titik kritis pada geometri heksagonal yang paling optimal dalam meredam gelombang bunyi tanpa mengorbankan kekuatan struktural panel, sehingga desain connecting hole dan ketebalan optimal (63 mm pada varian Hexa Flower-Batik) dapat ditentukan

secara lebih presisi dibandingkan pendekatan trial and error konvensional. Simulasi ini juga menjadi dasar ilmiah bagi pengajuan paten desain IDS000012475 (2026), yang menyempurnakan generasi sebelumnya.

Pengembangan lanjutan pada varian hollow triangle dan hexa-triangle memperkuat basis data teknis produk. Uji densitas-porositas (ASTM C 373-72) dan Modulus of Rupture (ASTM C 733-79) menunjukkan sampel berglasir lebih kuat (MOR tertinggi 29,8 MPa; densitas 2,12 g/cm3) dibanding sampel tanpa glasir (MOR 20,9 MPa; porositas 30,1%), sementara simulasi FEM menunjukkan lapisan glasir menurunkan tegangan von Mises maksimum (sekitar 22,8 MPa) hingga 15% dan meratakan distribusi tegangan. Kesimpulan praktisnya: konfigurasi berglasir menjadi rekomendasi desain paling optimal karena menyeimbangkan performa akustik, kekuatan struktural, dan efisiensi produksi skala industri.



Gambar 2. Ruangan riil untuk pengujian akustik produk dan produk hexa flower-batik

Kualitas Material, Presisi Produksi, dan Estetika

Riset kualitatif Prameswari, Setyowati & Umam (2026) memperkuat basis riset dari sisi kesiapan produksi dan SDM pengrajin. Studi ini menemukan bahwa presisi produksi keramik bersifat 'situational precision' presisi yang dinegosiasikan secara adaptif berdasarkan kondisi material (kelembapan tanah liat, fluiditas slip, kualitas cetakan), ritme kerja pengrajin/SDM, serta tuntutan estetika pasar, bukan sekadar kepatuhan pada standar teknis yang kaku.

Temuan utama relevan langsung bagi hilirisasi Keramik Hexa Batik. Pertama, presisi adalah praktik yang terbentuk melalui adanya cetakan yang telah mengalami trial eror pada penelitian skala laboratorium serta repetisi yang menjaga toleransi kesalahan minimal untuk detail sesuai pesanan. Kedua, materialitas tanah liat, slip, dan cetakan berperan sebagai agen aktif dalam produksi, menuntut penyesuaian teknis konstan; kelembapan berlebih yang memperlambat ritme kerja dan menuntut penyesuaian teknik sekaligus evaluasi visual. Ketiga, penilaian estetika bersifat situasional, muncul dari perpaduan kualitas material, teknologi partikel, dan tekanan pasar, misalnya pemilihan warna yang sesuai permintaan pasar, sekaligus menyisipkan elemen personal seperti motif batik yang dikaitkan dengan motif batik lokal sebagai inspirasi utama yaitu desain yang merepresentasikan kekayaan budaya Indonesia yang dikemas dalam tampilan modern dan timeless.

Sintesis Riset Material Akustik Berbasis Biomassa (Jurnal Fibers dan Buildings)

Landasan teknis performa akustik Keramik Hexa Batik diperkuat dua publikasi terdahulu dari tim peneliti yang sama. Setyowati, Hardiman & Purwanto menunjukkan bahwa panel berbasis serat biomassa diperkuat resin dapat ditailoring performa akustiknya melalui konfigurasi single dan multiple layer, menghasilkan SAC (Sound Absorbtion Coefficient) dan STL (Sound Transmission Loss) yang kompetitif. Pada publikasi oleh Setyowati, Hardiman & Grafiana membandingkan performa akustik keramik berpori berbahan eceng gondok dengan komposit biomassa lain, menunjukkan STL 62-64 dB dan koefisien absorpsi 0,4-0,6, menegaskan eceng gondok sebagai filler akustik fungsional yang kompetitif (Setyowati et al. 2019, 2021).

Sinergi ketiga lini riset performa akustik-fisik-mekanik material, praktik produksi dan kesiapan SDM serta data uji laboratorium, memberikan landasan ilmiah ganda: kelayakan teknis-akustik-struktural material dan kesiapan kapasitas produksi UMKM yang perlu didampingi secara adaptif (Prameswari et al. 2026).

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan hilirisasi Keramik Hexa Batik bergantung pada dua pilar yang saling melengkapi: keunggulan teknis-akustik-struktural material yang

terverifikasi melalui pengujian laboratorium dan aplikasi nyata di gedung-gedung, serta pengakuan terhadap kompetensi pengrajin sebagai mitra strategis dalam menjaga kualitas produk. Kedua pilar ini perlu menjadi acuan dalam merumuskan kebijakan pendampingan, sertifikasi, dan skema kemitraan UMKM ke depan.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Rekomendasi berikut disusun berdasarkan temuan riset akustik-material dan praktik produksi pengrajin di atas, menekankan kemudahan izin dan sertifikasi, serta fasilitasi pasar.

- Pemanenan Terstruktur Eceng Gondok: BBWS Pemali-Juwana bermitra langsung dengan UMKM Lopait sebagai pemasok bahan baku keramik akustik, menekan sedimentasi Rawa Pening dan memastikan pasokan bahan baku stabil.
- Percepatan Kemudahan Izin dan Sertifikasi SNI/TKDN: Disperindag Provinsi Jawa Tengah memfasilitasi sertifikasi SNI dan TKDN bagi Keramik Hexa Batik lebih cepat, mengingat TKDN telah di atas 70%.
- Insentif Riset bagi Perguruan Tinggi yang Bermitra dengan UMKM: Pemprov Jateng memberi insentif riset bagi Perguruan Tinggi bermitra industri UMKM, mencontoh kolaborasi UNDIP - UNNES - PT NPI yang menaikkan omset mitra 50%.
- Pelatihan Vokasi Berbasis Pengalaman Sensori: Program pelatihan UMKM Lopait mengadopsi model situational precision - penguasaan sensori material, bukan hanya standar teknis administratif.
- Fasilitasi Pameran Produk di Manca Negara: Pemerintah memfasilitasi pameran produk keramik akustik di luar negeri, memanfaatkan jejaring ekspor PT Nuansa Porselen Indonesia ke India, AS, Eropa, dan Timur Tengah.
- Replikasi Model Kolaborasi Riset-Industri-Pemerintah: Skema kerja sama pada proyek Hexa Batik dijadikan model replikasi hilirisasi material lokal lain berbasis pelestarian lingkungan di Jawa Tengah.

REFERENSI

Laeis, Zuhdiar, and Heru Suyitno. n.d. “Pemprov Jateng Gandeng UNS Berdayakan Masyarakat Olah Eceng Gondok.” *Pemprov Jateng Gandeng UNS Berdayakan Masyarakat Olah Eceng Gondok*. https://jateng.antaranews.com/berita/583517/pemprov-jateng-gandeng-uns-berdayakan-masyarakat-olah-eceng-gondok.

Prameswari, NS, Erni Setyowati, and MN Umam. 2026. *The Interaction of Materiality, Precision, and Aesthetics in Ceramic Production: A Qualitative Analysis of Situational Precision among Indonesian Artisans*. May. https://doi.org/10.5281/zenodo.20253946.

Setyowati, E., G. Hardiman, and N. F. Grafiana. 2021. “The Acoustical Performance of Water Hyacinth Based Porous-Ceramic Compared to the Biomass Fiber Composites for Architecture Application.” *Civil Engineering and Architecture* 9 (1): 139–49. Scopus. https://doi.org/10.13189/cea.2021.090112.

Setyowati, E., G. Hardiman, and Purwanto. 2019. “Tailoring Acoustic Performances of Resin Reinforced Biomass Fiber-Based Panel with Single and Multiple Tailed Cavity Inclusions for Interior Work.” *Fibers* 7 (10). https://doi.org/10.3390/fib7100085.