



Studi Experimental “Natural Blend Crete”: Pemanfaatan Bio-Waste Produksi Gula Sebagai Alternatif Penerapan Material Ekologis

Felda Nahdah Erfarras¹, Laura Angelina Aprilianta Eka Putri²

¹ Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

² Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

Surel: felda.nahdah.2205227@students.um.ac.id

Abstrak

Industri konstruksi memiliki dampak besar terhadap lingkungan, baik melalui konsumsi sumber daya alam maupun emisi karbon. Pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG) poin 9 menekankan pentingnya pembangunan infrastruktur yang tangguh, industrialisasi inklusif dan berkelanjutan, serta inovasi, kemudian poin 13 menekankan akan pentingnya penanggulangan perubahan iklim. Dalam konteks ini, penggunaan material ekologis menjadi sangat krusial. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan *bio-waste* dari produksi gula, yang sering kali tidak terkelola dengan baik. Dengan memanfaatkan *bio-waste* produksi gula sebagai campuran pembuatan batako dan *paving block* merupakan salah satu langkah untuk turut andil dalam mengendalikan perubahan iklim dan menciptakan *Green Building*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bio-waste* produksi gula dalam campuran *paving block* dan batako memiliki potensi yang signifikan, menunjukkan kuat tekan yang kompetitif dan daya serap air yang rendah, yang menjadikannya material layak untuk aplikasi konstruksi. Analisis mikrostruktur juga menunjukkan distribusi partikel yang homogen dan ikatan yang kuat antar komponen. Penggunaan *bio-waste* ini tidak hanya mengurangi limbah industri tetapi juga mengurangi ketergantungan pada bahan baku alami, sehingga memberikan solusi dual benefit bagi lingkungan dan industri konstruksi.

Kata kunci: *Green building*, *Bio-waste* produksi gula, batako, *paving block*

1. Pendahuluan

Revolusi industri terjadi pada akhir abad ke-18, sekitar 1750 hingga 1850 M yang ditandai adanya perubahan pada bidang pembangunan, pertanian, transportasi, dan teknologi, tentunya berdampak pada kondisi sosial, ekonomi, dan budaya di dunia. Revolusi industri berpengaruh terhadap jumlah produksi barang-barang konstruksi, akibatnya banyak permintaan barang secara global. Peningkatan tersebut mengharuskan produsen untuk melakukan produksi barang dengan cepat. Beberapa masalah mulai muncul seperti krisis iklim dan kerusakan lingkungan. Revolusi industri 1.0 adalah fase awal dari rangkaian revolusi industri, sehingga dampak yang ditimbulkan belum dirasakan secara luas seperti pada revolusi industri 4.0. Revolusi industri 4.0 turut memberikan dampak negatif yang cukup luas terutama di Indonesia karena penggunaan bahan yang tidak ramah lingkungan (Dewi Purningsih, 2024).

Dalam menghadapi kompleksitas era saat ini, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) mendeklarasikan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau *Sustainable Development Goals* (SDGs). SDGs mengakomodasikan masalah-masalah pembangunan secara lebih komprehensif, dengan mengakomodir isu pembangunan yang tidak ada dalam MDGs. Indikator ke-9 SDGs mengungsung Inovasi dan Infrastruktur dan ke-13 mengungsung Penanganan

Perubahan Iklim. Suatu pergolakan yang bisa dilakukan untuk menangani perubahan iklim, yaitu dengan membuat inovasi memanfaatkan *bio-waste* produksi gula sebagai bahan campuran semen untuk diolah menjadi batako dan *paving block*.

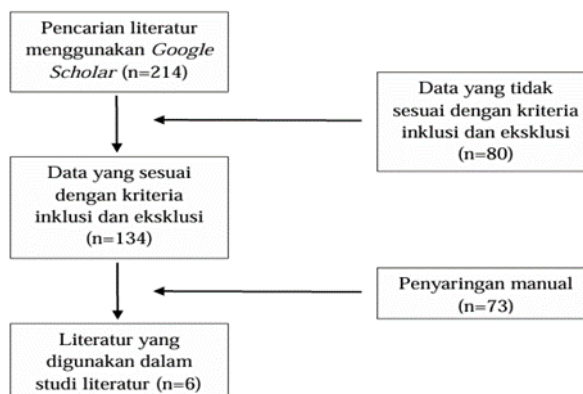
Pemanfaatan *bio-waste* produksi gula sebagai bahan campuran pembuatan batako dan *paving block* merupakan salah satu langkah untuk turut andil dalam mengendalikan perubahan iklim dan menciptakan *Green Building*. Seperti yang kita ketahui, penggunaan semen dalam jumlah besar dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer yang menyelimuti bumi, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan uap air (Pratama, 2019). Apabila kegiatan ini terus menerus dilakukan, maka akan menyebabkan pemanasan global.

Sektor industri perkebunan terutama industri gula menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar, seperti *bio-waste* dari produksi gula yang seringkali menjadi masalah lingkungan. Berdasarkan sumber literatur pada tahun 2021 produksi tanaman tebu di Indonesia mencapai 2.364.321 ton dan *bio-waste* dari produksi gula sendiri mencapai 756.582,72 ton (Sidiq, 2023). Inovasi yang dilakukan dengan memanfaatkan *bio-waste* dari produksi gula dalam pembuatan batako dan *paving block* dapat menjadi salah satu langkah efektif guna mengurangi emisi karbon ke lingkungan akibat penggunaan semen.

Permasalahan inilah yang mendorong kami untuk menghadirkan suatu inovasi yang mampu menyatukan antara pengolahan *bio-waste* dan penciptaan material struktur bangunan dari produksi gula sekaligus menciptakan *green building*. Oleh karena itu, kami mengusulkan gagasan yang berjudul "Studi Literatur "*Natural Blend Crete*": Pemanfaatan *Bio-Waste* Produksi Gula Sebagai Alternatif Penerapan Material Ekologis "dalam Upaya Pencapaian SDG's Poin 9 dan 13. *Natural Blend Crete* hadir sebagai suatu inovasi yang mampu mengurangi *bio-waste* dari produksi gula. Dengan adanya inovasi ini, kami dapat menciptakan material infrastruktur yang ramah lingkungan sesuai target *Sustainable Development Goals* (SDG's) poin ke 9 yaitu, Inovasi dan Infrastruktur. Selanjutnya, pemanasan global yang ditimbulkan oleh penggunaan semen dapat diminimalisir dan dapat memenuhi target *Sustainable Development Goals* (SDG's) poin ke 13 yaitu, Penanganan Perubahan Iklim.

2. Metode

Metode yang kami gunakan pada penulisan karya ini adalah *literature review* menggunakan strategi komprehensif, seperti pencarian artikel dalam database jurnal penelitian, pencarian melalui internet, dan tinjauan ulang artikel. langkah awal yang dilakukan yaitu telusur jurnal melalui *software Publish or Perish*, serta penelusuran dilakukan pada *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian artikel di *Google Scholar* yaitu "Limbah ampas tebu, batako ampas tebu, dan *paving block* ampas tebu" ditemukan sebanyak 214 jurnal terkait. Penapisan melalui jurnal terkait menghasilkan 134 artikel yang relevan dan dari 134 jurnal ditemukan 6 jurnal yang memenuhi syarat untuk inovasi kami yang berjudul Studi Literatur "*Natural Blend Crete*": Pemanfaatan *Bio-Waste* Produksi Gula Sebagai Alternatif Penerapan Material Ekologis. Kemudian 6 jurnal akan dianalisis berdasarkan kesesuaian pokok bahasan, temuan tiap artikel, dan keterbatasan yang akan timbul.



Bagan 1. Diagram Alir Tahap Penelitian

Kriteria inklusi adalah penelitian tentang pemanfaatan *bio-waste* dari produksi gula untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Jurnal penelitian dipublikasikan di *Google Scholar* dalam kurun waktu 2019-2024 yang menggunakan bahasa Indonesia. Kriteria eksklusifnya yaitu tema literatur berbeda dengan tema kajian literatur yang tidak dipublikasikan di *Google Scholar* dan tidak ditampilkan keseluruhan jurnal (*full text*), atau hanya ditampilkan preview saja.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelusuran literatur awal jurnal yaitu menggunakan software *Publish or Perish*, serta penelusuran dilakukan pada *Google Scholar* diperoleh 214 jurnal terkait. Penapisan melalui jurnal terkait menghasilkan 134 artikel yang relevan, dari 134 jurnal ditemukan 6 jurnal yang memenuhi syarat untuk studi literatur.

Berdasarkan jurnal-jurnal tersebut, dilakukan tinjauan mendalam terkait apakah limbah ampas tebu dapat digunakan sebagai campuran pembuatan material konstruksi seperti batako dan *paving block*.

Tabel 1. Review Jurnal Pemanfaatan Bio-Waste Produksi Gula Sebagai Material Ekologis

Judul dan Peneliti	Tujuan	Hasil
Investigasi Pemanfaatan Tanah Lempung dan Abu Ampas Tebu untuk Pembuatan <i>Paving Block</i> (Oktavia dkk., 2023)	Penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatan limbah ampas tebu karena belum optimal dan menyebabkan pencemaran lingkungan,	Pengaruh penggunaan semen dan abu ampas tebu (<i>bagasse ash</i>) terhadap <i>paving block</i> didapatkan daya serap air yang semakin tinggi seiring pertambahan persentase abu ampas tebu yaitu mencapai 31,055% dengan kadar penambahan abu ampas tebu sebesar 15%. Namun nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar SNI 03-0691-1996 tentang <i>paving block</i> dimana pada mutu D rata-rata nilai kadar airnya sebesar 10%.
Analisis Sifat Fisis Penyerapan Air Pada <i>Paving Block</i> Dengan Campuran Variasi	Penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisa berapa besar efek penambahan limbah botol	Pada penyerapan air <i>paving block</i> menunjukkan variasi campuran 5% abu ketel dan limbah Botol Plastik 0%, 0,5 % dan 1% dengan hasil

Judul dan Peneliti	Tujuan	Hasil
Limbah Abu Ketel dan Limbah Botol Plastik (Yusrianti dkk., 2019)	plastik dan limbah abu ketel terhadap kadar penyerapan air <i>paving block</i> .	dibawah 2%, ini memenuhi persyaratan mutu <i>paving block</i> jenis A sesuai SNI 03-0691, 1996.
Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dalam Pembuatan <i>Paving Block</i> (Azis, 2022)	Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tanaman tebu, dan menjadikan limbah tanaman tebu sebagai tambahan teknologi bahan konstruksi.	Limbah abu ampas tebu 4% tidak efektif digunakan sebagai bahan tambahan konstruksi dikarenakan semen PVC mengalami penurunan yang signifikan. Semakin lama pengeringan dilakukan, <i>paving block</i> normal maupun dengan variasi 4% abu ampas tebu maka kuat tekannya semakin tinggi. <i>Paving block</i> dengan abu ampas tebu mengalami penurunan kuat tekan tetapi tetap termasuk mutu yang baik, dan layak untuk digunakan.
Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan <i>Paving Block</i> (Santosa dkk., 2023)	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah abu ampas tebu dan limbah tulang ikan sebagai bahan substitusi sebagian semen pada campuran <i>paving block</i> sesuai dengan SNI 03-0691-1996.	Formulasi substitusi dari 5% dan 10% limbah tulang ikan dan limbah ampas tebu dapat menurunkan kuat tekan <i>paving block</i> . Dengan metode perawatan tutup karung goni basah dan komposisi V2, penambahan 5% limbah tulang ikan dan 5% abu ampas tebu, <i>paving block</i> menunjukkan mutu A dalam SNI 03-0691-1996 yang memenuhi standar untuk penggunaan pada jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa <i>paving block</i> dengan campuran tersebut memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 45,152 MPa.
Pemanfaatan Limbah Onggok Aren dan Ampas Tebu Sebagai Inovasi Batako Ramah Lingkungan (Antika dkk., 2023)	Tujuan dari penelitian ini yaitu menciptakan inovasi dengan pemilihan material konstruksi yang murah tetapi juga bermutu tinggi, sehingga dapat menghasilkan bangunan yang berkualitas. Peneliti mencoba menggabungkan antara abu ampas tebu sebagai pengganti parsial semen dan onggok aren berfungsi sebagai pengganti pasir.	Penelitian ini menunjukkan penggunaan campuran abu ampas tebu dan onggok aren menghasilkan inovasi bata berkualitas tinggi. Seluruh pengujian pada benda uji dilakukan pada umur 7 hari dan mengacu pada SNI 03-0349- 1989. Nilai optimum untuk kuat tekan dan penyerapan air dihasilkan pada campuran 7,5% abu ampas tebu + 1% onggok aren, dengan nilai kuat tekan 23,65 Mpa dan nilai penyerapan air sebesar 4,5%. Inovasi

Judul dan Peneliti	Tujuan	Hasil
		yang dihasilkan memenuhi standar SNI 03-0349-1989.
Pengaruh Penambahan Abu Ampas Terhadap Kuat Tekan Batako (Rahmanto & Ardiansyah, 2023)	Bertujuan untuk mengetahui pencampuran material dasar batako dengan abu ampas tebu yang merupakan limbah industri dari sisa pengolahan tebu. Sebagai upaya Pemanfaatan limbah industri untuk pembuatan bahan campuran khususnya batako yang difokuskan dalam bangunan non struktural.	Nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pada 4 variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% yaitu batako dengan variasi 0% memiliki rata-rata kuat tekan batako 83,16 kg/cm ² . Batako variasi 10% memiliki rata-rata kuat tekan batako 88,27 kg/cm ² . Batako dengan variasi 20% memiliki rata-rata kuat tekan batako 71,94 kg/cm ² . Batako variasi 30% memiliki rata-rata kuat tekan batako 55,57 kg/cm ² . Memenuhi syarat untuk digunakan menjadi bata beton pejal pada mutu tinggi II sesuai dengan SNI-03-0349- 1989. Berdasarkan klasifikasi mutu dan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-30349-1989) sebagai bahan bangunan dinding, batako campuran abu ampas tebu 0%, 10%, 20%, dan 30% memenuhi syarat kuat tekan, dan variasi 10% memiliki nilai kuat tekan tertinggi di antara variasi yang lain yaitu sebesar 88,27 kg/m ² .

Penggunaan *Bio-Waste* Produksi Gula Dapat digunakan Untuk Inovasi Bahan Bangunan

Bio-Waste Produksi Gula adalah serat limbah dari tebu setelah melalui proses pengolahan, memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan tambahan dalam pembuatan batako dan *paving block*. sebagai upaya pengelolaan limbah, menyongsong konsep *green building*, serta mengatasi perubahan iklim. Beberapa argumen terkait bagaimana penggunaan *bio-waste* produksi gula dapat digunakan untuk inovasi bangunan meliputi:

1. Pembuatan Bahan Bangunan Ramah Lingkungan:
 Abu ketel (limbah ampas tebu) dan limbah botol plastik dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan *paving block* (Yusrianti dkk., 2019). Ini dapat membantu mengurangi dampak negatif industri konstruksi terhadap lingkungan.
2. Pengurangan Limbah:
 Abu ampas tebu terdapat kadar silika (SiO₂) tinggi sekitar 68,5%. Kandungan silika tersebut cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk membuat material berbasis silika (Santosa dkk., 2023). Selain kapur (CaO), alumina (Al₂O₃), dan oksida besi (Fe₂O₃), semen juga memiliki kandungan silika berkisar antara 60%-70%. Dengan penggunaan *bio-waste* dari Produksi Gula dapat mengurangi penggunaan dan produksi semen.
3. Emisi Gas Rumah Kaca:
 Penggunaan dan produksi semen sebagai bahan konstruksi meningkat setiap tahunnya, yang mana menyebabkan emisi gas rumah kaca sebanyak 5% CO₂ setiap pembuatan 100 kg

semen menghasilkan 900 kg CO₂ (Oktavia dkk., 2023). Dengan ini *bio-waste* produksi gula dapat menjadi inovasi pengganti semen dan mengurangi pencemaran lingkungan karena berkurangnya emisi gas rumah kaca akibat dari proses pembuatan semen.

4. Nilai Ekonomis:

Hasil analisa perhitungan pada pemasangan 1m² batako konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp 102.740,- sedangkan biaya pemasangan 1m² batako campuran 7,5% abu ampas tebu dan 1% serat aren membutuhkan biaya sebesar Rp 98.340,- (Antika dkk., 2023). Penggunaan *bio-waste* produksi gula dapat memberikan banyak manfaat ekonomi, baik bagi industri batako dan *paving block*, petani tebu, maupun masyarakat luas.

5. Kuat Tekan:

Hasil pengujian campuran abu ampas tebu yang maksimal yaitu kuat tekannya menggunakan variasi campuran abu ampas tebu sebesar 10%. Terlihat bahwa kuat tekan batako mengalami kenaikan pada penambahan jumlah abu ampas tebu sebesar 10% (Rahmanto & Ardiansyah, 2023). Kuat tekan batako akan mengalami kenaikan jumlah apabila persentase *bio-waste* produksi gula ditambah.

Semakin banyak jumlah limbah tulang ikan dan limbah abu ampas tebu dalam *paving block* maka semakin besar peluang terciptanya area cacat di dalam *paving block* (Santosa dkk., 2023). Hal ini karena ikatan antara semen berkurang yang menyebabkan ketidaklekatan antara material - material tersebut. *Paving Block* dengan abu ampas tebu yang mengalami penurunan kuat tekan tetapi tetap termasuk mutu yang baik, dan layak untuk digunakan dikarenakan mutu yang dihasilkan dari pengujian memenuhi standar SNI-03-061-1996 *paving block* diklasifikasikan sebagai berikut:

- Bata beton mutu A digunakan untuk jalan.
- Bata beton mutu B digunakan untuk peralatan parker.
- Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- Bata beton mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

6. Ketahanan Terhadap Air:

Dari hasil uji statistik menggunakan Microsoft Excel 2019 pengaruh variabel bebas X1 (campuran *paving block*) terhadap variabel terikat Y (daya serap air *paving block*) persentase pengaruhnya sebesar 84,26%, hal ini menunjukkan besarnya nilai kadar air *paving block* dipengaruhi oleh campurannya. Semakin tinggi campuran *bagasse ash* menyebabkan kenaikan daya serap air karena dalam *bagasse ash* mengandung senyawa karbon yang cukup tinggi (Oktavia dkk., 2023). Hal ini menunjukkan daya serap air yang semakin tinggi seiring penambahan persentase abu ampas tebu.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan *Bio-Waste* dari produksi gula dapat menjadi potensi besar untuk solusi terhadap permasalahan lingkungan dan iklim. Dalam konteks ini, *Bio-Waste* dari produksi gula dapat menjadi pembuatan bahan ramah lingkungan, pengurangan limbah, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, pemanfaatan *Bio-Waste* dari produksi gula memiliki nilai ekonomis, memiliki kuat tekan yang baik, dan tahan terhadap air.

Dengan mengoptimalkan pemanfaatan *Bio-Waste* dari produksi gula, kita dapat mengurangi pencemaran lingkungan, perubahan iklim, dan mendukung upaya pencapaian Sustainable Development Goals. Kontribusi dan kolaborasi antara pabrik-pabrik produksi gula, pemerintah, dan masyarakat merupakan suatu hal yang penting guna membantu mewujudkan dan mengimplementasikan gagasan inovasi yang telah kami buat.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada keluarga atas doa, dukungan, dan pengertian yang tiada henti. Kemudian, terima kasih kepada rekan penelitian ini atas semangat, motivasi, dan bantuan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Kolaborasi dan diskusi yang kondusif sangat membantu dalam menghadapi berbagai tantangan yang muncul.

Daftar Rujukan

- Antika, A. R., Ashara, H. A., Setiabudi, B., & H, H. (2023). Pemanfaatan Limbah Onggok Aren dan Ampas Tebu sebagai Inovasi Batako Ramah Lingkungan. *Jurnal Sipil dan Arsitektur*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.14710/pilars.1.2.2023.16-22>
- Azis, A. (2022). *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Paving Block* [Thesis, Universitas Medan Area]. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/18959>
- Dewi Purningsih. (2024, Mei 20). *Revolusi Industri 4.0 Menjadi Tantangan Kelestarian Lingkungan Hidup*. Greeners.Co. <https://www.greeners.co/berita/revolusi-industri-4-0-menjadi-tantangan-kelestarian-lingkungan-hidup/>
- Oktavia, C., Afina, S., & Amran, Y. (2023). INVESTIGASI PEMANFAATAN TANAH LEMPUNG DAN ABU AMPAS TEBU UNTUK PEMBUATAN PAVING BLOCK. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.24127/tp.v13i1.2955>
- Pratama, R. (2019). EFEK RUMAH KACA TERHADAP BUMI. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), Article 2.
- Rahmanto, A., & Ardiansyah, J. R. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BATAKO. *SIMETRIS*, 17.
- Santosa, N. G., Dermawan, D., & Ashari, M. L. (2023). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Paving Block. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 6(1), Article 1. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CPWTT/article/view/2780>
- Sidiq, N. A. (2023, Januari 31). *Gunakan Limbah Tebu untuk Fuel Cell, Tim Mahasiswa Teknik Nuklir Raih Juara 3 dan Best Paper di Ajang International Scientific Paper Competition – Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika*. <https://tf.ugm.ac.id/2023/01/31/itsnu/>
- Yusrianti, Y., Noverma, N., & Hapsari, O. E. (2019). Analisis Sifat Fisis Penyerapan Air Pada Paving Block Dengan Campuran Variasi Limbah Abu Ketel dan Limbah Botol Plastik. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.29080/alard.v5i1.747>