

## **PENGUNAAN *BIOCHAR* SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN *GREEN INDOOR PLAYGROUND* BERKELANJUTAN DI BATAM**

<sup>1</sup>Jeanny Laurens Pinassang <sup>2</sup> Dimas Iqbal Nurahman, <sup>3</sup>Billy Shevriyanto, <sup>4</sup>Gladies Imanda Utami Rangkuty, <sup>5</sup>Amanda Rosetia  
<sup>1-5</sup>Universitas Internasional Batam, Batam  
[gladies@uib.ac.id](mailto:gladies@uib.ac.id)

### **Informasi Naskah**

Diterima: 15/05/2022; Disetujui terbit: 03/06/2022; Diterbitkan:30/06/2022;  
<http://journal.uib.ac.id/index.php/jad>

### **ABSTRAK**

Majunya pembangunan di Batam mengakibatkan menipisnya area hijau dan area publik yang dapat dialokasikan sebagai tempat bermain anak-anak, sehingga pembentukan suatu *indoor playground* menjadi jawaban atas permasalahan tersebut. Perkembangan industri di Batam juga membuat kesehatan udara terancam, karena itu diperlukan penggunaan bahan bangunan yang tidak memperburuk keadaan lingkungan, namun berperan baik bagi pengguna juga lingkungan di sekitarnya. *Biochar*, bahan yang dinilai sebagai bahan baik untuk lingkungan, diteliti untuk menjadi campuran material bangunan. Melalui studi literatur dari berbagai sumber terkait penggunaan dan uji *biochar* khususnya pengaplikasiannya pada bahan bangunan, didapatkan berbagai bukti yang mendukung digunakannya *biochar* menjadi campuran bahan bangunan yang tepat untuk desain perancangan. Hasil dari penelitian ini kelak akan menunjukkan bahwa pengaplikasian *biochar* sebagai campuran bahan bangunan pada konsep perancangan suatu *green indoor playground* yang memiliki konsep *green architecture* dan *sustainable* dapat terbukti baik bagi pengguna dan lingkungan di Batam.

**Kata Kunci:** *Biochar*, Arsitektur Hijau, Tempat Bermain Dalam Ruang

### **ABSTRACT**

*The progress of development in Batam has resulted in the depletion of green areas and public areas that can be allocated as children's playgrounds, so the establishment of an indoor playground is the answer to these problems. Industrial development in Batam also threatens air health, therefore it is necessary to use building materials that do not worsen the environmental condition, but play a good role for users as well as the surrounding environment. Biochar, a material that is rated as a good material for the environment, is being investigated as a building material mixture. Through literature studies from various sources related to the use and testing of biochar, especially its application to building materials, various evidences have been obtained that support the use of biochar as an appropriate mixture of building materials. Result in this research will prove that application of biochar as mixture of building materials on indoor playground design that have green architecture and sustainable concept, play a good role for all of users and also Batam environment.*

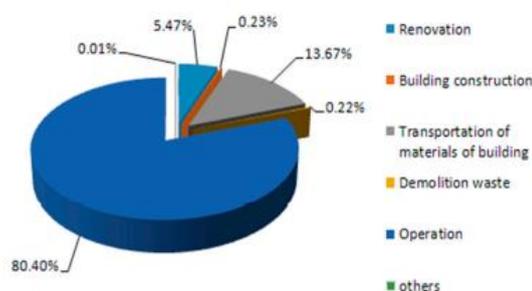
**Keyword:** *Biochar*, Green Architecture, Indoor Playground

## Pendahuluan

Taman bermain merupakan suatu ruang (terbuka ataupun tertutup) yang difungsikan untuk melakukan aktivitas berkumpul ataupun bermain suatu permainan yang pada umumnya didatangi oleh anak-anak. Taman bermain juga dikenal sebagai “tempat favorit” anak-anak, dan menjadi pengalaman yang sering mereka ceritakan saat masih sekolah (Pearson & Howe, 2017). Kala ini, dengan semakin majunya pembangunan ditambah pemanasan global yang terus menerus terjadi, membuat semakin menipisnya area hijau dan area publik yang dapat dialokasikan sebagai tempat bermain anak-anak. Pembangunan industri yang semakin *massive* di Batam khususnya, membuat diperlukan pengalokasian tempat bermain anak-anak yang berfungsi sebagai sarana edukasi ke suatu tempat yang lebih nyaman dan tentunya aman, serta tidak mengganggu proses majunya industri di Batam. Konsep pembangunan suatu tempat bermain anak-anak yang mengedukasi di suatu bangunan berbentang lebar dengan konsep *green building* serta penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan dan juga aman untuk anak-anak dapat menjadi penyelesaian dari permasalahan tersebut.

## Kajian Pustaka

*Green building* memiliki banyak definisi, salah satunya, Kibert mendefinisikan *green building* sebagai suatu *healthy facilities* yang didesain dan juga dibuat untuk menghemat energi, menggunakan prinsip ekologi. Dalam hal ini, *green building* telah menjadi sebutan lain untuk bangunan berkelanjutan ataupun bangunan dengan teknologi tinggi (Zuo & Zhao, 2014). Kala ini, dalam penerapannya diperlukan sertifikasi atau penilaian apakah suatu bangunan termasuk kedalam *green building*, seperti proses desain yang terintegrasi untuk membuat proyek yang merespon lingkungan, efisiensi sumber daya melalui siklus di dalam bangunan (mulai dari penentuan lokasi, sampai ke desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi, dan pembongkaran) (Vierra, 2018). Berdasarkan keseluruhan teori siklus kehidupan, penggunaan energi pada bangunan dibagi menjadi proses konsumsi energi pada bangunan dan juga konsumsi energi pada bangunan. Dalam mengurangi konsumsi energi pada seluruh siklus kehidupan bangunan, dapat dilakukan mulai dari mengurangi penggunaan energi yang berhubungan dengan ontology bangunan, kemudian mengurangi penggunaan energi dalam proses konstruksi bangunan (Zhang et al., 2018).



**Gambar 1.** Proporsi penggunaan energi dalam siklus bangunan di China (Sumber : (Zhang et al., 2018))

Berdasarkan standar STO NOSTROI 2.35.4-2011 “Green Building”, kategori dari penilaian

lingkungan berkelanjutan “Energy saving and energy efficiency” mencakup kriteria : penggunaan panas untuk penghangatan dan sistem ventilasi, penggunaan panas untuk sistem air panas, penggunaan energi listrik (untuk pencahayaan, sistem mesin, pendingin ruangan pada bangunan), dan penggunaan energi listrik untuk produk dan peralatan elektronik (Gladkih et al., 2019). Jumlah penggunaan energi dari berbagai sektor, dalam data penggunaan energi tahunan, penggunaan energi pada bangunan komersial berdasarkan energi primer, (sebagai contoh) untuk pencahayaan (20,2%), penghangatan ruangan (16%), pendingin ruangan (14,5%), ventilasi (9,1%), refrigasi (6,6%), lain-lain (33,6%). Dari data, mengindikasikan bahwa sekitar 60% energi terpakai berhubungan dalam sistem kontrol bangunan (Treado & Yan Chen, 2013). Tujuan penghematan penggunaan energi pada bangunan publik yang besar, adalah menggunakan energi yang lebih kecil kemungkinannya untuk menjamin kebutuhan bangunan, dari segi pemanfaatan energi, untuk meningkatkan efisiensi konversi energi. Secara efektif, *building energy consumption monitoring system* dapat memberikan data yang spesifik terkait penggunaan energi, menjelaskan situasi yang spesifik secara kuantitatif, dan menjadi pondasi dalam menjamin penghematan energi bangunan bekerja dengan lancar (Zhu & Li, 2015). Desain berkelanjutan menyediakan cara hidup yang lebih ramah lingkungan dan juga diharapkan dapat menyelesaikan hambatan yang datang dari waktu ke waktu. Pada maknanya, kata “keberlanjutan” menggambarkan cara dan kualitas hidup kita yang memungkinkan kita untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa menghabiskan sumber daya atau merusak ekosistem, untuk generasi masa depan. Pada pembuatan desain berkelanjutan, akan selalu berkaitan antara “green architecture”, “ecological”, dan juga “environment”. Hasil utamanya adalah kreasi desain yang memiliki harmoni dengan lingkungan (Allam, 2012). Dalam pencarian material bangunan yang sesuai, *biochar* menjadi salah satu material yang dipilih dan dianggap paling sesuai dengan kondisi perancangan. Artikel ini ditujukan untuk menganalisa penggunaan *biochar* sebagai material bangunan yang dianggap mendukung konsep *green building* dalam pembangunan desain *indoor-playground* di Batam.

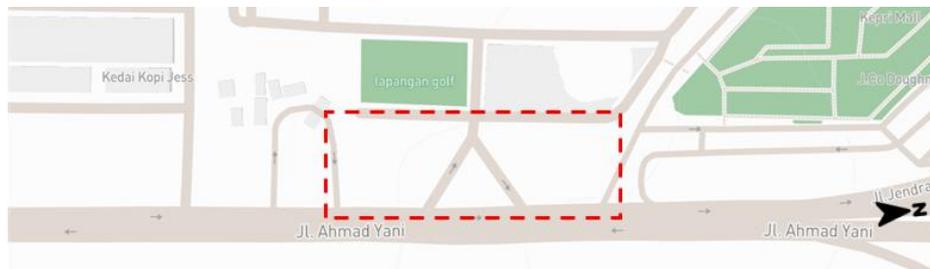
### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam rangka menganalisa efektivitas penggunaan *biochar* sebagai material bangunan *indoor playground* di kota Batam yang menggunakan konsep *green building*. Hal ini dimaksudkan sebagai bahan referensi bagi para peneliti ataupun pihak yang berkepentingan dalam mencari material bangunan yang mendukung pembangunan suatu bangunan berkonsep *green building*. Penulis menggunakan pendekatan kualitatif dengan melakukan studi literatur terkait *biochar* mulai dari proses pembuatan, juga secara khusus terkait penggunaannya sebagai material bangunan. Dijabarkan secara deskriptif terkait penyesuaian hasil analisa dengan desain perancangan ataupun lokasi di kota Batam. Dalam penulisan artikel ini, penulis melakukan pengumpulan data sekunder melalui pencarian berbagai jenis studi literatur ataupun penelitian terkait aplikasi *biochar*.

### Hasil dan Pembahasan

Kualitas udara di kota Batam semakin memburuk seiring waktu. Menurut permodelan AirVisual, indeks kualitas udara (AQI) Batam berada di angka 137 (Tidak sehat untuk beberapa grup sensitif) pada April 2021. Hal ini diperparah karena adanya polusi akibat kebakaran hutan di Riau lalu. Terlepas dari peristiwa tersebut, indeks kualitas udara (AQI) Batam berada di kondisi sedang, masih jauh dari kondisi sehat. Semakin tingginya angka polusi udara tentu terjadi akibat pembangunan yang terjadi di suatu kota. Berkembangnya

suatu kota, membuat semakin berkurangnya area hijau dan juga menjadikan kota lebih ramai penduduk dengan adanya lapangan pekerjaan. Lokasi perancangan yang direncanakan merupakan taman pasif yang berlokasi di Golf Residence, Batam (lihat gambar 2). Terletak strategis, berdekatan dengan pusat keramaian, dan juga bersebelahan langsung dengan jalan arteri utama, membuat polusi udara di wilayah ini cukup dapat dirasakan di lokasi khususnya di siang hari.

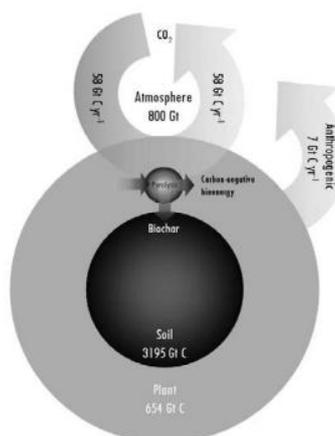


**Gambar 2.** Site lokasi perancangan (Sumber : Mapbox, 2021).

Perancangan lokasi menjadi suatu indoor playground mengharuskan terciptanya kenyamanan dan keamanan bagi user sebaik mungkin karena bisa berakibat fatal bagi para anak-anak yang merupakan user. Gas rumah kaca terbentuk dari sejumlah besar karbondioksida ( $CO_2$ ) yang merupakan hasil dari aktivitas manusia. Proses produksi gas ini terwujud mulai dari penggunaan bahan bakar fosil sampai ke produksi semen, yang telah dibuktikan melalui studi kasus berkontribusi sebesar 8% dari jumlah  $CO_2$  di dunia (Akinyemi & Adesina, 2020). Telah dilakukan berbagai penelitian terkait berbagai material tambahan semen, dengan menggunakan bahan daur ulang konstruksi, limbah pembongkaran, dan juga limbah industry untuk meringankan efek negative dari jejak karbon yang dihasilkan material semen pada lingkungan. Penggunaan limbah tersebut menghasilkan pengurangan yang signifikan pada kandungan karbon dan energy komposit semen dalam langkah pembuatan manajemen limbah yang efektif. Secara umum, komposit semen dengan karbon rendah dapat dihasilkan dengan menggabungkan material dengan kandungan karbon yang rendah seperti limba, dan material daur ulang.

Dalam penelitian terbaru, menemukan bahwa material inkonvensional penting lain untuk mengisi celah yang ada adalah dengan mengadaptasi biochar sebagai campuran alami. Biochar adalah konsep baru yang telah dipromosikan secara primer sebagai bentuk penyimpanan karbon juga potensinya yang bermanfaat dalam produksi bioenergy, tanah, dan produktivitas tanaman. Potensi lainnya mencakup mereduksi pencucian nitrat, penyerapan kontaminan seperti arsenic, tembaga dalam tanah, dan mereduksi jejak emisi gas dari tanah. Potensi ini menjadikan biochar menjadi salah satu bahan yang berpotensi sangat besar dalam mendukung konsep health architecture, ataupun sebatas menjadi bahan bangunan yang menjamin aspek kesehatan untuk para user di dalam building. Dengan penggunaan biochar dalam perancangan indoor playground yang diinginkan, kriteria keamanan dan kenyamanan dapat tercapai, para anak-anak sebagai user dapat bermain dengan leluasa dan berkepanjangan, serta sang orang tua dapat dengan tenang membiarkan anaknya bermain di tempat. Biochar juga berguna dalam industri pengolahan limbah dalam mendukung pemulihan limbah agar dapat digunakan kembali sebagai produk (Shackley, n.d.). Ketertarikan utama pada biochar adalah penggunaannya untuk menangkap karbondioksida di dalam atmosfer dan meenyimpannya di dalam tanah dalam bentuk yang

sangat stabil. Terkait hal tersebut, produksi biochar dideskripsikan sebagai teknologi karbon negative yang dapat menyediakan mitigasi yang efektif terhadap perubahan iklim (Ok et al., 2015). Fungsi biochar yang baik dalam mereduksi kandungan karbondioksida di atmosfer membuat desain perancangan dapat berlangsung lama, dan berdampak baik bukan hanya pada user, melainkan juga pada lingkungan sekitar, terutama di area Golf Residence, Batam, yang sangat padat dengan kendaraan dan memiliki polusi udara yang cukup tinggi (lihat gambar 3). Hal ini mendorong terwujudnya konsep sustainable design yang dikonsepsikan pula pada desain perancangan green indoor playground. Bahan biochar terbukti baik bagi lingkungan bukan hanya karena menangkap karbondioksida di atmosfer, juga karena dapat mengurangi limbah. Pengaturan limbah hewan dan tanaman dari pertanian memiliki beban lingkungan signifikan yang dapat berujung pada polusi di tanah dan permukaan air. Biochar yang dapat diproduksi dari limbah tanaman dan hewan ini membuat produksi bahan ini ikut serta dalam mengatur dan memfungsikan limbah. Pengaturan kualitas yang tegas harus diaplikasikan pada biochar, lebih tepatnya untuk biochar yang diproduksi dari limbah, namun juga dari berbagai bahan baku. Patogen yang memiliki kemungkinan memunculkan rintangan dalam pengaplikasian pupuk kandang pada tanah, atau lumpur limbah, dihilangkan melalui pyrolysis, yang beroperasi diatas 350°C dan itu merupakan alternatif untuk aplikasi langsung ke tanah (Iadonisi & Levi, 1984 diedit oleh Lehmann & Joseph, 2009). Dengan produksi biochar melalui limbah juga dapat berkontribusi dalam menjaga lingkungan, hal ini sejalan dengan konsep sustainable dan 'baik untuk lingkungan' yang ingin diterapkan pada konsep perancangan.



**Gambar 3.** Siklus karbon secara global dari produktivitas bersih primer  
 Sumber : Biochar for Environmental Management, Science and Technology, 2009

Siklus karbon secara global dari produktivitas bersih primer (total bersih fluks fotosintesis dari atmosfer menjadi tanaman) dan melepaskan ke atmosfer dari tanah (melalui mikroorganisme pengurai bahan organik) dalam perbandingan dengan total karbon di tanah, tanaman, atmosfer, dan emisi karbon antropogenik (hasil jumlah dari bahan bakar fosil dan penggunaan lahan Dalam hal ketahanan, telah dilakukan penelitian terkait hal serupa, namun diaplikasikan sebagai campuran aspal (Zhao et al., 2014). Dalam pengujian digunakan dua bahan lainnya sebagai pembanding, yaitu carbon black dan carbon fiber (lihat tabel 1.)

**Tabel 1.** Campuran Aspal Terevaluasi dalam Penelitian

Campuran Aspal	Tambahan	Konten Tambahan (%)
----------------	----------	---------------------

PG 64-22 control mix	-	-
		23.6
Modified mix	Biochar	5
		10
	Carbon black	5
		10
	Carbon fiber	5
		10

Catatan: - = tidak dapat diaplikasikan  
Sumber: (Zhao et al., 2014)

Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa biochar dapat mengurangi kerentanan kelembaban dengan penambahan dalam jumlah kecil. Biochar berfungsi lebih baik dibandingkan dua bahan penguji lainnya (carbon black dan carbon fiber) dalam meningkatkan ketahanan kelembaban. Dengan berbagai uji yang dilakukan oleh Zhao, et.al, di tahun 2014, menunjukkan bahwa biochar juga mungkin dapat meningkatkan ketahanan dari keretakan. Hasil penelitian yang dilakukan pada studi literatur tersebut menambah kembali keunggulan penggunaan biochar, dan membuktikan bahwa pengaplikasian biochar sebagai material bangunan dapat memiliki ketahanan yang baik sehingga sustainable.

### Kesimpulan

Penggunaan *biochar* sedang dalam tingkat pengenalannya dan juga pengembangannya belakangan ini. Keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh *biochar* sebagai material bangunan sangatlah mendukung konsep *green architecture* dan juga *sustainable* yang ingin diterapkan dalam konsep perancangan *green indoor playground* di kota Batam. Penyerapan karbon yang dilakukan oleh *biochar* pada atmosfer, bukan hanya menunjang aspek kesehatan di dalam bangunan, namun juga ikut berperan dalam memperbaiki lingkungan sekitar, khususnya di Batam yang memiliki polusi udara yang cukup meresahkan belakangan ini. Produksi bahan *biochar* yang berasal dari limbah juga menjadi keunggulan tersendiri dibandingkan bahan bangunan lainnya. Limbah tanaman dan hewan yang menjadi beban lingkungan yang signifikan, dapat berujung pada polusi tanah dan permukaan air. Dengan *biochar* yang dapat diproduksi dari limbah tanaman dan hewan, dapat mengatur dan memfungsikan limbah, sehingga berperan baik pada lingkungan. Penelitian yang dilakukan terkait ketahanan juga, menunjukkan bahwa penggunaan bahan *biochar* memiliki keunggulan dalam meningkatkan ketahanan kelembaban dan juga ketahanan pada peretakan. Aspek ketahanan ini menjadikan *biochar* sebagai salah satu campuran bahan bangunan yang dapat mendukung konsep berkelanjutan atau *sustainable* pada suatu bangunan, yang dimana sangat cocok kembali untuk desain perancangan *green indoor playground* yang diinginkan. Dengan fungsi penyerapan karbon yang mendukung aspek keamanan dalam hal kesehatan bagi para *user* (anak-anak), baik untuk lingkungan (penyerapan CO<sub>2</sub> di atmosfer dan juga pengaturan limbah), dan ketahanan yang memadai, dapat disimpulkan bahwa *biochar* dapat menjadi bahan bangunan yang memadai dan tepat untuk perancangan *green indoor playground* yang terletak di kota Batam. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi terkait penggunaan *biochar* sebagai material bangunan, khususnya pada perancangan *green indoor playground* dan semoga terdapat penelitian lanjutan terkait penggunaan *biochar* dalam pengaplikasiannya sebagai bahan bangunan, baik di kota Batam, ataupun kota lainnya, dengan kondisi serupa.

## Daftar Pustaka

- Akinyemi, B. A., & Adesina, A. (2020). Recent advancements in the use of biochar for cementitious applications: A review. *Journal of Building Engineering*, 32(August), 101705. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101705>
- Allam, Z. (2012). Sustainable Architecture: Utopia or feasible reality? *Journal of Biourbanism*, January 2012.
- Gladkih, A. M., Yu Konyuhov, V., Galyautdinov, I. I., & Shchadova, E. I. (2019). Green building as a tool of energy saving. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 350(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/350/1/012032>
- Iadonisi, G., & Levi, A. C. (1984). Electron-hole pair excitation in atom-surface scattering. In *International Journal of Quantum Chemistry* (Vol. 26, Issue 5). <https://doi.org/10.1002/qua.560260520>
- Ok, Y. S., Chang, S. X., Gao, B., & Chung, H. J. (2015). SMART biochar technology-A shifting paradigm towards advanced materials and healthcare research. *Environmental Technology and Innovation*, 4, 206–209. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2015.08.003>
- Pearson, R., & Howe, J. (2017). Pupil participation and playground design: listening and responding to children's views. *Educational Psychology in Practice*, 33(4), 356–370. <https://doi.org/10.1080/02667363.2017.1326375>
- Shackley, S. (n.d.). *SRF Sawmill residues Miscanthus SRC and FRs Related papers The feasibility and costs of biochar deployment in*.
- Treado, S., & Yan Chen, Y. C. (2013). Saving building energy through advanced control strategies. *Energies*, 6(9), 4769–4785. <https://doi.org/10.3390/en6094769>
- Vierra, S. (2018). Green Building Standards And Certification Systems. *Whole Building Design Guide*, 1–51. <https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>
- Zhang, Y., Kang, J., & Jin, H. (2018). A review of green building development in China from the perspective of energy saving. *Energies*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/en11020334>
- Zhao, S., Huang, B., Shu, X., & Ye, P. (2014). Laboratory investigation of biochar-modified asphalt mixture. *Transportation Research Record*, 2445(April 2015), 56–63. <https://doi.org/10.3141/2445-07>
- Zhu, J., & Li, D. (2015). Current Situation of Energy Consumption and Energy Saving Analysis of Large Public Building. *Procedia Engineering*, 121, 1208–1214. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.140>
- Zuo, J., & Zhao, Z. Y. (2014). Green building research-current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 271–281. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021>