

"Bumbung Lestari: Aplikasi Serat Sabut Kelapa dalam Genting untuk Penurunan Suhu"

Rahayu Mhd Adnan^{1*}, Mohamad Khairi Mat Yaacob¹, Mohd Shahrezal Abd Hamid¹

¹Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, 23000 Dungun, Terengganu

***Corresponding author E-mail:** rahayu@psmza.edu.my

Abstrak

Kajian ini meneliti kesan penambahan serat sabut kelapa terhadap keupayaan atap genting konkrit dalam mengurangkan suhu. Dalam kajian ini, serat sabut kelapa dicampurkan dengan bahan asas pembuatan atap genting seperti simen dan pasir pada berat yang berbeza iaitu 10 gram, 15 gram dan 20 gram untuk menilai kesannya terhadap pengurangan suhu. Ujian dijalankan dengan membandingkan suhu atap genting konvensional (kawalan) dan atap genting campuran serat sabut kelapa di bawah pendedahan matahari secara langsung selama 4 jam. Daripada data ujian, jelas menunjukkan bahawa atap genting dengan penambahan serat sabut kelapa sebanyak 20 gram mencatatkan nilai suhu yang terendah berbanding sampel dengan 15 gram dan 10 gram serat sabut kelapa. Hasil analisis data, jelas menunjukkan bahawa penggunaan serat sabut kelapa dalam campuran atap genting berupaya mengurangkan serapan haba berbanding atap genting konvensional. Kajian ini merupakan satu alternatif dalam menyumbang kepada pembangunan bahan binaan yang lebih lestari dan mesra alam dengan memanfaatkan sumber semula jadi yang boleh diperbaharui. Oleh itu, hasil kajian ini diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan bagi industri pembinaan dalam usaha mengurangkan kesan haba di kawasan tropika.

Kata Kunci: Serat Sabut Kelapa; Atap Genting ; Serapan Haba; Alternatif; Lestari; Kawasan Tropika

1.0 Pengenalan

Seiring dengan era modenisasi, bahan binaan yang mampan dan mesra alam menjadi keutamaan dalam industri pembinaan bagi menangani cabaran terhadap perubahan iklim dan pengurangan sumber semula jadi. Inovasi dalam pembuatan bahan binaan hijau semakin berkembang dengan penggunaan bahan alternatif yang membantu meningkatkan kecekapan tenaga dan mengurangkan impak terhadap alam sekitar. Sektor pembinaan perlu mengubah cara operasi daripada tidak mempedulikan impak alam sekitar kepada mod baharu yang membantu meningkatkan aspek alam sekitar (Nazirah, 2009)

Dalam usaha mencari penyelesaian yang lebih mesra alam dan berkesan, sabut kelapa telah dikenal pasti sebagai antara bahan tambahan semula jadi yang berpotensi dalam penyerapan haba pada atap genting. Sabut kulit kelapa, hasil sampingan pemprosesan kelapa, bukan sahaja banyak dan berdaya maju dari segi ekonomi, tetapi juga mesra alam. Seperti yang dinyatakan oleh Ekpenyong et al. (2022), sabut kelapa dicirikan oleh kandungan lignoselulosa yang tinggi mampu meningkatkan ketahanan dan ketahanan terhadap kerosakan alam sekitar. Bahan ini mempunyai sifat struktur yang unik, menyumbang kepada potensi utilitinya sebagai cara penebat yang berkesan. Di samping itu, sifatnya yang ringan boleh mengurangkan beban umum dalam struktur bumbung, yang berfaedah dalam aplikasi seni bina. Sifat-sifat ini menjadikan gentian kulit kelapa bahan yang berpotensi sebagai campuran dalam pembuatan terutamanya di kawasan yang mempunyai banyak pokok kelapa.

Ketahanan terhadap penyerapan haba adalah faktor yang penting dalam pemilihan siling, kerana ia secara langsung mempengaruhi keadaan iklim dalaman dan penggunaan tenaga. Bahan bumbung tradisional seperti konkrit dan tanah liat cenderung mempamerkan jisim haba yang tinggi, yang boleh menyebabkan pengekalan haba yang berlebihan, terutamanya dalam iklim yang lebih panas. Sebaliknya, struktur berliang dengan sabut kelapa boleh membantu penyerapan haba dan pengudaraan yang unggul, akhirnya menyumbang kepada ruang dalaman yang paling sejuk. Menurut Adeniji et al. (2020) yang mencadangkan bahawa sebatian sabut kelapa boleh memberikan sifat penebat haba yang lebih baik, yang berpotensi mengurangkan pergantungan pada sistem penyejukan mekanikal dan pengurangan kos tenaga.

Bahan bumbung utama yang digunakan secara tradisional dalam beberapa reka bentuk termasuk atap genting asphalt, atap genting tanah liat, kepingan logam dan atap genting konkrit. Setiap bahan ini mempunyai sifat unik dan ciri prestasi haba yang mempengaruhi kesesuaiannya dalam iklim yang berbeza. Ini boleh membawa kepada peningkatan suhu dalaman, yang memerlukan penggunaan penghawa dingin yang lebih besar, yang boleh mengatasi sebarang penjimatan tenaga awal yang berkaitan dengan kosnya yang rendah (Ijjada dan Nayaka, 2022).

Walaupun bahan tradisional selalunya memerlukan tenaga yang ketara untuk pengeluaran dan boleh menyumbang kepada kos perkhidmatan awam yang lebih tinggi dalam iklim panas, gentian semula jadi seperti yang diperoleh daripada sabut kelapa menawarkan sifat unik yang boleh meningkatkan penebat haba (Yemoh et al., 2024).

Penebat haba adalah penunjuk prestasi utama untuk bahan bumbung, kerana ia secara langsung mempengaruhi kecekapan tenaga dan keselesaan haba dalaman. Kajian telah menunjukkan bahawa serat sabut kelapa mempunyai kekonduksian terma yang rendah, yang berfaedah untuk mengekalkan suhu dalaman yang dikehendaki. Robert et al. (2019) menyerlahkan penebat haba sebenar komposit gentian kelapa, membuktikan bahawa bahan-bahan ini boleh mengekalkan kadar pemindahan haba yang lebih rendah daripada bahan bumbung tradisional seperti tanah liat atau jubin konkrit. Ciri ini dikaitkan dengan struktur berserabut kulit kelapa, yang memerangkap udara di dalam matriksnya, sekali gus mengurangkan aliran haba. Penggunaan gentian kulit kelapa dalam bahan komposit berpotensi membawa kepada penjimatan tenaga yang ketara dalam kos pemanasan dan penyejukan, yang merupakan asas di kawasan sederhana di mana prestasi haba adalah penting.

Sebagai tambahan kepada sifat penebat habanya, gentian kulit kelapa menunjukkan rintangan mekanikal yang besar. Guna et al. (2021) telah menjalankan ujian rintangan mampatan dan daya tarikan pada komposit bertetulang gentian kelapa, mendedahkan bahawa bahan-bahan ini mengekalkan integriti struktur di bawah tekanan sambil menunjukkan fleksibiliti. Ketahanan ini sangat berfaedah dalam aplikasi penutup, kerana ia membolehkan jubin menahan faktor persekitaran seperti turun naik angin, hujan dan suhu tanpa menjejaskan prestasi atau jangka hayatnya. Gabungan penebat haba dan kedudukan rintangan mekanikal dalam gentian kulit kelapa sebagai komponen serba boleh dalam bahan binaan yang memenuhi keperluan fungsi

1.1 Pernyataan Masalah

Dalam keadaan iklim tropika seperti di Malaysia, suhu dalaman bangunan yang tinggi menjadi isu utama yang memberi kesan kepada keselesaan penghuni dan meningkatkan penggunaan tenaga bagi tujuan penyejukan. Atap genting simen atau konkrit menyebabkan serapan dan memindahkan haba ke ruang dalaman yang sekali gus meningkatkan suhu dalam bangunan. Menurut Alam, M.M., et al. (2022), atap genting tanah liat dan konkrit mencatatkan suhu permukaan 60-75°C pada waktu puncak panas yang akan meningkatkan suhu dalaman bangunan sebanyak 4-8°C.

Sabut kelapa ialah bahan semula jadi yang berpotensi tinggi sebagai bahan penebat haba kerana struktur seratnya yang berongga, ringan dan kaya dengan kandungan lignoselulosa. Menurut kajian oleh Asim, N., et al. (2021), menyatakan penggunaan sabut kelapa boleh membantu mengurangkan suhu dalaman sebanyak 2-5°C dalam simulasi iklim tropika. Namun begitu, kajian keberkesanan penggunaan serat sabut kelapa dalam genting konkrit masih kurang diterokai, khususnya dalam konteks perbandingan variasi berat serat terhadap prestasi haba.

Terdapat kajian terdahulu yang mengkaji penggunaan sabut kelapa dalam komposit pembinaan, namun masih kurang penyelidikan yang meneliti secara spesifik keberkesanan sabut kelapa dalam mengurangkan penyerapan haba melalui pengujian langsung prototaip atap genting konkrit berskala kecil. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengisi jurang tersebut dengan menilai kadar penyerapan haba atap genting yang ditambah dengan serat sabut kelapa dengan tiga varisai berat iaitu 10 gram, 15 gram dan 20 gram. Kajian ini memberikan tumpuan khusus terhadap suhu dalaman yang direkodkan selepas pendedahan cahaya matahari secara langsung selama empat jam.

1.2 Objektif Kajian

Objektif utama kajian ini dijalankan ialah:

- i. Mereka bentuk atap genting dengan menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah.
- ii. Menjalankan ujikaji penyerapan haba antara atap genting yang sedia ada dengan atap genting yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah alternatif dengan berat yang berbeza iaitu 10 gram, 15 gram dan 20 gram.
- iii. Mengenal pasti campuran serat sabut kelapa yang paling sesuai dalam penghasilan atap genting, berdasarkan penurunan suhu sebagai petunjuk pengurangan penyerapan haba.

2.0 Bahan Dan Kaedah

2.1 Reka Bentuk Atap Genting

Kajian ini melibatkan mereka bentuk atap genting konkrit dengan menambahkan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah. Campuran asas terdiri daripada simen dan pasir dengan nisbah 1:4. Serat sabut kelapa pada mulanya diproses untuk menjamin kebersihan dan keseragaman. Ini merangkumi pengeringan, mencuci, dan pemotongan kepada saiz 1-3 cm panjang untuk memastikan keseragaman dan kebersihan bahan. Serat tersebut kemudian ditambah ke dalam campuran atap genting dalam tiga variasi berat iaitu 10 gram, 15 gram dan 20 gram. Campuran dibentuk menggunakan acuan kayu bersaiz 300 mm x 420 mm x 12 mm bagi menghasilkan bentuk atap genting yang seragam.

2.2 Proses Pengeringan Sampel Atap Genting

Sampel atap genting yang telah dibentuk dibiarkan mengering sepenuhnya di bawah cahaya matahari selama 2 hari sebelum ujian penyerapan haba dijalankan.

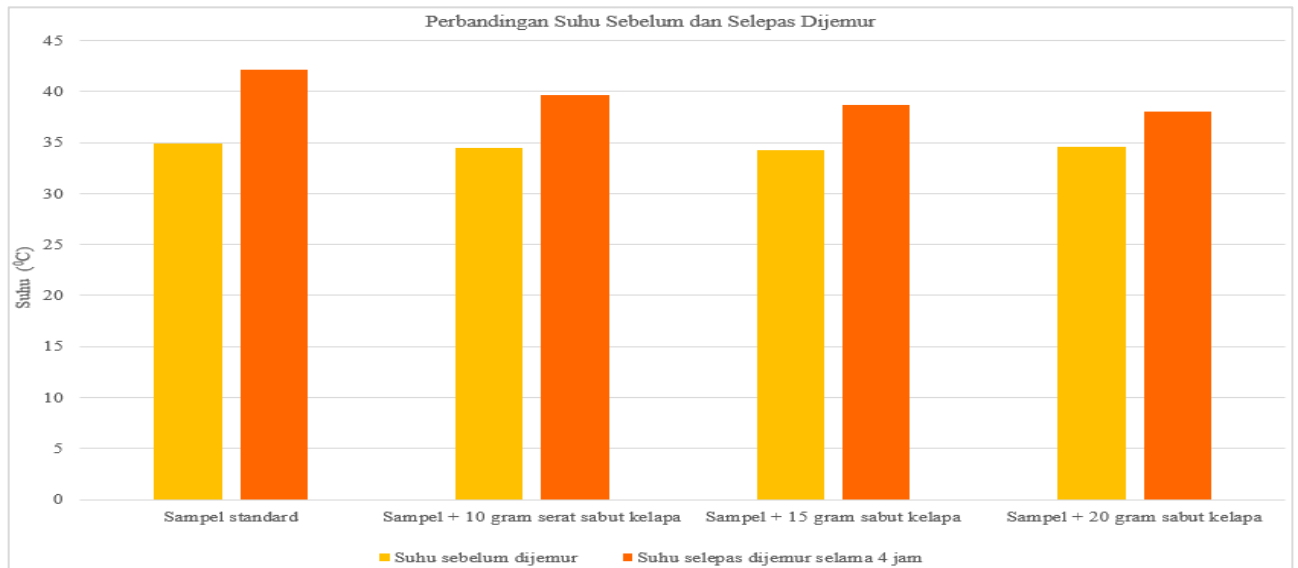
2.3 Ujian Penyerapan Haba

Bagi menilai kadar penyerapan haba, satu sampel atap genting konkrit standard (tanpa sabut) dan tiga jenis sampel atap genting campuran serat sabut kelapa dengan variasi berat 10 gram, 15 gram dan 20 gram. Sampel diletakkan di atas kotak kayu bersaiz 420 mm x 330 mm dan dibiarkan terdedah kepada cahaya matahari secara langsung selama empat jam dari 12:00 tengah hari hingga 4:00 petang. Termometer digital digunakan untuk merekodkan suhu dalaman kotak kayu sebelum dan selepas pendedahan sebagai simulasi keadaan haba maksimum pada siang hari.

2.4 Kaedah Analisis

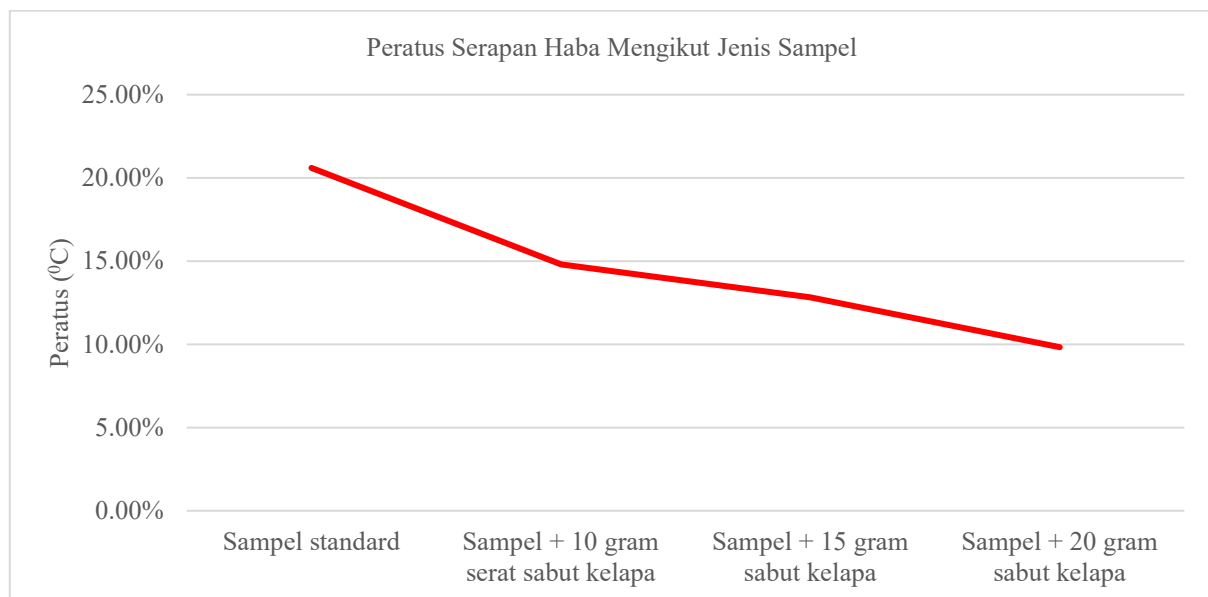
Data suhu dianalisis secara deskriptif. Perbandingan dibuat dengan berdasarkan perbezaan suhu sebelum dan selepas pendedahan serta kadar peratus serapan haba. Sampel dengan campuran sabut kelapa yang menunjukkan penurunan suhu tertinggi dikenal pasti sebagai campuran yang paling berkesan untuk tujuan penebatan haba.

3.0 Keputusan Dan Perbincangan



Rajah 1: Perbandingan Suhu Sebelum dan Selepas Dijemur

Rajah 1 menunjukkan perbandingan suhu sebelum dan selepas pendedahan matahari. Daripada graf, ia menunjukkan corak perubahan suhu merentas semua variasi sampel atap genting. Suhu semua atap genting sebelum dijemur di bawah cahaya matahari adalah dalam lingkungan suhu yang dengan suhu yang sama iaitu sekitar 34°C. Setelah dijemur selama 4 jam didapati, atap genting konkrit standard mengalami kenaikan suhu sehingga 42.1°C, atap genting dengan campuran 10 gram serat sabut kelapa 39.6°C, atap genting dengan campuran 15 gram yang mempunyai kandungan serat sabut kelapa 38.7°C, dan sampel atap genting dengan campuran 20 gram serat sabut kelapa dengan suhu 28.0°C. Daripada graf di atas jelas menunjukkan atap genting dengan campuran serat sabut kelapa 20 gram mengalami kenaikan suhu yang lebih kecil. Dapat dibuat kesimpulan bahawa serat sabut kelapa mampu mengurangkan peningkatan suhu di bawah cahaya matahari dan ini disokong oleh kajian Mintorogo et al. (2023), yang menyatakan bahawa bumbung konkrit yang diperkuat dengan gentian kelapa mampu mengurangkan suhu dalaman bilik sebanyak 2.8–3.1°C berbanding bumbung konkrit biasa.



Rajah 2: Peratus Serapan Haba

Rajah 2 menunjukkan kadar peratus serapan haba mengikut sampel yang menggambarkan peratusan haba yang diserap oleh atap genting. Daripada graf dapat diperhatikan bahawa atap genting standard menyerap haba yang paling banyak iaitu dengan peningkatan suhu sebanyak 20.6%. Sebaliknya, atap genting dengan campuran 20 gram gentian kelapa menunjukkan penyerapan haba terendah iaitu hanya 9.83%. Pengurangan ketara ini menunjukkan bahawa gentian kelapa bertindak sebagai penebat haba yang berkesan apabila dicampurkan ke dalam bahan binaan bumbung.

4.0 Kesimpulan

Penemuan eksperimen dan analisis data kajian ini menunjukkan bahawa campuran serat sabut kelapa ke dalam atap genting konkrit mengurangkan penyerapan haba dengan ketara, menjadikannya berpotensi untuk digunakan sebagai bahan tambah dalam atap genting konvensional. Hubungan songsang antara berat serat sabut kelapa dan serapan haba menunjukkan kenaikan minimum, gentian semula jadi boleh meningkatkan penebat haba dengan ketara. Selain meningkatkan prestasi atap genting, serat sabut kelapa mampu diaplikasikan sebagai alternatif mengurangkan pergantungan kepada bahan sintetik dan membantu memberikan nilai tambah bagi sisa daripada kelapa. Kajian seterusnya perlu dijalankan dengan memberikan fokus kepada rintangan cuaca jangka panjang, integriti mekanikal dan kebolehskalaan ekonomi atap genting untuk mentakrifkan fungsinya secara komprehensif dalam rangka kerja ke arah pembinaan hijau.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin (PSMZA) atas kemudahan penyelidikan dan sokongan yang diberikan sepanjang tempoh kajian ini. Terima kasih khas diucapkan kepada Jabatan Kejuruteraan Awam atas bimbingan teknikal dan kerjasama.

Rujukan

- Abidin, M. N. S. Z., & Zulkifli, I. M. (2022). Roofing Tiles Innovation Based on Seashells, Coconut Fiber and Sodium Lignosulfonate. *Jurnal Kejuruteraan, Teknologi and Sains Sosial (JKTSS)*, 8(1), 101-108.
- Adeniji, A. O., Olorunnisola, A. O., & Jr Savastano, H. (2020, December). Physico-Mechanical Properties and Weathering Performance of Coconut Husk Fibre-Reinforced Composite Roofing Tiles Produced with Selected Cement Admixtures. *In World Conference on Byproducts of Palms and their Applications* (pp. 103-115). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Adeniji, A. O., Olorunnisola, A. O., & Savastano, H. (2020, December). Effects of Selected Cement Admixtures and Accelerated Curing on Physico-Mechanical Properties of Coconut Husk Fibre-Reinforced Composite Roofing Tiles. *In World Conference on Byproducts of Palms and their Applications* (pp. 129-142). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Alam, M. M., et al. (2022). "Thermal Performance Evaluation of Conventional Roofing Materials in Tropical Climates: A Case Study in Malaysia." *Building and Environment*, 207, 108456.
- Aramwit, P., Sheng, D. D. C. V., Moorthy, G. K., Guna, V., & Reddy, N. (2023). Rice husk and coir fibers as sustainable and green reinforcements for high performance gypsum composites. *Construction and Building Materials*, 393, 132065.
- Asim, N., et al. (2021). "Coconut Coir-Based Insulation Materials for Energy-Efficient Buildings: A Review." *Journal of Cleaner Production*, 279, 123608.

- De Silva, G. S., & Naveen, P. (2024). Effect of rice husk ash and coconut coir fiber on cement mortar: enhancing sustainability and efficiency in buildings. *Construction and Building Materials*, 440, 137326.
- Ekpenyong, N. E., Umoren, G. P., Udo, I. E., & Yawo, O. J. (2022). Assessment of thermophysical and mechanical properties of composite panels fabricated from untreated and treated coconut husk particles for structural application. *Journal of Brilliant Engineering*, 2, 4547.
- Guna, V., Yadav, C., Maithri, B. R., Ilangovan, M., Touchaleaume, F., Saulnier, B., ... & Reddy, N. (2021). Wool and coir fiber reinforced gypsum ceiling tiles with enhanced stability and acoustic and thermal resistance. *Journal of Building Engineering*, 41, 102433.
- Ijjada, N., & Nayaka, R. R. (2022). Review on properties of some thermal insulating materials providing more comfort in the building. *Materials Today: Proceedings*, 58, 1354-1359.
- Mupazviriwo, C. T. (2019). Production of corrugated roofing sheets from epoxy-based matrix reinforced with treated coir fibers. *Afribary*. Retrieved from <https://afribary.com/works/production-of-corrugated-roofing-sheets-from-epoxy-based-matrix-reinforced-with-treated-coir-fibers>
- Robert, U. W., Etuk, S. E., Agbasi, O. E., Umoren, G. P., & Inyang, N. J. (2021). Investigation of thermophysical and mechanical properties of board produced from coconut (*Cocos nucifera*) leaflet. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101869.
- Robert, U. W., Etuk, S. E., Umoren, G. P., & Agbasi, O. E. (2019). Assessment of thermal and mechanical properties of composite board produced from coconut (*Cocos nucifera*) husks, waste newspapers, and cassava starch. *International Journal of Thermophysics*, 40, 1-12.
- Sheng, D. D. C. V., Ramegowda, N. S., Guna, V., & Reddy, N. (2022). Groundnut shell and coir reinforced hybrid bio composites as alternative to gypsum ceiling tiles. *Journal of Building Engineering*, 57, 104892.
- Vimalraj, A., Jeyasubramanian, K., & Baskar, I. (2024). Sustainable building envelopes: Evaluating the thermal performance of thatched roofs fabricated using coconut leaves. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 42, 101771.
- Yemoh, O. O., Opoku, R., Takyi, G., Adomako, E. K., Uba, F., & Obeng, G. (2024). Green building adaptation in hot-humid climates: assessment of coconut and corn husk fiber composite bricks as energy-efficient building envelopes. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2022-0178>