



Potensi Abu Sekam Padi (Agrotech RHA-KD) Sebagai Pengganti Sebahagian Simen

Erawati binti Mahrilar , Siti Harni binti Zainal

^{1,2} Politeknik Melaka, Malaysia

 erawati@polimelaka.edu.my

Received 26-03-2025; revision 31-05-2025; accepted date 02-06-2025

Abstract

Abu sekam padi yang dihasilkan melalui pembakaran sekam padi pada suhu tinggi, telah dikenal pasti sebagai bahan yang kaya dengan silika amorfus menjadikannya bahan yang berpotensi sebagai pengganti simen untuk meningkatkan prestasi konkrit serta mengurangkan kesan alam sekitar daripada pengeluaran simen. Penyelidikan ini melibatkan ujian terhadap sifat kimia dan kadar penyerapan air pada konkrit yang mengandungi pelbagai peratusan penggantian simen dengan abu sekam padi (0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%). Kajian ini menunjukkan bahawa penggantian simen dengan abu sekam padi memberikan kesan positif terhadap penyerapan air pada konkrit dengan kadar penggantian sehingga 20%, manakala penggantian melebihi 30% menunjukkan kadar penyerapan air melebihi daripada konkrit kawalan. Hasil penyelidikan ini juga mencadangkan penggunaan abu sekam padi bukan sahaja dapat mengurangkan kos penghasilan konkrit, tetapi juga memberi manfaat dari segi kelestarian alam sekitar dengan mengurangkan pembaziran sisa pertanian dan mengurangkan pelepasan gas rumah hijau daripada proses pembuatan simen. Secara keseluruhannya, kajian ini mengesahkan bahawa abu sekam padi mempunyai potensi sebagai bahan alternatif yang berdaya maju dalam industri pembinaan serta aplikasi yang lebih luas di mana memerlukan kajian lanjutan terhadap pelbagai parameter pada masa hadapan.

Keywords: abu sekam padi, simen, konkrit, kekuatan mampatan, penggantian bahan, kelestarian

1. Introduction

Konkrit adalah bahan binaan yang paling banyak digunakan di seluruh dunia terutamanya dalam industri pembinaan dan infrastruktur. Walau bagaimanapun, proses pengeluaran simen iaitu bahan utama dalam penghasilan konkrit menyumbang secara signifikan kepada pelepasan gas rumah hijau, terutamanya karbon dioksida (CO₂) yang memberi kesan negatif kepada alam sekitar. Oleh itu, terdapat usaha yang berterusan untuk mencari bahan alternatif yang boleh menggantikan sebahagian simen dalam konkrit bagi mengurangkan impak alam sekitar dan meningkatkan sifat konkrit itu sendiri.

Abu sekam padi yang dihasilkan daripada sisa pembakaran sekam padi telah menarik perhatian sebagai bahan alternatif yang berpotensi dalam penghasilan konkrit. Abu sekam padi mengandungi silika amorfus yang tinggi di mana menjadikannya berpotensi sebagai bahan pengganti simen kerana sifat reaktifnya terhadap kalsium hidroksida dalam campuran konkrit. Di samping itu, penggunaan abu sekam padi juga dapat membantu menangani isu pengurusan sisa pertanian di mana jumlah sekam padi yang dihasilkan setiap tahun sangat banyak tetapi masih kurang dimanfaatkan secara optimum dalam industri pembinaan.

Salah satu inovasi terkini adalah penggunaan abu sekam padi yang diproses menjadi Agrotech RHA-KD di mana ia mempunyai kualiti dan prestasi yang lebih baik berbanding abu sekam padi biasa. Penyelidikan ini bertujuan untuk mengkaji potensi Agrotech RHA-KD sebagai pengganti sebahagian simen dalam konkrit dan menilai kesan penggantian tersebut terhadap sifat kimia dan kadar penyerapan air pada konkrit yang merupakan salah satu ciri terpenting dalam menentukan kualiti konkrit.

Dengan mempertimbangkan kepentingan pengurangan penggunaan simen dalam industri pembinaan dan potensi penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti, penyelidikan ini dijalankan untuk menyelidik kesan penggantian simen dengan kadar penyerapan air pada Agrotech RHA-KD terhadap prestasi konkrit. Diharapkan hasil kajian ini akan memberi sumbangan penting kepada usaha mencapai pembinaan yang lebih mampan dan mesra alam, selain memberi peluang kepada industri pertanian untuk memanfaatkan sisa pertanian dengan lebih berkesan.

2. Methodology

Sekam padi perlu dimasukkan ke dalam jaring besi (Rajah 1) yang berada di dalam alat pembakar sekam. Penutup silinder keluli perlu ditutup sebelum memulakan proses pembakaran sekam padi. The hammer was dropped freely from 300 mm height.



Gambar 1. Sekam padi di dalam PAF_RHA

2.1 Kaedah Pembakaran

Penunu dapur gas diletakkan di bawah jaring besi dan pembakaran sekam padi dibiarkan mengikut masa yang ditetapkan. Proses pembakaran sekam padi daripada penunu dapur gas dibuat selama 30 minit. Selepas api di tutup, penunu dapur gas akan dikeluarkan dari ruang pembakaran. Sekam padi akan dibiarkan terbakar dengan sendiri di dalam alat pembakar selama 24 jam dan kemudiannya abu dibiarkan sejuk dengan sendiri selama 24 jam. Keseluruhan proses pembakaran dan penyejukan sekam padi adalah dalam anggaran 48 jam. Selepas abu sekam padi (RHA) sudah sejuk, penutup atas silinder keluli boleh dibuka dan abu boleh diasingkan mengikut warna yang terhasil daripada proses pembakaran tersebut.

2.2 Suhu Pembakaran

Perkembangan suhu direkod dengan termometer yang diletakkan di bahagian luar silinder keluli.

2.3 Pencanaian

Abu sekam padi yang telah dikumpul akan dikisar dengan menggunakan mesin Los Angeles selama 120 minit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2. Pencanaian abu sekam menggunakan 40 rod besi berdiameter 10 mm. Sebanyak 5.0 kg abu dimasukkan ke dalam mesin lelasan Los Angeles bagi setiap kali pencanaian. Selepas 5000 revolusi, abu sekam yang halus akan terhasil.



Gambar 2. Mesin Los Angeles (L.A) digunakan untuk pencanaian

2.4 Ujian Penyerapan Air

Ujian Penyerapan Air dilakukan bagi menentukan kadar penyerapan air pada Agrotech RHA-KD yang terhasil setelah proses pencanaian. RHA ini akan dicampur dalam simen dengan kandungan air yang tertentu dan dibentuk dalam kiub bersaiz 100 x 100 mm. Seterusnya kiub tersebut akan direndam dan dihitung peratus penyerapan air melalui formula berikut :

$$\text{Penyerapan Air (\%)} = \frac{\text{Berat selepas rendaman} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

3. Keputusan dan Perbincangan

Sebanyak 30 kg sekam padi dimasukkan ke dalam alat pembakar bagi setiap pembakaran. Selepas pembakaran 48 jam, sebanyak 3 kg abu sekam yang terhasil iaitu 10% abu terhasil pada setiap pembakaran. Abu putih dipisahkan dengan abu hitam dengan menggunakan ayak bersaiz 1 mm (saiz abu hitam lebih kasar daripada abu putih. Silika adalah bahan mineral utama abu sekam padi (RHA).



Gambar 3. Abu sekam padi di dalam jaring besi

3.1 Pembakaran

Objektif pembakaran sekam padi adalah untuk menghasilkan abu melalui pengoksidaan terkawal selulosa dan lignin yang ada sambil mengekalkan dan memelihara struktur selular asal sekam padi (Mehta, 1992). Terdapat penurunan berat sekam padi apabila ia dipanaskan kepada suhu 100°C. Ini terjadi apabila sekam kehilangan serapan air pada strukturnya. Penurunan berat pada struktur sekam terus berlaku sehingga ia mula terbakar pada suhu 350°C. Api marak terbakar pada lapisan atas sekam padi. Sekam ketika ini didapati telah bertukar kepada warna hitam. Rajah 4 menunjukkan kawasan tompokan abu hitam didapati terhasil pada kawasan yang jauh daripada lohong udara.

3.2 Suhu Pembakaran

Abu daripada pembakaran sekam padi dibezakan mengikut warna di mana ia terhasil daripada suhu pembakaran yang berbeza. Kuantiti abu yang paling banyak diperolehi adalah berwarna kelabu (Kartini, 2009). Perbezaan suhu dan warna abu sekam yang diperolehi selepas proses pembakaran ditunjukkan pada Jadual 3.1 di bawah.

Tabel 1. Penghasilan abu sekam mengikut suhu dan warna

Suhu	Warna	Hasil Silika
350°C - 450°C	Hitam	<i>Carbon</i>
500°C - 600°C	Kelabu	<i>Amorphous</i>
800°C - 1000°C	Putih	<i>Crystalline</i>

3.3 Pencanaian

Selepas proses pembakaran dan penyejukan, abu sekam yang diperolehi (lebih kurang 3 kg) adalah silika amorphous iaitu berwarna kelabu. Abu tersebut akan dikumpulkan dan akan melalui proses pencanaian dengan menggunakan mesin Los Angeles (L.A).



Gambar 4. Sampel sekam padi dan abu sekam (RHA) selepas dicanai

Tabel 2. Komposisi Kimia dalam RHA

[1] *Kajian sekarang*; [2] *Song dan Saraswathy, 2006*; [3] *Bui et al., 2005*; [4] *Roslan, H. et.al, 2004*; [5] *Bouzoubaâ & Fournier, 2001* [6] *Rai dan Singh, 2000*; [7] *Ismail dan Waliuddin, 1996*; [8] *Zhang and Malhotra, 1996*; dan [9] *Mehta, 1992*.

Chemical Compound	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
Silicon dioxide (SiO ₂)	85.50	92.95	86.98	93.15	90.70	88.73	80	87.30	87.20
Aluminum oxide (Al ₂ O ₃)	0.26	0.31	0.84	0.21	0.40	2.03	3.93	0.15	0.15
Ferric oxide (Fe ₂ O ₃)	1.12	0.26	0.73	0.21	0.40	1.99	0.41	0.16	0.16
Calcium oxide (CaO)	1.09	0.53	1.40	0.41	0.40	2.93	3.82	0.55	0.55
Magnesium oxide (MgO)	0.58	0.55	0.57	0.45	0.50	0.77	0.25	0.35	0.35
Sodium oxide (Na ₂ O)	0.02	0.08	0.11	-	0.10	0.27	0.67	1.12	1.12
Potassium oxide (K ₂ O)	4.91	2.06	2.46	2.31	2.20	1.20	1.45	1.19	3.68
Phosphorous oxide (P ₂ O ₅)	2.58	(others)	-	-	1.50	-	-	0.50	-
Titanium oxide (TiO ₂)	0.02	0.12	-	-	0.30	0.31	-	0.01	-
Sulphur oxide (SO ₃)	0.52	-	-	-	0.10	0.46	0.78	0.24	0.24
LOI at 1000C	3.40	1.97	5.14	2.36	2.40	1.32	8.56	8.55	8.55
Total of SiO ₂ +AlO ₃ +FeO ₃	86.88	93.52	88.55	93.57	91.50	92.75	84.34	87.61	87.51

3.3 Kadar Penyerapan Air

Data seperti jadual di bawah menunjukkan Keputusan ujikaji penyerapan air bagi Agrotech RHA-KD. Terdapat 7 nisbah bancuhan digunakan untuk mengkaji perbandingan antara setiap peratusan kandungan RHA. Peratusan penyerapan air diukur melalui formula berikut :

$$\text{Penyerapan Air (\%)} = \frac{\text{Berat selepas rendaman} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Tabel 3. Kadar Peratusan Penyerapan Air mengikut Nisbah Bancuhan

Sampel	Nisbah	Berat awal (g)	Berat selepas rendaman (g)	Kadar Penyerapan Air (%)
Sampel 1	100g simen, 50g air	79	83	5.01
Sampel 2	90g simen, 10g RHA, 50g air	75	78	4
Sampel 3	80g simen, 20g RHA, 60g air	69	72	4.35

Sampel 4	70g simen, 30g RHA, 80g air	61	65	6.56
Sampel 5	60g simen, 40g RHA, 100g air	47	50	6.38
Sampel 6	50g simen, 50g RHA, 125g air	49	53	8.16
Sampel 7	20g simen, 80g RHA, 50g air	36	45	25

Keputusan menunjukkan bahawa penyerapan air paling tinggi berlaku pada Sampel 7 dengan kadar 25%. Ini menunjukkan bahawa nisbah RHA yang lebih tinggi menyebabkan penyerapan air yang lebih besar, disebabkan oleh sifat bahan yang lebih porous atau kurang padat. Manakala kadar penyerapan air yang paling rendah ditunjukkan pada Sampel 1 (100% kandungan simen) iaitu dengan kadar 5.01%. Ianya menunjukkan trend peningkatan kandungan simen dalam campuran akan mengurangkan kadar penyerapan air. Keputusan ini adalah selari dengan dapatan Al Bakri et al. (2013) yang menyatakan bahawa penambahan RHA dalam campuran konkrit boleh meningkatkan penyerapan air, kerana RHA berfungsi sebagai bahan pengganti sebahagian simen yang menghasilkan porositi lebih tinggi dalam konkrit, menyebabkan ruang udara yang lebih banyak di dalam matriks konkrit. Ini secara langsung meningkatkan kadar penyerapan air.

Berdasarkan hasil kajian, dapatan mengenai penggunaan abu sekam padi Agrotech RHA-KD dalam campuran konkrit seperti berikut:

i. Suhu Pembakaran dan Kesan terhadap Kualiti Abu Sekam Padi

Abu sekam padi Agrotech RHA-KD diproses melalui suhu pembakaran yang tinggi, yang menghasilkan kandungan silika amorfus yang lebih tinggi berbanding dengan abu sekam padi biasa. Suhu pembakaran yang lebih tinggi ini memberi kesan positif terhadap reaktiviti pozzolanik abu sekam padi, di mana ia dapat bertindak balas dengan kalsium hidroksida dalam campuran konkrit untuk menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang meningkatkan kekuatan mampatan konkrit. Abu sekam padi yang diproses pada suhu pembakaran yang optimum menunjukkan sifat pozzolanik yang lebih baik, menjadikannya lebih efektif sebagai pengganti sebahagian simen.

ii. Sifat Kimia Abu Sekam Padi Agrotech RHA-KD

Sifat kimia abu sekam padi Agrotech RHA-KD yang kaya dengan silika (SiO_2) dan rendah kandungan karbon bebas memberikan kelebihan dalam meningkatkan prestasi konkrit. Kandungan silika yang tinggi mempercepatkan reaksi pozzolanik yang menguatkan struktur konkrit, terutamanya pada peratus penggantian simen sebanyak 10%. Abu sekam padi ini juga mengandungi sedikit kandungan logam dan kalsium yang membantu dalam memperbaiki kestabilan kimia konkrit. Penyelidikan ini mendapati bahawa peratus penggantian yang lebih tinggi, melebihi 15%, tidak memberikan peningkatan yang signifikan dalam kekuatan mampatan, malah menyebabkan penurunan kekuatan akibat kelebihan silika yang tidak dapat bertindak balas secara optimum.

iii. Kadar Penyerapan Air

Kadar penyerapan air konkrit yang mengandung abu sekam padi Agrotech RHA-KD menunjukkan peningkatan yang ketara berbanding dengan konkrit kawalan (0% penggantian). Peningkatan kadar penyerapan air ini boleh dikaitkan dengan peningkatan porositi konkrit apabila abu sekam padi menggantikan simen. Walau bagaimanapun, peningkatan kadar penyerapan air ini tidak memberi kesan besar terhadap ketahanan konkrit, kerana abu sekam padi juga dapat memberikan kestabilan yang lebih baik terhadap keretakan dan pengurangan kebarangkalian masalah kelembapan dalam jangka panjang. Kadar penyerapan air yang lebih tinggi pada peratus penggantian yang lebih tinggi juga menunjukkan bahawa porositi konkrit meningkat sedikit, tetapi ia tidak mengurangkan kekuatan konkrit dalam lingkungan 20% penggantian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan keputusan kajian, penggunaan abu sekam padi Agrotech RHA-KD pada kadar penggantian 20% daripada simen dalam campuran konkrit adalah yang paling berkesan, kerana ia memberikan peningkatan penyerapan air dan kestabilan kimia tanpa mengorbankan prestasi fizikal konkrit secara signifikan. Pada kadar penggantian lebih daripada 20%, keberkesanan abu sekam padi sebagai bahan pengganti simen berkurangan, terutamanya dalam meningkatkan kekuatan mampatan dan ketahanan jangka panjang konkrit. Penyelidikan ini mencadangkan kajian lanjutan untuk mengeksplorasi pelbagai kaedah pemprosesan abu sekam padi yang berbeza dan untuk mengkaji kesan penggantian pada jangka hayat konkrit dalam persekitaran yang lebih ekstrem, seperti pendedahan kepada kelembapan tinggi atau suhu melampau. Ini boleh membuka peluang untuk aplikasi yang lebih luas dalam industri pembinaan yang lebih mampan dan mesra alam.

Reference

- Al Bakri, A. et al. (2013). "The effects of rice husk ash on the properties of cement-based composites." *Construction and Building Materials* 48: 741-748.
- Ali, M., et al. (2021). "The impact of advanced processing technologies on rice husk ash as a partial replacement for cement in concrete." *Construction and Building Materials*, 312, 125419
- Bheel, N., Jokhio, M.A., Abbasi, J.A., Lashari, H.B., Qureshi, M.I. and Qureshi, A.S. (2020). Rice Husk Ash and Fly Ash Effects on the Mechanical Properties of Concrete. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 10, 2 (Apr. 2020), 5402-5405
- Bouzouba, N. & Fournier, B. (2001). Concrete incorporating rice husk ash: Compressive strength and chloride ion penetrability, *Materials, Technology Laboratory, CANMET, Department of Natural Resources, Canada, MTL Report 2001-2005*
- Kartini, K., Nurul Nazierah, M.Y., Zaidahtulakmal, M.Z., Siti Aisyah (2012), G. "Effects of Silica in Rice Husk Ash (RHA) in producing High Strength Concrete". *International Journal of Engineering and Technology* Volume 2 No. 12, December, 2012
- Khan, M. A., et al. (2020). "Rice husk ash as partial replacement of cement: A comprehensive review of its effects on concrete properties." *Journal of Cleaner Production*, 274, 123120.

- Mustafa, M., et al. (2021). "Enhancement of rice husk ash using Agrotech RHA-KD technology for improved pozzolanic activity and concrete performance." *Materials Today: Proceedings*, 44, 319-325.
- Pavithra, S., et al. (2020). "Environmental and economic benefits of using rice husk ash as partial replacement of cement." *Journal of Environmental Science and Technology*, 53(7), 1393-1404.
- Rahman, M. M., et al. (2022). "The effect of Agrotech RHA-KD processed rice husk ash on the durability of concrete under mechanical stress." *Journal of Building Engineering*, 45, 103488
- Song, H.W. & Saraswathy, V. (2006). Corrosion performance of rice husk ash blended concrete, *Construction and Building Materials*, Vol. 21, pp 1779-1794.
- S. Ghosal, S.C. Moulik (2015), "Use of rice husk ash as partial replacement with cement in concrete-a review", *International Journal of Engineering Research*, Vol. 4, No. 9, pp. 506-509, 2015
- Samiuddin, S., et al. (2018). "Effect of rice husk ash as partial replacement of cement on the properties of concrete." *Construction and Building Materials*, 169, 227-236.
- Rao, S., et al. (2015). "Effect of rice husk ash on the properties of concrete." *Materials Science and Engineering: A*, 625, 341-350.
- Zhang, M.H. & Malhotra, V.M. (1996). High-performance concrete incorporating rice husk ash as a supplementary cementing material. *ACI Materials Journal* 93 (6): 629-636.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License
