

## Kontribusi Dedak Padi sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton

Muhammad Syarif\*, Andi Baso Gunawan,  
Ismi Marazizah Bahar, A. Muh. Dachri Ba'Asyir Tenriewa

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia  
\*[muhammad.syarif@umi.ac.id](mailto:muhammad.syarif@umi.ac.id)

Diajukan: 10 Juni 2025, Revisi: 14 Juni 2025, Diterima: 30 Juni 2025

### Abstract

*The use of cement as a key ingredient in the construction industry has been a common practice for many years. However, the use of large amounts of cement has a negative impact on the environment and leads to significant use of natural resources. Therefore, the search for more environmentally friendly and sustainable replacement materials is gaining importance. As an eco-friendly alternative, this study explored the use of rice bran as a cement replacement in concrete. Laboratory tests were conducted to analyze the impact of rice bran on the compressive strength of concrete, with the aim of comparing the results with ordinary concrete. The optimum percentage of rice bran produced after regression was 0.4357% and the maximum compressive strength produced was 27.3928 Mpa. This study shows that the strength of normal concrete compressive strength results tend to be lower than the compressive strength results of concrete using larger rice bran additives at the time of reaching the highest percentage value, which then tends to decrease continuously. In addition, it is recommended to heat the rice bran longer and consistently at high temperatures and test the silica content for each concrete mix to optimize the results obtained.*

*Keywords: Cement, compressive strength, concrete, rice bran.*

### Abstrak

Penggunaan semen sebagai bahan utama dalam industri konstruksi telah menjadi praktik umum selama bertahun-tahun. Namun, pemakaian semen dalam jumlah besar berdampak negatif pada lingkungan dan menyebabkan penggunaan sumber daya alam yang signifikan. Oleh karena itu, pencarian bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan semakin penting. Sebagai alternatif ramah lingkungan, penelitian ini mengeksplorasi penggunaan dedak padi sebagai pengganti semen dalam beton. Uji laboratorium dilakukan untuk menganalisis dampak dedak padi terhadap kuat tekan beton, dengan tujuan membandingkan hasilnya dengan beton biasa. Persentase dedak padi optimum yang dihasilkan setelah regresi sebesar 0,4357% dan kuat tekan maksimum yang dihasilkan yaitu sebesar 27,3928 Mpa. Penelitian ini menunjukkan bahwa Kekuatan dari hasil Kuat tekan beton normal cenderung lebih rendah dibandingkan hasil kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah dedak padi yang lebih lebih besar pada saat mencapai nilai persentase tertinggi, yang selanjutnya cenderung menurun secara berkelanjutan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi sifat mekanik lain dari beton, seperti kuat tarik dan lentur. Selain itu, disarankan untuk memanaskan dedak padi lebih lama dan konsisten pada suhu tinggi serta menguji kadar silika untuk setiap campuran beton agar hasil yang diperoleh lebih optimal.

Kata Kunci: Beton, dedak padi, kuat tekan, semen.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan elemen penting dalam struktur yang sangat memengaruhi kekuatannya. Beton terbuat dari campuran agregat kasar dan halus seperti pasir, abu batu, kerikil, atau batu pecah, dan ditambahkan bahan perekat seperti semen dan air untuk mendukung reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan. Beton terdiri dari bahan penyusun kasar campuran yang kasar dan halus (Djakaria, 2016). Sejak pembuatan beton prategang, banyak kemajuan dalam teknologi beton telah mendorong berbagai inovasi dan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja material konstruksi, terutama beton. (Ashad et al., 2019). Ketika beton berusia lebih lama, kekuatan tekannya meningkat, tetapi ketika beton berusia 28 hari, kekuatan tekannya dianggap stasioner (Ashad & Baso Gunawan, 2022).

Penggunaan semen sebagai bahan utama dalam industri konstruksi telah menjadi praktik umum selama bertahun-tahun. Namun, pemakaian semen dalam jumlah besar berdampak negatif pada lingkungan dan menyebabkan penggunaan sumber daya alam yang signifikan. Oleh karena itu, pencarian bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan semakin penting. Beton semakin banyak digunakan, sehingga kita dapat mengganti atau menambah bahan campuran beton dengan bahan lain yang dapat memberikan dan mengubah karakteristik tertentu pada beton (Ashad et al., 2020). Kualitas beton dan agregat yang digunakan sangat dipengaruhi oleh kualitasnya (Ashad et al., 2022).

Salah satu alternatifnya adalah menggunakan dedak padi sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan beton. Dedak padi adalah produk samping dari penggilingan padi yang terdiri dari segmen, endosperm berpati, lapisan aleuron, dan sedikit pericarp (S. P. Dewi, 2023). Dedak padi, serupa dengan biomassa lainnya, tersusun dari lignoselulosa dan kaya akan silika. Komposisinya meliputi 50% selulosa, 25% lignin, dan 15% silika (Ismail & Waliuddin, 1996). Silika amorf yang diperoleh dari dedak padi bisa dijadikan bahan dasar untuk menghasilkan silikon, silikon karbida, dan tepung silikon nitrida berkualitas tinggi. Ketika dedak padi dikarbonisasi, berubah menjadi silika, yang berfungsi sebagai bahan tambahan semen atau *Supplementary Cementitious Material (SCM)* berbasis silika dalam bentuk pozzolan (Katsuki et al., 2005).

Limbah dedak padi biasanya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Namun lain halnya jika digunakan sebagai campuran beton Mengolah dedak padi menjadi produk baru di bidang konstruksi akan meningkatkan manfaatnya (Utama Dewi et al., 2024). Penggunaan dedak padi dalam beton dapat membantu mengurangi konsumsi semen dan meminimalkan dampak lingkungan (Winarno et al., 2019).

Dedak dapat digunakan sebagai pengganti semen atau pasir selama tahap pengembangan karena menggumpal saat dicampur dengan air (Ian & Zahidin, 2022). Dedak padi bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan tekan dibandingkan beton biasa tanpa dedak padi. Hal ini karena dedak padi mengandung kalsium yang diperlukan untuk reaksi pozzolanik ketika bercampur dengan SiO<sub>2</sub>, sehingga dapat menghasilkan massa yang keras dan kaku, mirip dengan proses hidrasi pada semen portland (Riswan, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menilai dampak penggunaan dedak padi sebagai pengganti semen terhadap kekuatan tekan beton.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode eksperimen untuk mengevaluasi sejauh mana dedak padi sebagai pengganti semen memengaruhi kekuatan tekan beton.

### B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, tepatnya di Laboratorium Struktur dan Bahan.

### C. Metode Pengujian

Laboratorium Struktur dan Bahan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia di Makassar melakukan sejumlah prosedur, mulai dari persiapan hingga pembuatan dan pengujian benda uji. Proses penelitian ini diuraikan di bawah ini:

- a) **Tahap Persiapan:** Analisis saringan (ASTM C-136), pengukuran kadar air, berat volume (ASTM C-29), serta penentuan berat jenis dan penyerapan (ASTM C-127 & ASTM C-128), dan kadar lumpur (ASTM C-117) adalah beberapa pemeriksaan dasar yang dilakukan pada agregat kasar dan halus. Selain itu, terdapat juga pemeriksaan berat jenis (SNI 2531), konsistensi normal (SNI 6826), dan waktu ikat serta akhir (SNI 6827) untuk analisis dedak padi.
- b) **Tahap Perencanaan Campuran dan Pembuatan Benda Uji:** Sesuai dengan SNI 7656:2012 (Badan Standarisasi Nasional, 2012), desain campuran dan pencampuran dilakukan. Setelah adonan beton diperiksa untuk slump, campuran beton dituangkan ke dalam cetakan silinder dengan diameter antara 15 dan 30 sentimeter.
- c) **Tahap Perawatan dan Pengujian:** Setiap sampel beton diuji kekuatan tekannya setelah direndam selama 7, 14, 21, 28 hari. Kuat tekan beton diuji menggunakan SNI 1974:2011 (Indonesia, 1974).
- d) **Tahap Analisis Data:** Untuk melihat bagaimana penambahan dedak padi berdampak pada kekuatan tekan beton, hasil pengujian ini dicatat dan digambarkan dalam grafik.



**Gambar 1** Alat Kuat Tekan (*Compression Machine*)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menghitung rencana mix design, karakteristik material beton harus diperiksa untuk memastikan bahwa material tersebut memenuhi persyaratan. Berikut hasilnya:

**Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Halus**

No.	Karakteristik Pemeriksaan Agregat Halus	Nilai	Spesifikasi
1.	Modulus kehalusan	2,64	2,2-3,1
2.	Kadar air	2,88 %	3-5%
3.	Berat volume padat	1459,582 kg/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,9 kg/m <sup>3</sup>
4.	Berat volume gembur	1341,964 kg/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,9 kg/m <sup>3</sup>
5.	<i>Specific gravity</i>	2,65	2,5-2,7
6.	Kadar lumpur	3,536 %	0,2-6 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan (2024)

Spesifikasi : Modulus kehalusan (ASTM, 2006), Kadar air (ASTM Committee C09, 2009), Berat volume (American Society for Testing and Materials, 2013), *Specific gravity* (C128/C128M, 2001), Kadar lumpur (American Society for Testing Material, 2009).

**Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar**

No.	Karakteristik Pemeriksaan Agregat Kasar	Nilai	Spesifikasi
1.	Modulus kehalusan	6,75	5,5 – 8,5
2.	Kadar air	1,730 %	0,5 – 2,0 %
3.	Berat volume padat	1663,583 kg/m <sup>3</sup>	1,6 – 1,9 kg/m <sup>3</sup>
4.	Berat volume gembur	1471,131 kg/m <sup>3</sup>	1,6 – 1,9 kg/m <sup>3</sup>
5.	<i>Specific gravity</i>	2,58	1,6 – 3,2
7.	Kadar lumpur	0,756 %	≤ 1 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan (2024)

Spesifikasi : Modulus kehalusan (ASTM, 2006), Kadar air (ASTM Committee C09, 2009), Berat volume (American Society for Testing and Materials, 2013), *Specific gravity* (C128/C128M, 2001), Kadar lumpur (American Society for Testing Material, 2009).

**Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Abu Dedak Padi**

NO.	Karakteristik Pemeriksaan Abu Dedak Padi	Nilai
1.	Berat Jenis	0,298 g/cm <sup>3</sup>
2.	Kehalusan Abu Dedak Padi (Lolos no.100)	95 %
3.	Kehalusan Abu Dedak Padi (Lolos no.200)	96 %
4.	Massa Isi Abu Dedak Padi kondisi padat	0,288 kg/ltr
5.	Massa Isi Abu Dedak Padi kondisi gembur	0,268 kg/ltr
6.	Konsistensi Normal 25%	Penetrasi 7 mm (Kondisi Pasta kental)
7.	Konsistensi Normal 26%	Penetrasi 9 mm (Kondisi Pasta kental)
8.	Konsistensi Normal 27%	Penetrasi 13 mm (Kondisi Pasta kental)
9.	Waktu Ikat Awal, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 0,5 %)	Terjadi pada menit ke 60 dengan penetrasi 23 mm
10.	Waktu Ikat Awal, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 1,0%)	Terjadi pada menit ke 60 dengan penetrasi 24 mm
11.	Waktu Ikat Awal, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 1,5%)	Terjadi pada menit ke 75 dengan penetrasi 24 mm
12.	Waktu Ikat Akhir, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 0,5%)	Terjadi pada menit ke 165 dengan penetrasi 0 mm
13.	Waktu Ikat Akhir, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 1%)	Terjadi pada menit ke 165 dengan penetrasi 0 mm
14.	Waktu Ikat Akhir, Penggunaan air 26% (Substitusi terhadap semen 1,5%)	Terjadi pada menit ke 180 dengan penetrasi 0 mm

Sumber : Hasil Pemeriksaan (2024)

#### a. Hasil Perencanaan Campuran (*Job Mix Design*)

Pada penelitian ini, perencanaan campuran beton dilakukan dengan menggunakan metode SNI 7626:2012 (Badan Standarisasi Nasional, 2012). Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menentukan proporsi campuran yang tepat guna mencapai kekuatan tekan beton yang diinginkan. Komposisi beton yang digunakan terdiri dari empat variasi, yaitu beton normal, serta beton dengan campuran abu dedak padi sebagai substitusi semen dengan persentase 0,5%, 1%, dan 1,5%. Komposisi beton dalam 1 m<sup>3</sup>. serta komposisi untuk 12 benda uji silinder setiap persentase dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut :

**Tabel 4 Komposisi Beton dalam 1m<sup>3</sup>**

No.	Variasi	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Abu Dedak padi (kg)
1.	0%	390,846	1151.593	575.312	212	0
2.	0.5 %	390,846	1151.593	575.312	212	1,95
3.	1.0 %	390,846	1151.593	575.312	212	3,90
4.	1.5 %	390,846	1151.593	575.312	212	5,86

**Tabel 5 Jumlah material yang diperlukan berdasarkan hasil perhitungan rancangan campuran beton untuk 12 benda uji (silinder)**

No.	Variasi	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Abu Dedak Padi (kg)
1.	0%	6,524	19,221	9,603	3,544	0
2.	0.5 %	6,491	19,221	9,603	3,544	0,033
3.	1.0 %	6,458	19,221	9,603	3,544	0,065
4.	1.5 %	6,426	19,221	9,603	3,544	0,098

**b. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah jumlah beban tertinggi per satuan luas yang menyebabkan beton hancur ketika dipaksakan oleh mesin tekan dengan gaya tertentu. (S. U. Dewi & Prasetyo, 2021). Kuat tekan beton digunakan untuk menentukan kualitas struktur. Tabel 6 berikut menunjukkan hasil pengujian kekuatan tekan beton.

**Tabel 6 Hasil uji kuat tekan beton normal dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari**

Benda Uji	Umur Beton	Berat Benda Uji	Beban Hancur (KN)	Nilai Kuat Tekan	Mpa
Silinder I	3	12.87	265	15005.66	15.006
Silinder II		12.65	280	15855.04	15.855
Silinder III		12.46	275	15571.91	15.572
<b>Rata-rata</b>		<b>12.66</b>	<b>273.33</b>	<b>15477.54</b>	<b>15.478</b>
Silinder I	7	12.46	325	18403.17	18.403
Silinder II		12.34	350	19818.80	19.819
Silinder III		12.63	345	19535.67	19.536
<b>Rata-rata</b>		<b>12.48</b>	<b>340.00</b>	<b>19252.55</b>	<b>19.253</b>
Silinder I	14	12.88	385	21800.68	21.801
Silinder II		12.47	405	22933.18	22.933
Silinder III		12.67	395	22366.93	22.367
<b>Rata-rata</b>		<b>12.67</b>	<b>395.00</b>	<b>22366.93</b>	<b>22.367</b>
Silinder I	21	12.39	430	24348.81	24.349
Silinder II		12.51	435	24631.94	24.632
Silinder III		12.70	430	24348.81	24.349
<b>Rata-rata</b>		<b>12.53</b>	<b>431.67</b>	<b>24443.19</b>	<b>24.443</b>
Silinder I	28	12.48	495	28029.45	28.029
Silinder II		12.58	465	26330.69	26.331
Silinder III		12.81	470	26613.82	26.614
<b>Rata-rata</b>		<b>12.62</b>	<b>476.67</b>	<b>26991.32</b>	<b>26.991</b>

**Tabel 7 Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi abu dedak padi 0,5% dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.**

Benda Uji	Umur Beton	Berat Benda Uji	Beban Hancur (KN)	Nilai Kuat Tekan	Mpa
Silinder I	3	12.65	285	16138.17	16.138
Silinder II		12.33	290	16421.29	16.421
Silinder III		12.46	280	15855.04	15.855
<b>Rata-rata</b>		<b>12.48</b>	<b>285.00</b>	<b>16138.17</b>	<b>16.138</b>
Silinder I	7	12.46	340	19252.55	19.253
Silinder II		12.45	355	20101.93	20.102
Silinder III		12.63	360	20385.05	20.385
<b>Rata-rata</b>		<b>12.51</b>	<b>351.67</b>	<b>19913.17</b>	<b>19.913</b>
Silinder I	14	12.39	395	22366.93	22.367
Silinder II		12.31	420	23782.56	23.783
Silinder III		12.47	405	22933.18	22.933
<b>Rata-rata</b>		<b>12.39</b>	<b>406.67</b>	<b>23027.56</b>	<b>23.028</b>
Silinder I	21	12.47	435	24631.94	24.632
Silinder II		12.59	430	24348.81	24.349
Silinder III		12.72	440	24915.06	24.915
<b>Rata-rata</b>		<b>12.59</b>	<b>435.00</b>	<b>24631.94</b>	<b>24.632</b>
Silinder I	28	12.86	500	28312.57	28.313
Silinder II		12.58	480	27180.07	27.180
Silinder III		12.81	495	28029.45	28.029
<b>Rata-rata</b>		<b>12.75</b>	<b>491.67</b>	<b>27840.69</b>	<b>27.841</b>

**Tabel 8 Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi abu dedak padi 1% dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.**

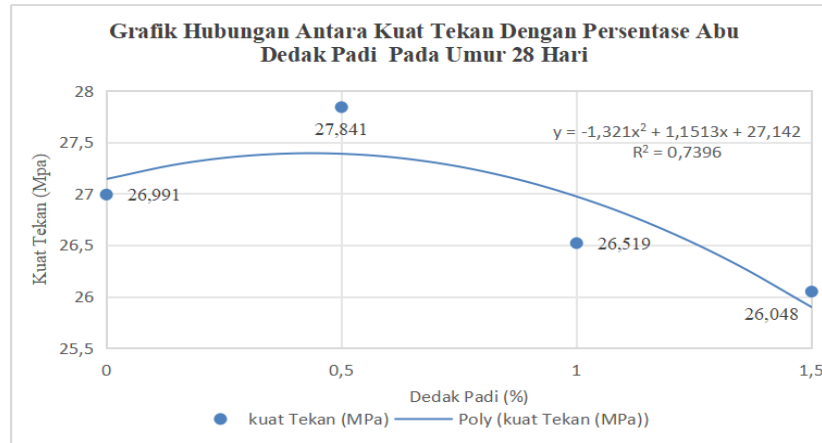
Benda Uji	Umur Beton	Berat Benda Uji	Beban Hancur (KN)	Nilai Kuat Tekan	Mpa
Silinder I	3	12.14	250	14156.29	14.156
Silinder II		12.33	275	15571.91	15.572
Silinder III		12.46	265	15005.66	15.006
<b>Rata-rata</b>		<b>12.31</b>	<b>263.33</b>	<b>14911.29</b>	<b>14.911</b>
Silinder I	7	12.37	320	18120.05	18.120
Silinder II		12.34	340	19252.55	19.253
Silinder III		12.63	330	18686.30	18.686
<b>Rata-rata</b>		<b>12.45</b>	<b>330.00</b>	<b>18686.30</b>	<b>18.686</b>
Silinder I	14	12.58	375	21234.43	21.234
Silinder II		12.48	390	22083.81	22.084
Silinder III		12.67	385	21800.68	21.801
<b>Rata-rata</b>		<b>12.58</b>	<b>383.33</b>	<b>21706.30</b>	<b>21.706</b>
Silinder I	21	12.48	425	24065.69	24.066
Silinder II		12.51	435	24631.94	24.632
Silinder III		12.70	430	24348.81	24.349
<b>Rata-rata</b>		<b>12.57</b>	<b>430.00</b>	<b>24348.81</b>	<b>24.349</b>

Benda Uji	Umur Beton	Berat Benda Uji	Beban Hancur (KN)	Nilai Kuat Tekan	Mpa
Silinder I	28	12.39	470	26613.82	26.614
Silinder II		12.58	455	25764.44	25.764
Silinder III		12.81	480	27180.07	27.180
<b>Rata-rata</b>		<b>12.59</b>	<b>468.33</b>	<b>26519.44</b>	<b>26.519</b>

**Tabel 9 Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi abu dedak padi 1,5% dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.**

Benda Uji	Umur Beton	Berat Benda Uji	Beban Hancur (KN)	Nilai Kuat Tekan	Mpa
Silinder I	3	12.67	245	13873.16	13.873
Silinder II		12.33	260	14722.54	14.723
Silinder III		12.49	255	14439.41	14.439
<b>Rata-rata</b>		<b>12.50</b>	<b>253.33</b>	<b>14345.04</b>	<b>14.345</b>
Silinder I	7	12.33	310	17553.79	17.554
Silinder II		12.34	325	18403.17	18.403
Silinder III		12.63	320	18120.05	18.120
<b>Rata-rata</b>		<b>12.44</b>	<b>318.33</b>	<b>18025.67</b>	<b>18.026</b>
Silinder I	14	12.61	370	20951.30	20.951
Silinder II		12.78	365	20668.18	20.668
Silinder III		12.39	375	21234.43	21.234
<b>Rata-rata</b>		<b>12.59</b>	<b>370.00</b>	<b>20951.30</b>	<b>20.951</b>
Silinder I	21	12.58	430	24348.81	24.349
Silinder II		12.89	425	24065.69	24.066
Silinder III		12.35	430	24348.81	24.349
<b>Rata-rata</b>		<b>12.61</b>	<b>428.33</b>	<b>24254.44</b>	<b>24.254</b>
Silinder I	28	12.57	465	26330.69	26.331
Silinder II		12.63	445	25198.19	25.198
Silinder III		12.85	470	26613.82	26.614
<b>Rata-rata</b>		<b>12.68</b>	<b>460.00</b>	<b>26047.57</b>	<b>26.048</b>

### c. Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Abu Dedak Padi



**Gambar 2** Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Abu Dedak Padi

Berdasarkan **Gambar 2** Grafik di atas menunjukkan hubungan antara kekuatan tekan dan variasi abu dedak padi pada umur 28 hari, dengan nilai untuk beton normal serta variasi 0,5%, 1%, dan 1,5% masing-masing sebesar 26,991 MPa, 27,841 MPa, 26,519 MPa, dan 26,048 MPa. Grafik ini juga memungkinkan penentuan nilai optimum sebesar 27,3928 MPa menggunakan prinsip diferensiasi.

## 4. PENUTUP

### A. Kesimpulan

1. Persentase dedak padi optimum yang dihasilkan setelah regresi sebesar 0,4357% dan kuat tekan maksimum yang dihasilkan yaitu sebesar 27,3928 Mpa.
2. Penelitian ini menunjukkan bahwa Kekuatan dari hasil Kuat tekan beton normal cenderung lebih rendah dibandingkan hasil kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah dedak padi yang lebih lebih besar pada saat mencapai nilai persentase tertinggi, yang selanjutnya cenderung menurun secara berkelanjutan.

### B. Saran

1. Sifat mekanik beton, seperti kekuatan tarik dan lentur, harus diuji untuk penelitian lebih lanjut.
2. Untuk penelitian mendatang, dedak padi harus dipanaskan lebih lama dan secara konsisten pada suhu tinggi sehingga mendapatkan hasil yang lebih optimal untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dedak padi melalui pemanasan yang lebih lama dan konsisten pada suhu tinggi sehingga mendapatkan hasil yang lebih optimal.
3. Penggunaan abu dedak padi dalam beton memiliki potensi dan risiko pula namun untuk mendapatkan hasil yang optimal, penting untuk memilih abu dedak padi yang berkualitas tinggi, memperhatikan proporsi campuran dengan cermat, menggunakan jenis semen yang tepat, dan menerapkan metode curing yang tepat.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Materials. (2013). *ASTM C127-15: Standard Test Method for Density, Relative Density ( Specific Gravity ), and Absorption of Coarse*

*Aggregate. ASTM Standard Book, C, 1–6.*

*American Society for Testing Material. (2009). Standard Test Method for Materials Finer than 75-um (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. 200, 6–8.*

Ashad, H., & Baso Gunawan, A. (2022). Penggunaan Terak Nikel Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Agregat Kasar Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 29(3), 257–262. <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.3.7>

Ashad, H., Firdaus Kamil, M., Agung Hadi, M. P., Fadhil, A., & Syarif, M. B. (2022). Pengaruh Penggunaan Solutan (Air Pencampur) Berbagai Sumber Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 4, 97–105. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS/article/view/512>

Ashad, H., Supardi, S., Mappiasse, A., Zhahir, A. M. I., & Surya, D. P. (2020). Pemanfaatan Limbah Pembakaran Batu Bara Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(1), 76–83. <https://doi.org/10.33096/jtsm.v5i1.391>

Ashad, H., Wijayanzah, I., & Fadhil, A. (2019). Studi Karakteristik Kuat Tekan Beton Dengan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 1, 2655–7266. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS/article/view/489>

*ASTM. (2006). ASTM C 136-06: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Vol. 04).*

*ASTM Committee C09. (2009). Standard Test Method for Bulk Density (“ Unit Weight ”) and Voids in Aggregate - C29/C29M-09. In ASTM International: Vol. i (Issue c).*

Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. In *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.*

*C128/C128M. (2001). Standard Test Method for Density , Relative Density (Specific Gravity), and Absorption. In ASTM International. www.astm.org, or*

Dewi, S. P. (2023). *Penggilingan Padi Dalam Meningkatkan Pendapatan Pada Tahun 2022 Ditinjau Raden Intan Lampung 1444 H / 2023 M.*

Dewi, S. U., & Prasetyo, F. (2021). Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(02), 31. <https://doi.org/10.33365/jice.v2i02.1307>

Djakaria, S. (2016). Analisa Agregat terhadap Kuat Tekan Beton pada Pembangunan Jalan Isimu-paguyaman Metode Paving Rigid. *RADIAL :Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 4(2), 128–138. <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/132>

Ian, M. R., & Zahidin, U. (2022). Pengaruh Dedak Padi terhadap Campuran Pembuatan Paving Block. *JERA: Journal of Engineering Research and ...*, 1, 1–7. <https://www.jftr.uniss.ac.id/index.php/home/article/view/24>

Indonesia, S. N. (1974). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. In *Badan*

*Standarisasi Nasional, Jakarta.*  
<https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>

Ismail, M. S., & Waliuddin, A. M. (1996). Effect of rice husk ash on high strength concrete. *Construction and Building Materials*, 10(7), 521–526. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0950-0618\(96\)00010-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0950-0618(96)00010-4)

Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T., & Komarneni, S. (2005). ZSM-5 zeolite/porous carbon composite: Conventional- and microwave-hydrothermal synthesis from carbonized rice husk. *Microporous and Mesoporous Materials*, 86(1), 145–151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2005.07.010>

Riswan, A. (2021). *Analisis Kuat Tekan Beton F'c 20 Mpa dengan Dedak Padi sebagai Bahan Tambah Pasir*. 10–57. <http://repositori.unsil.ac.id/6115/>

Utama Dewi, S., Saputra, B., Bumi Ruwa Jurai, S., Kunci, K., Padi, D., & Tekan, K. (2024). *Mei 2024 e-ISSN: 2548-6209 p-ISSN. 13(2), 2089–2098*. <http://u.lipi.go.id/1320332466>

Winarno, A., Syafar, M. I., Taufik, S. A. M., & ... (2019). Pengaruh Dedak Padi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Deformasi AC-WC. *Jurnal Ilmiah ...*, 1, 470–479. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS/article/view/482%0Ahttps://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS/article/download/482/339>