

Analisis Pengaruh Pemanfaatan Limbah Dedak Padi terhadap Kuat Tekan Beton

Agus Jagar P. Sibagariang¹, Nurmaidah²

^{1,2}Department of Civil Engineering, Universitas Medan Area

Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate / Jalan Gedung PBSI, Medan 20223

¹E-mail: agusbagariang978@gmail.com

Abstract — The construction industry in Indonesia faces challenges in using environmentally friendly concrete materials, considering the use of raw materials such as cement and aggregates that have an impact on the degradation of natural resources and increase the carbon footprint. This study examines the effect of rice bran substitution on concrete quality, with a focus on the compressive strength and workability of concrete. The concrete tested consisted of normal concrete and concrete variations with rice bran as a substitute for fine aggregate at percentages of 3%, 5%, and 7%. The concrete mixture was designed based on SNI 7656:2012 and the compressive strength test referred to SNI 1974:2023. The results showed that concrete with the addition of rice bran had a higher slump value than normal concrete, indicating an increase in workability along with the increasing percentage of rice bran. In addition, at the age of 14 days, concrete with rice bran experienced a decrease in compressive strength, but at the age of 28 days, the concrete strength increased, with concrete variations of 7% rice bran showing the best results. Tests have shown that rice bran can be used as a substitute for fine aggregate in concrete, providing the potential to reduce agricultural waste, lower concrete production costs, and produce more environmentally friendly concrete. This study shows that rice bran is a sustainable and acceptable alternative in the construction industry.

Keywords: concrete; rice bran; compressive strength; workability.

Abstrak — Industri konstruksi di Indonesia menghadapi tantangan dalam penggunaan material beton yang ramah lingkungan, mengingat penggunaan bahan baku seperti semen dan agregat yang berdampak pada penurunan sumber daya alam dan meningkatkan jejak karbon. Penelitian ini menguji pengaruh substitusi dedak padi terhadap kualitas beton, dengan fokus pada kuat tekan dan workability beton. Beton yang diuji terdiri dari beton normal dan beton variasi dengan dedak padi sebagai pengganti agregat halus pada persentase 3%, 5%, dan 7%. Campuran beton dirancang berdasarkan SNI 7656:2012 dan pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 1974:2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan penambahan dedak padi memiliki nilai slump yang lebih tinggi dibandingkan beton normal, menunjukkan peningkatan workability seiring dengan bertambahnya persentase dedak padi. Selain itu, pada umur 14 hari, beton dengan dedak padi mengalami penurunan kuat tekan, tetapi pada umur 28 hari, kekuatan beton meningkat, dengan beton variasi 7% dedak padi menunjukkan hasil terbaik. Pengujian menunjukkan bahwa dedak padi dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus dalam beton, memberikan potensi untuk mengurangi limbah pertanian, menurunkan biaya produksi beton, dan menghasilkan beton yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa dedak padi adalah alternatif yang berkelanjutan dan dapat diterima dalam industri konstruksi.

Kata-kata kunci: beton; dedak padi; kuat tekan; workability.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia semakin pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur yang kokoh dan tahan lama. Beton merupakan salah satu material utama yang digunakan dalam pembangunan struktur bangunan, terutama untuk gedung bertingkat, jalan, dan jembatan. Beton memiliki berbagai keunggulan, seperti daya tahan yang baik dan kekuatan tekan yang tinggi, namun produksinya juga memerlukan bahan baku yang besar, seperti semen dan agregat. Penggunaan bahan baku ini berkontribusi terhadap penurunan sumber daya alam serta meningkatkan jejak karbon yang berdampak buruk terhadap lingkungan (Dewi & Saputra, 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan

inovasi dalam penggunaan material yang ramah lingkungan tanpa mengorbankan kualitas beton yang dihasilkan. Dalam upaya mengurangi dampak negatif dari penggunaan material beton konvensional, limbah pertanian, seperti dedak padi, mulai dilirik sebagai alternatif pengganti sebagian dari bahan campuran beton, khususnya agregat halus (Dewi & Renaldi, 2024). Dedak padi yang biasanya dibuang sebagai limbah pertanian mengandung silika yang cukup tinggi, yang dapat berpotensi memperbaiki sifat mekanik beton jika dimanfaatkan dengan tepat (Yudhiansyah, Ishak, & Kurniawan, 2022). Penelitian ini menguji pengaruh substitusi dedak padi terhadap kualitas beton, terutama terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dengan variasi

kandungan dedak padi sebesar 3%, 5%, dan 7% sebagai bahan pengganti agregat halus, yang dirancang berdasarkan SNI 7656:2012 (Fadly, 2021). Pemanfaatan limbah dedak padi dalam campuran beton bukan hanya dapat mengurangi limbah pertanian, tetapi juga memberikan solusi terhadap kebutuhan material beton yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan dedak padi berpotensi menurunkan biaya produksi beton dan memberikan peluang untuk mengembangkan teknologi bahan bangunan yang lebih berkelanjutan (Tambunan, 2023). Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang mendalam mengenai pengaruh dedak padi terhadap kualitas beton, agar dapat diterima secara luas dalam industri konstruksi dan menjadi salah satu alternatif yang berkelanjutan (Tampubolon et al., 2024). Penelitian ini menganalisis beberapa variabel utama, antara lain: (1) pengaruh substitusi dedak padi terhadap kuat tekan beton pada berbagai umur uji (14 hari dan 28 hari), (2) perubahan workability beton yang diukur melalui uji slump, (3) perbandingan antara beton normal dan beton variasi dengan dedak padi dalam hal performa struktural, dan (4) karakteristik agregat halus yang dipengaruhi oleh kandungan dedak padi (Sinmiasa, Frans, & Apalem, 2024). Semua variabel ini dianalisis untuk melihat apakah dedak padi dapat memberikan kontribusi positif terhadap sifat fisik dan mekanik beton, dengan pengujian kuat tekan silinder yang mengacu pada SNI 1974:2023. Penelitian ini mengusung pendekatan baru dalam pemanfaatan dedak padi sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Meskipun terdapat penelitian serupa yang menguji bahan limbah pertanian lainnya, penelitian ini berfokus pada dedak padi sebagai alternatif agregat halus dalam beton dengan berbagai variasi konsentrasi, serta pengaruhnya terhadap kekuatan tekan beton dan workability (Pratiwi et al., 2011). Studi ini juga menggunakan standar pengujian internasional, seperti ASTM, serta standar nasional Indonesia, seperti SNI 7656:2012 untuk campuran beton dan SNI 1974:2023 untuk pengujian kuat tekan silinder, untuk memastikan akurasi hasil penelitian yang dapat diterapkan dalam industri konstruksi (Sua-iam et al., 2019). Dengan demikian, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan ilmu material dan teknologi beton yang lebih ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis

pengaruh pemanfaatan limbah dedak padi sebagai bahan pengganti agregat halus terhadap kualitas beton, dengan fokus utama pada kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah substitusi dedak padi dapat meningkatkan atau mempertahankan kuat tekan beton pada berbagai variasi persentase dedak padi (3%, 5%, dan 7%), serta mengetahui perubahan sifat workability beton yang dihasilkan (Fitriani et al., 2022). Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan penggunaan dedak padi dalam campuran beton dari aspek teknis dan lingkungan, dengan menggunakan SNI 7656:2012 untuk perancangan campuran beton dan SNI 1974:2023 untuk pengujian kuat tekan silinder (Hasnain et al., 2021).

II. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh substitusi dedak padi terhadap kuat tekan beton. Beton yang digunakan terdiri dari empat variasi, yaitu beton normal tanpa dedak padi dan beton variasi dengan dedak padi yang menggantikan sebagian agregat halus pada persentase 3%, 5%, dan 7%. Campuran beton dirancang dengan mengacu pada SNI 7656:2012 untuk perencanaan campuran beton, dan pengujian kuat tekan dilakukan sesuai dengan SNI 1974:2023. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen Portland sebagai bahan pengikat utama, agregat kasar yang sesuai dengan standar SNI 03-2467-2002, serta agregat halus yang sebagian digantikan dengan dedak padi. Dedak padi yang digunakan diperoleh dari penggilingan padi, diolah dan dipilih sesuai dengan standar yang berlaku. Air bersih yang digunakan dalam campuran beton memenuhi ketentuan SNI 03-2834-2000. Campuran beton dirancang untuk mencapai kekuatan rencana $f_c = 12,35$ MPa (K-150) sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Rasio bahan dalam campuran dihitung berdasarkan perencanaan ACI (American Concrete Institute), dengan dedak padi menggantikan agregat halus pada tiga variasi persentase yang telah ditentukan (3%, 5%, dan 7%) (Givi et al., 2010). Rumus perhitungan yang digunakan untuk menentukan jumlah dedak padi adalah $F = P_2 \times P_1$, dimana P_1 adalah persentase dedak padi, P_2 adalah berat agregat halus, dan F adalah berat dedak padi yang digunakan. Pengujian material dilakukan dengan cara uji

saringan untuk agregat kasar dan halus mengacu pada ASTM C 136-76 dan ASTM C 136-01, dengan tujuan untuk menentukan gradasi dan modulus kehalusan (FM). Kadar air agregat kasar dan halus diuji menggunakan metode pengeringan sesuai dengan ASTM C 127-76 dan ASTM C 127-01, sementara kadar lumpur pada kedua jenis agregat diuji mengacu pada ASTM C 117-03. Berat jenis semen diuji dengan metode yang mengacu pada ASTM C 403M-99 (Pachla et al., 2021). Pencampuran beton dilakukan dengan cara memasukkan semua bahan secara teratur dalam mixer beton hingga diperoleh adukan beton yang homogen. Beton yang dihasilkan kemudian diuji dengan slump test untuk menentukan workability atau kelecakan adukan beton, yang dapat mempengaruhi kemudahan pencampuran, pengangkutan, dan pengecoran. Pengujian slump dilakukan sebanyak empat kali untuk masing-masing variasi campuran beton (Torkaman, Ashori, & Momtazi, 2014).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

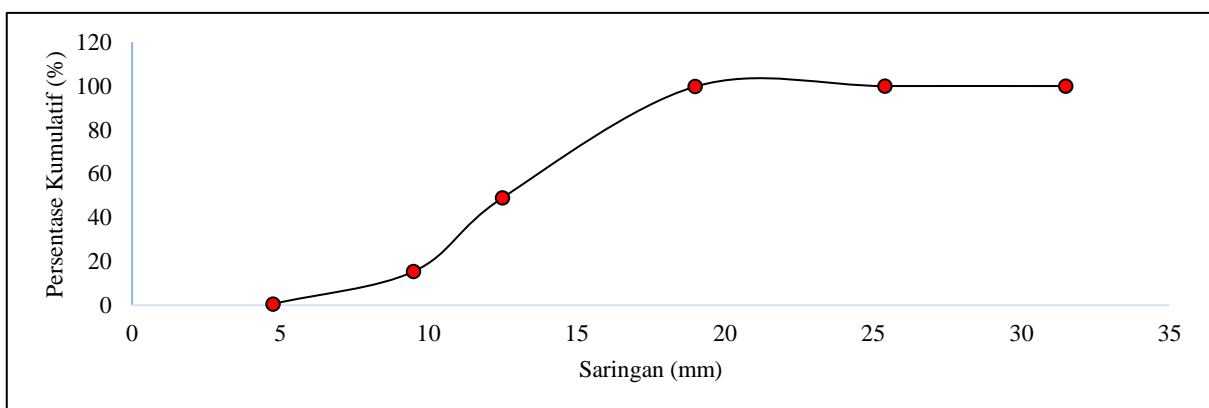
Pada penelitian ini, dilakukan berbagai pengujian terhadap bahan dan beton untuk mengetahui pengaruh penambahan dedak padi terhadap sifat-sifat mekanik beton. Hasil perhitungan dan pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, yang memberikan informasi lebih jelas tentang kualitas bahan dan performa beton.

Analisis Saringan Agregat Kasar

Hasil analisis saringan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan distribusi partikel agregat pada berbagai ukuran saringan, yang penting untuk memastikan komposisi campuran beton yang sesuai. Tabel 1 menunjukkan persentase masing-masing ukuran agregat kasar setelah dilakukan pengujian. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi ukuran agregat kasar berada dalam batas standar, yang dapat digunakan untuk memastikan kualitas beton yang optimal. Gambar 1 menggambarkan distribusi ukuran agregat kasar berdasarkan hasil analisis saringan yang dilakukan.

Tabel 1. Hasil analisis saringan agregat kasar

No.	Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	31,5	0	0,00	100,00
2	25,4	0	0,00	100,00
3	19	6	0,24	99,76
4	12,5	1258	50,73	49,03
5	9,5	834	33,63	15,40
6	4,75	368	14,84	0,56
7	PAN	14	0,56	0,00



Gambar 1. Distribusi ukuran agregat kasar

Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pemeriksaan kadar air agregat kasar dilakukan untuk memastikan bahwa kelembaban material tidak mempengaruhi campuran beton. Hasil

pengujian kadar air untuk agregat kasar ditampilkan pada Tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan kadar air sebesar 0,76%, yang berada dalam batas standar yang dapat diterima.

Tabel 2. Pengujian kadar air agregat kasar

Keterangan	Berat (gram)	Kadar Air (%)
Berat Wadah (Wc)	200	
Berat Benda Uji (Ws)	2500	
Berat Benda Uji Setelah Dioven (Wd)	2480	
Kadar Air		0,76

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar
 Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat kasar dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan material organik yang tidak diinginkan. Hasil

pemeriksaan kadar lumpur untuk agregat kasar ditampilkan dalam Tabel 3. Kadar lumpur yang diperoleh adalah 0,76%, yang memenuhi batas yang ditetapkan untuk agregat kasar.

Tabel 3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

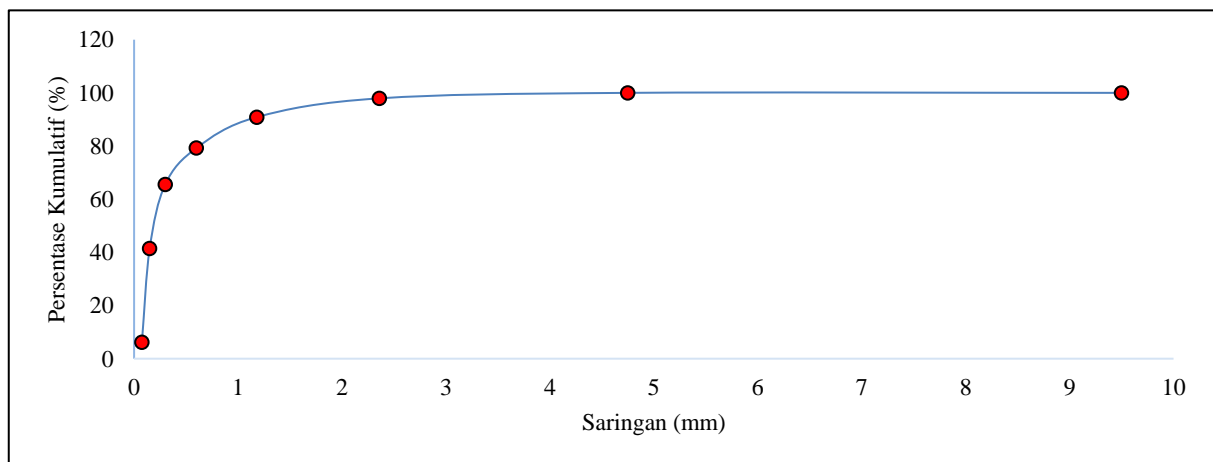
Keterangan	Berat Sampel (gram)	Kadar Lumpur (%)
Sebelum Dioven (W2)	2500	
Setelah Dioven (W3)	2480	
Kadar Lumpur		0,76

Analisis Saringan Agregat Halus
 Agregat halus juga diuji untuk mengetahui distribusi ukuran butirnya. Hasil analisis saringan agregat halus menunjukkan bahwa material ini memiliki distribusi ukuran yang memenuhi standar untuk campuran beton. Tabel 4 menunjukkan hasil analisis saringan agregat

halus, yang menunjukkan bahwa sebagian besar agregat halus tertahan di ayakan dengan ukuran tertentu, yang sesuai untuk campuran beton. Gambar 2 menunjukkan distribusi ukuran agregat halus berdasarkan hasil analisis saringan yang dilakukan.

Tabel 4. Hasil analisis saringan agregat halus

No.	Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	9,5	0	0	100
2	4,75	0	0	100
3	2,36	10	2,07	97,93
4	1,18	34	7,05	90,87
5	0,6	56	11,62	79,25
6	0,3	66	13,69	65,56
7	0,15	116	24,07	41,49
8	0,075	170	35,27	6,22



Gambar 2. Distribusi ukuran agregat halus

Pengujian Kadar Air Agregat Halus
 Pengujian kadar air pada agregat halus dilakukan untuk memastikan bahwa kelembaban tidak

mengganggu rasio campuran beton. Hasil pengujian kadar air untuk agregat halus adalah

3,20%, yang menunjukkan tingkat kelembaban yang dapat diterima dalam campuran beton.

Tabel 5. Pengujian kadar air agregat halus

Keterangan	Berat (gram)	Kadar Air (%)
Berat Wadah (Wc)	300,00	
Berat Benda Uji (Ws)	500,00	
Berat Benda Uji Setelah Dioven (Wd)	486,00	
Kadar Air		3,20

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus
Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan organik dalam agregat halus. Tabel 6 menunjukkan hasil

pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus. Kadar lumpur pada kedua sampel adalah 4,76% dan 5,25%, yang masih memenuhi standar batas yang ditetapkan untuk campuran beton.

Tabel 6. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Keterangan	Volume Lumpur (V1)	Volume Pasir (V2)	Kadar Lumpur (%)
Sampel I	4,00	120,00	4,76
Sampel II	7,00	100,00	5,25

Mix Design Beton Normal dan Beton Variasi
Perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan standar SNI 7656:2012 untuk mencapai mutu beton K-150. Tabel 8

menunjukkan hasil rancangan campuran beton untuk beton normal dan beton variasi dengan dedak padi pada 3%, 5%, dan 7%.

Tabel 8. Mix design beton normal dan beton variasi

Campuran Beton	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	Dedak Padi (kg)	Silika (gr)
Beton Normal	11,48	26,24	35,64	6,88	0	0
Beton Variasi I (3% Dedak Padi)	11,48	25,45	35,64	6,88	0,79	0,34
Beton Variasi II (5% Dedak Padi)	11,48	24,14	35,64	6,88	1,31	0,34
Beton Variasi III (7% Dedak Padi)	11,48	22,30	35,64	6,88	1,84	0,34

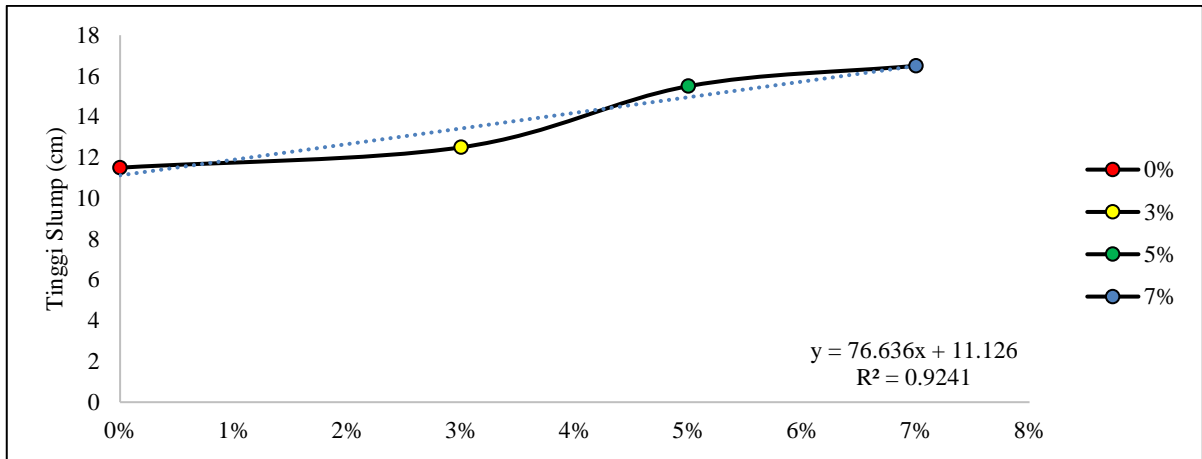
Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengevaluasi workability atau kelecakan campuran beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan dedak padi memiliki nilai slump yang lebih tinggi dibandingkan beton normal, menunjukkan bahwa workability beton meningkat dengan penambahan dedak padi (Tabel 9). Grafik hubungan linear antara jumlah

dedak padi dalam campuran beton dan tinggi slump dihasilkan dengan persamaan linear $y = 76,636x + 11,126$, dengan nilai $R^2 = 0,9241$, yang menunjukkan korelasi yang sangat baik antara kedua variabel tersebut. Gambar 3 menampilkan grafik hubungan linear ini, yang menggambarkan peningkatan workability seiring dengan bertambahnya jumlah dedak padi.

Tabel 9. Hasil pengujian slump beton

Sampel	Tinggi Slump (cm)
Beton Normal	11,5
Beton Variasi Dedak Padi 3%	12,5
Beton Variasi Dedak Padi 5%	15,5
Beton Variasi Dedak Padi 7%	16,5



Gambar 3. Grafik pengujian slump

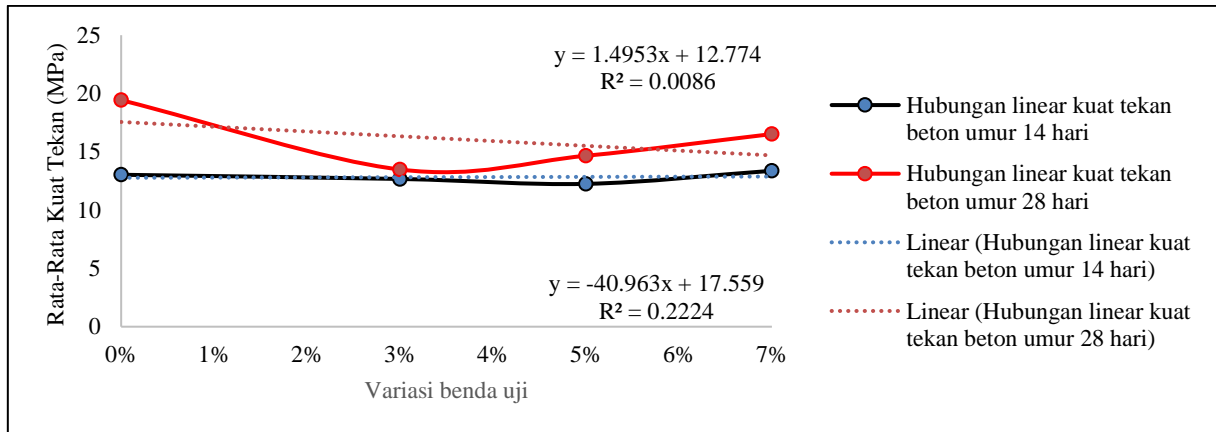
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton dengan substitusi dedak padi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan dedak padi memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal pada umur 14 hari, tetapi mengalami peningkatan pada umur 28 hari. Tabel 10 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton dan Gambar 4 menampilkan grafik hubungan kuat tekan dengan variasi dedak padi. Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi dedak padi

menunjukkan tren peningkatan kekuatan pada umur 28 hari, meskipun pada umur 14 hari terdapat penurunan. Persamaan linear yang menggambarkan hubungan kuat tekan beton dengan variasi dedak padi pada umur 14 hari adalah $y = 1,4953x + 12,774$, dengan nilai $R^2 = 0,0086$, yang menunjukkan adanya sedikit korelasi positif. Sedangkan pada umur 28 hari, persamaan yang diperoleh adalah $y = -40,963x + 17,559$, dengan nilai $R^2 = 0,2224$, yang menunjukkan korelasi yang lebih jelas meskipun masih tergolong rendah.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Campuran Beton	Umur	Sampel 1 (MPa)	Sampel 2 (MPa)	Sampel 3 (MPa)	Sampel 4 (MPa)	Sampel 5 (MPa)	Rata-Rata Kuat Tekan (MPa)
	Benda Uji						
Beton Normal	14 hari	12.5	13	13.5	12	14	13.03
	28 hari	19.5	19	19.8	18.8	20	19.43
Beton Variasi Dedak Padi 3%	14 hari	13	11.8	13.2	12.5	13.6	12.67
	28 hari	13.5	13	14	13.2	14.2	13.48
Beton Variasi Dedak Padi 5%	14 hari	12.5	12	12.8	11.9	13	12.25
	28 hari	14	15	14.5	14.8	16	14.66
Beton Variasi Dedak Padi 7%	14 hari	15.5	14.8	15	13.2	13.6	13.37
	28 hari	17.5	16.2	17	15.8	17.8	16.52



Gambar 4. Grafik pengujian kuat tekan beton

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan dedak padi sebagai bahan pengganti agregat halus dalam campuran beton memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat-sifat mekanik beton, terutama pada kuat tekan dan workability beton. Pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa beton dengan penambahan dedak padi mengalami penurunan kekuatan pada umur 14 hari, namun menunjukkan peningkatan kekuatan pada umur 28 hari. Beton variasi dengan dedak padi 7% menunjukkan peningkatan kekuatan tekan tertinggi pada umur 28 hari dibandingkan dengan beton normal dan variasi dedak padi 3% dan 5%. Pengujian slump menunjukkan bahwa penambahan dedak padi meningkatkan workability beton, dengan nilai slump yang lebih tinggi pada beton variasi dibandingkan dengan beton normal. Semakin tinggi persentase dedak padi, semakin tinggi nilai slump, yang menunjukkan bahwa beton dengan dedak padi lebih mudah dicampur dan dituang. Campuran beton yang diuji dirancang sesuai dengan SNI 7656:2012 untuk perencanaan campuran beton dan SNI 1974:2023 untuk pengujian kuat tekan silinder. Hasil pengujian kuat tekan dan slump dapat diterima dalam batas-batas yang ditentukan oleh standar tersebut. Pemanfaatan dedak padi sebagai bahan pengganti agregat halus dalam beton tidak hanya dapat mengurangi limbah pertanian, tetapi juga dapat menurunkan biaya produksi beton dan memberikan peluang untuk menciptakan beton yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan dedak padi dalam campuran beton dapat dijadikan alternatif yang berkelanjutan dalam industri konstruksi. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa dedak padi

dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton dengan potensi untuk meningkatkan workability dan memperbaiki kekuatan beton pada umur 28 hari. Oleh karena itu, dedak padi dapat dianggap sebagai solusi inovatif yang dapat diterima dalam industri konstruksi yang lebih ramah lingkungan.

REFERENCES

- Adhipramana, R. F., Suprahman, F. H., & Puspitasari, P. D. (2023). *Pengaruh campuran agregat serat alami dengan abu sekam padi terhadap daya tahan dinding tanah pada bangunan*.
- Anas, A., & Andira, A. (2018). *Kuat tekan dan penyerapan air batako dengan limbah sekam padi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Dewi, S. U., & Renaldi, S. (2024). Pengaruh penggunaan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton K-175. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 9(2), 260-271.
- Dewi, S. U., & Saputra, B. (2024). Pengaruh campuran dedak padi sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton mutu sedang. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 13(2), 132-138.
- Fitriani, H., Ahmed, A., Kolawole, O., Hyndman, F., Idris, Y., & Rosidawani, R. (2022). Optimizing compressive strength properties of binary blended cement rice husk concrete for road pavement. *Trends in Sciences*, 19(9), 3972-3972.
- Fadly, W. (2021). *Pengaruh penambahan dedak padi terhadap produktifitas waktu pengeringan batu bata* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat).
- Givi, A. N., Rashid, S. A., Aziz, F. N. A., & Salleh, M. A. M. (2010). Assessment of the effects of rice husk ash particle size on strength, water permeability and workability of binary blended concrete. *Construction and Building Materials*, 24(11), 2145-2150.
- Hasnain, M. H., Javed, U., Ali, A., & Zafar, M. S. (2021). Eco-friendly utilization of rice husk ash and bagasse ash blend as partial sand replacement in self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 273, 121753.

- Haryanti, A., Norsamsi, N., Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. (2014). Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi*, 3(2), 20-29.
- Mutuk, T., & Mesci, B. (2014). Analysis of mechanical properties of cement containing boron waste and rice husk ash using full factorial design. *Journal of Cleaner Production*, 69, 128-132.
- Muhsinin, N., Marni, E., & Adli, M. (2022). Analisis perbandingan tingkat kualitas produk batu bata merah dengan memanfaatkan limbah dedak padi dan serbuk gergaji. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 5(3), 067-074.
- Pachla, E. C., Silva, D. B., Stein, K. J., Marangon, E., & Chong, W. (2021). Sustainable application of rice husk and rice straw in cellular concrete composites. *Construction and Building Materials*, 283, 122770.
- Pratiwi, D., Tejowati, A. S., Rusdiyanto, M. F., Sasmita, K. J., & Efianti, T. (2011). Pemanfaatan limbah pati onggok dan sekam padi sebagai bahan dasar panel dinding ringan yang tanggap gempa. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 55-66.
- Riswan, A. (2021). *Analisis kuat tekan beton $F'c$ 20 Mpa dengan dedak padi sebagai bahan tambah pasir* (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- Rohman, M. N. (2018). *Pengaruh variasi lama pengeringan dan volume larutan graphene oxide berbahan dasar abu sekam padi terhadap kuat tekan dan porositas bata ringan jenis cellular lightweight concrete*. Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta. Diambil dari <https://eprints.uny.ac.id/56630>.
- Sinmiasa, F., Frans, P. L., & Apalem, D. R. (2024). Pengaruh limbah pembakaran sampah anorganik sebagai material substitusi terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Simetrik*, 14(2), 883-888.
- Sua-iam, G., Makul, N., Cheng, S., & Sokrai, P. (2019). Workability and compressive strength development of self-consolidating concrete incorporating rice husk ash and foundry sand waste—A preliminary experimental study. *Construction and Building Materials*, 228, 116813.
- Tampubolon, S. P., Lase, F. J., Sudarwani, M. M., Sari, D., Nataldo, B. T., & David, C. (2024). Pengembangan usaha mandiri masyarakat desa Srimahi Kecamatan Tambun Utara dengan pemanfaatan limbah sekam padi sebagai campuran beton paving block dan batako. The Development of Independent Business of Srimahi Village Community, Tambun Utara District by Utilizing Rice Husk Waste as a Mixture for Paving Block and Brick Concrete. *Jurnal Abdi Insani*, 11(4), 2607-2616.
- Tayeh, B. A., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., & Alaskar, A. (2021). Recycling of rice husk waste for a sustainable concrete: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127734.
- Torkaman, J., Ashori, A., & Momtazi, A. S. (2014). Using wood fiber waste, rice husk ash, and limestone powder waste as cement replacement materials for lightweight concrete blocks. *Construction and Building Materials*, 50, 432-436.
- Younes, M. M., Abdel-Rahman, H. A., & Khattab, M. M. (2018). Utilization of rice husk ash and waste glass in the production of ternary blended cement mortar composites. *Journal of Building Engineering*, 20, 42-50.
- Yudhiansyah, A., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2022). Analisis uji kuat tekan batako dengan campuran dedak padi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 79-86.