

PENGARUH PENGGUNAAN NANOMATERIAL ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR

Estu Prihatini¹, Rusnardi Rahmat Putra²
^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Email: estuprihatini25@gmail.com

Abstrak : Penelitian ini membahas mengenai penggunaan abu sekam padi dalam bentuk nanomaterial yang digunakan sebagai bahan tambah dalam semen untuk pembuatan mortar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium. Latar belakang penelitian ini adalah kerusakan pada bangunan akibat dari kesalahan pencampuran material bangunan ataupun bencana alam seringkali terjadi. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan pada bangunan merupakan suatu hal yang mungkin terjadi, diantaranya adalah kualitas material yang digunakan kurang baik, proses pembuatan campuran yang tidak sesuai dengan standar penggunaannya, ataupun karena bencana alam. Pengujian sampel dalam penelitian ini dilakukan di tiga laboratorium berbeda, yaitu Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang, Laboratorium Fisika Universitas Negeri Padang, dan Laboratorium Bahan dan Mekanika Tanah Universitas Negeri Padang. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, diperoleh hasil eksperimen yaitu komposisi campuran dengan menggunakan nanomaterial mengalami kenaikan kuat tekan yang cukup baik disetiap umur pengujian, dimana persentase 3% mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan persentase yang lain.

Kata kunci: Nanomaterial, Abu Sekam Padi, Mortar, Kuat Tekan

Abstract: This study discusses the use of rice husk ash in the form of a nanomaterial is used as a material added in the cement for the manufacture of mortar. The method used in this research is a laboratory experiment. Background this study is the damage to the building due to the error of mixing of building materials or natural disasters often occur. There are several factors that cause damage to the building is a thing that may occur, such is the quality of the material used is not good, the process of making a mixture that is not in accordance with the standards of its use, or because of a natural disaster. Testing the sample in this research was conducted in three different laboratory, the Laboratory of Chemistry, Padang State University, the Laboratory of Physics, Padang State University, and Laboratory Materials and Soil Mechanics, Padang State University. Based on the research that has been done, obtained experimental results, namely the composition of the mixture with the use of nanomaterials has increased the compressive strength that is good enough in every life testing, where the percentage of 3% has a value of compressive strength is high compared to the percentage of another.

Keywords: Nanomaterials, Rice Husk Ash, Mortar, Compressive Strength

PENDAHULUAN

Mengutamakan pembangunan berkelanjutan merupakan upaya pemerintah Indonesia untuk berkembang. Undang-Undang no. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung menyebutkan bahwa penggunaan bahan bangunan gedung harus aman bagi kesehatan pengguna dan tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Namun terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan pada bangunan merupakan suatu hal yang mungkin terjadi, diantaranya adalah kualitas material yang digunakan kurang baik, proses pembuatan campuran yang tidak sesuai dengan standar penggunaannya, ataupun karena bencana alam.

Pada proses pencampuran material juga perlu diperhatikan hal-hal sederhana yang bisa saja menimbulkan efek negatif terhadap bangunan. Kerusakan yang mungkin akan terjadi adalah kayu yang perlahan membusuk, besi yang berkarat atau lepasnya plesteran. Permasalahan tersebut timbul salah satunya karena kandungan air yang ada didalam campuran tidak terkendali dengan baik. Kandungan air yang berlebih dapat menurunkan kekuatan struktur bangunan, baik mekanis, kimiawi maupun biologis. Hal tersebut memiliki potensi untuk menyediakan tempat berkembang biaknya organisme yang dapat membahayakan.

Sejalan dengan berkembangnya teknologi maka pemanfaatan bahan bangunan untuk permasalahan tersebut diatas dapat teratasi. Bahan yang juga mengalami perkembangan adalah mortar pada bangunan. Mortar adalah suatu campuran yang terdiri dari agregat halus, semen, dan air dengan komposisi tertentu. Setiap bangunan beton selalu menggunakan mortar untuk plesteran ataupun acian.

Mortar yang bagus adalah awet, murah, mudah dikerjakan, cepat mengering, tahan terhadap air, dan tidak menimbulkan retak

pada pasangan. Mortar mempunyai keterbatasan daya tahan terhadap suhu tinggi dan akan merusak bangunan. Salah satu cara untuk meminimalkan kerusakan akibat kebakaran adalah dengan meningkatkan kualitas bangunan dengan memilih bahan bangunan yang tepat dan memperhatikan jumlah bahan yang akan ditambahkan. Pemilihan bahan bangunan dan proses pembuatan yang baik bisa meminimalisir kerusakan pada bangunan [1].

Dalam pembuatan mortar atau adukan beton, ada kalanya dibutuhkan bahan tambah untuk membantuk proses percepatan pengerasan adukan atau memperkuat adukan tersebut. Penggunaan bahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat adukan sesuai dengan yang diinginkan. Seperti tertulis dalam American Society for Testing and Material (ASTM) C125, bahan tambahan tersebut ditambahkan dalam campuran beton atau mortar, sebelum pencampuran pada batching plant atau sesudah pencampuran. Definisi bahan tambahan ini mempunyai arti luas, yaitu meliputi polimer, fiber, mineral yang mana dengan adanya bahan tambahan ini komposisi beton atau mortar mempunyai sifat yang berbeda dengan biasanya.

Nanomaterial adalah salah satu solusi bahan tambah mortar yang tersedia sekarang. Bahan yang akan digunakan sebagai campuran berubah menjadi ukuran 1-100 nm. Nanomaterial memiliki potensi untuk membuat struktur lebih cepat dalam pembangunan dan lebih aman karena dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya serta dapat mengurangi degradasi mortar karena rembesan air. Nanoteknologi yang berkembang pesat merupakan tantangan bagi suatu negara dan memiliki peluang untuk andil mengambil peran dalam pasar global atau hanya akan menjadi tujuan pasar [2].

Penelitian mengenai reaksi pencampuran nanomaterial dan mortar sudah pernah dilakukan sebelumnya. Secara umum, mortar dengan penambahan nanomaterial menunjukkan peningkatan sifat mekanisnya secara signifikan [3]. Semen yang menggunakan nanosilica sebagai bahan tambah bisa membuat ukuran pori menjadi lebih halus sehingga dapat mengurangi laju masuknya air dan zat lainnya yang dapat mengurangi kualitas mortar. Penambahan tersebut meningkatkan kuat tekan dan daya tahan mortar terhadap air, bahkan dengan penambahan nanosilica sebanyak 0,3% [4].

Bahan tambah yang digunakan dalam mortar atau beton bermacam-macam dan abu sekam padi termasuk dalam material yang selalu di uji coba manfaatnya. Sekam padi merupakan kulit padi yang sudah terpisah dari isinya. Pemanfaatan limbah sekam padi ini masih kurang diperhatikan oleh petani yang selama ini hanya dibakar atau digunakan sebagai media tanam, yang tentunya pembakaran ini akan menimbulkan pencemaran udara.

Menurut Agung (2013), proses ekstraksi sekam padi yang baik adalah sebagai berikut.

- Sekam padi dikeringkan dan dibersihkan dari kotoran.
- Sekam padi dipanaskan menggunakan furnace selama 4 jam pada temperature 700°C untuk menghasilkan abu.
- Abu tersebut disaring menggunakan ayakan 200 untuk mendapat ukuran yang sama.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen di laboratorium, yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan adanya hubungan antar variabel. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan uji kuat tekan mortar normal dengan mortar yang memiliki bahan tambah nanomaterial abu

sekam padi pada semen dengan persentase 1%, 2%, dan 3%.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2021 hingga Juli 2021, berlokasi di tiga laboratorium berbeda. Penelitian pertama dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang untuk pemanasan abu sekam padi menggunakan *Furnace* dengan suhu 750° selama 5 jam, penelitian kedua dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Padang untuk karakterisasi struktur kristal pada kategori nano meter, penelitian ketiga dilakukan di Laboratorium Bahan dan Mekanika Tanah Universitas Negeri Padang untuk pembuatan mix design mortar dan pengujian kuat tekan.

Benda uji mortar yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Benda uji terdiri dari 3 variasi nanomaterial sekam padi yaitu, 1%, 2%, dan 3%, semen dan pasir yaitu, 1PC : 3Psr. Terdapat 36 sampel mortar dengan 3 spesimen untuk masing-masing persentase material nano dan uji mortar dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kebutuhan bahan untuk benda uji dihitung berdasarkan peraturan pada SNI 03-6825-2002 tentang Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Kebutuhan bahan *mix design* yang digunakan dalam penelitian ini ukurannya tercantum pada Tabel 1 yang memperlihatkan bahan-bahan yang digunakan.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan Mix Design

No.	Bahan	Jumlah Campuran untuk 1 Benda Uji (gr)		
		1%	2%	3%
1	Semen	83.33	83.33	83.33
2	Pasir	229.17	229.17	229.17
3	Air	40.33	40.33	40.33
4	Abu sekam padi	0.83	1.66	2.5

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembakaran Menggunakan Furnace

Penelitian ini menggunakan furnace dengan suhu 750°C selama 5 jam untuk membakar sekam padi menjadi abu. Furnace digunakan karena mampu membakar dengan suhu diatas 300°C . Hasil yang diperoleh adalah abu berwarna putih keabuan dan lebih bersih dibandingkan dengan abu sekam sebelum dibakar menggunakan furnace.



Gambar 1. Pembakaran Sekam Padi Menggunakan Furnace



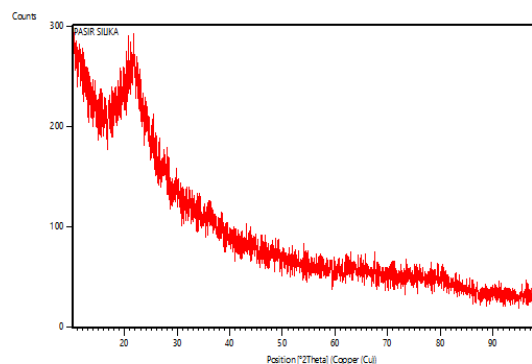
Gambar 2. Abu Sekam Padi Hasil Pembakaran Menggunakan Furnace

2. Pengujian X-Ray Diffraction

Difraksi sinar X merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui senyawa yang terbentuk pada suatu material. Teknik ini digunakan untuk menganalisa bentuk pola pada struktur material karena setiap unsur atau senyawa memiliki pola yang berbeda-beda.

Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan silica amorf, yaitu material yang pola atomnya acak dan tidak beraturan. Seperti terlihat pada gambar

dibawah, tidak terdapat puncak difraksi yang merupakan salah satu ciri dari amorf. Hasil tersebut diketahui dengan pengujian XRD dan didapatkan hasil sebesar $19,31\text{ Nm}$.



Gambar 3. Grafik Puncak Difraktogram

3. Pengujian Mortar Secara Visual

Uji visual adalah pemeriksaan secara visual pada benda uji untuk mengetahui adanya kelainan pada mortar. Benda uji yang cacat atau mengalami kelainan seperti terlalu banyak rongga, retakan dan adanya serpihan yang lepas. Dibawah ini merupakan dokumentasi foto benda uji untuk pengujian secara visual.



Gambar 4. Kubus Mortar

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa pengujian visual mortar tidak cacat. Hal ini dapat dinyatakan bahwa sampel benda uji lolos pengujian secara visual sehingga dapat dilanjutkan pengujian kuat tekan berdasarkan peraturan pada SNI 03-6825-2002.

4. Pengujian Mortar Keras

a. Kuat Tekan Mortar Normal

Mortar normal adalah mortar dengan komposisi rancangan campuran tanpa penambahan nanomaterial abu sekam padi.

1) Umur 7 Hari

Pengujian mortar normal pada umur 7 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil tersebut dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Mortar Normal Umur 7 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	253	21.85
2	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	230.6	19.85
3	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	249	23.89
Rata-Rata				244.2	21.86

2) Umur 14 Hari

Pengujian mortar normal pada umur 14 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, akan tetapi hasil tersebut leboh rendah dari pengujian umur 7 hari seperti dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Mortar Normal Umur 14 Hari

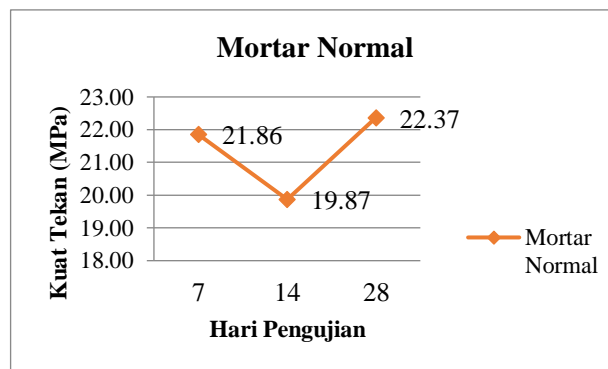
No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	252.4	21.54
2	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	238.4	19.06
3	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	240.6	19.02
Rata-Rata				243.8	19.87

3) Umur 28 Hari

Pengujian mortar normal pada umur 28 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa dan mengalami kenaikan dari pengujian umur 14 hari, hasil tersebut dijabarkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Mortar Normal Umur 28 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	247.8	20.91
2	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	250.8	23.81
3	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	251.2	22.40
Rata-Rata				249.93	22.37



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Normal

b. Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 1%.

1) Umur 7 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi 1% pada umur 7 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, terdapat 1 sampel yang hasilnya kurang dari 12 MPa yaitu 10,87 MPa. Hasil tersebut dijabarkan pada Tabel 14.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 1% Umur 7 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	238.2	15.69
2	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	237	10.87
3	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	236.6	12.75
Rata-Rata				237.2 7	13.10

2) Umur 14 Hari

Pengujian mortar dengan abu sekam padi sebesar 1% pada umur 14 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil tersebut dijabarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 1% Umur 14 Hari

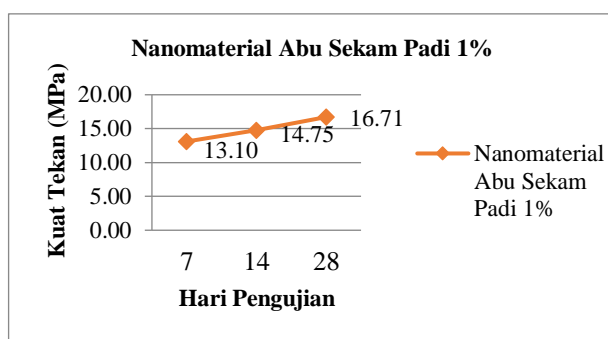
No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	240.9	18.04
2	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	237	13.10
3	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	241	13.10
Rata-Rata				239.6 3	14.75

3) Umur 28 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 1% pada umur 28 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil tersebut dijabarkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 1% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	230.6	13.06
2	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	235.2	18.08
3	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	233.6	18.99
Rata-Rata				233.1 3	16.71



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Abu Sekam Padi 1%

c. Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 2%.

1) Umur 7 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 2% pada umur 7 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, terdapat sampel dengan hasil yang lebih rendah dari kuat tekan rencana yaitu 8,94 Mpa. Hasil pengujian umur 7 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 2% Umur 7 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	239.4	18.44
2	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	239	15.65
3	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	236.8	8.94
Rata-Rata				238.4	14.34

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 2% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	233	16.55
2	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	232.6	21.34
3	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	231.6	25.26
Rata-Rata				232.40	21.05

2) Umur 14 Hari

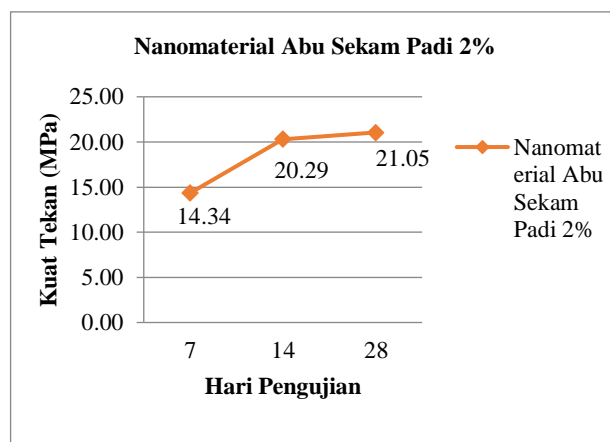
Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 2% pada umur 14 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil pengujian umur 14 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 2% Umur 14 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	236.6	18.28
2	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	231	22.79
3	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	237.9	19.81
Rata-Rata				235.17	20.29

3) Umur 28 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 2% pada umur 28 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil pengujian umur 28 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 10.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 2%

d. Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 3%.

1) Umur 7 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 3% pada umur 7 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, terdapat sampel dengan hasil yang lebih rendah dari kuat tekan rencana yaitu 11,61 Mpa. Hasil pengujian umur 7 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 3% Umur 7 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	236.4	16
2	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	232.6	11.61
3	4 Juni 2021	11 Juni 2021	7 hari	231.2	12.08
Rata-Rata				233.4	13.23

2) Umur 14 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 3% pada umur 14 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil pengujian umur 7 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 3% Umur 14 Hari

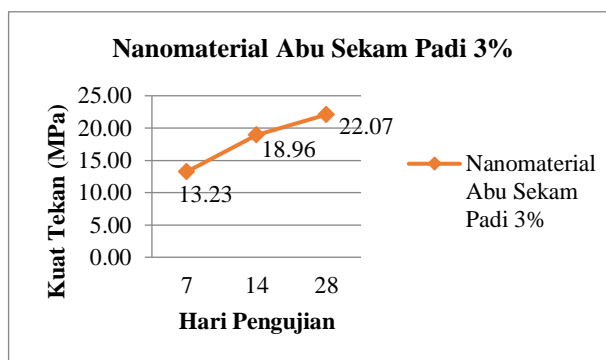
No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	239	17.810
2	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	243.6	22.01
3	4 Juni 2021	18 Juni 2021	14 hari	238.8	17.06
Rata-Rata				240.47	18.96

3) Umur 28 Hari

Pengujian mortar dengan nanomaterial abu sekam padi sebesar 3% pada umur 28 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12 MPa, hasil pengujian umur 28 hari tersebut dijabarkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi 3% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Umur	Berat (gr)	Mutu fc' (MPa)
	Pembuatan	Uji Tekan			
1	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	239.6	25.46
2	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	241.6	23.22
3	4 Juni 2021	2 Juli 2021	28 hari	241.6	17.53
Rata-Rata				240.93	22.07



Gambar 8. Hasil Uji Tekan Mortar Campuran Abu Sekam Padi 3%

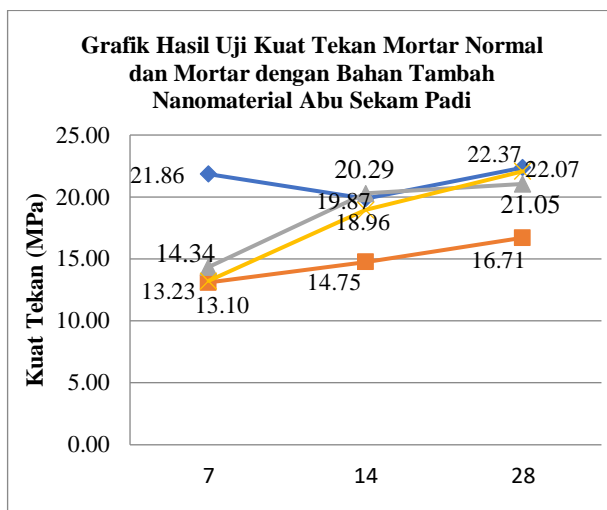
Dari ketiga variasi campuran mortar dengan nanomaterial abu sekam padi, komposisi mortar menggunakan campuran nanomaterial abu sekam padi sebanyak 3% mempunyai kuat tekan terbesar pada umur pengujian 28 hari yaitu sebesar 22,07 MPa, kuat tekan terbesar kedua adalah mortar dengan campuran nanomaterial abu sekam padi sebanyak 2% yaitu sebesar 21,05 MPa, dan kuat tekan terbesar ketiga adalah mortar dengan campuran nanomaterial abu sekam padi sebanyak 1% yaitu sebesar 16,71 MPa. Mortar normal mengalami penurunan pada pengujian di umur 14 hari dengan hasil sebesar 19,87 MPa. Pada pengujian di umur 7 hari, mortar normal memiliki nilai kuat tekan tertinggi dari mortar dengan campuran, yaitu sebesar 21, 88 MPa.

Hasil ini merujuk pada penelitian Glenn (2013) yang menggunakan persentase nanomaterial sebanyak 1%, 2%, 3% dan FAS 0,45. Pengujian tersebut menghasilkan nilai kuat tekan yang meningkat pada setiap umur persentase dengan nilai kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari dan persentase 3% sebesar 42 MPa.

Maka dapat diketahui komposisi campuran variasi nanomaterial abu sekam padi yang optimum untuk kuat tekan mortar didapat pada variasi nanomaterial abu sekam padi sebesar 3%. Mortar juga mengalami kenaikan kuat tekan yang cukup baik disetiap umur pengujian.

Tabel 14. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Normal dan Mortar dengan Nanomaterial Abu Sekam Padi

Komposisi Campuran	Kuat Tekan Mortar Rata-Rata (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
Mortar Normal	21.88	19.87	22.37
Nanomaterial Abu Sekam Padi 1%	13.1	14.75	16.71
Nanomaterial Abu Sekam Padi 2%	14.34	20.29	21.05
Nanomaterial Abu Sekam Padi 3%	13.23	18.96	22.07



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Mortar Normal dan Mortar dengan Campuran Nanomaterial Abu Sekam Padi

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai bahan tambah yang digunakan dalam semen untuk pembuatan mortar, didapatkan hasil bahwa nilai kuat tekan mortar yang diperoleh melebihi kuat tekan rencana sebesar 12 MPa dengan penggunaan nanomaterial abu sekam padi sebesar 1%, 2%, dan 3%. Komposisi campuran dengan menggunakan nanomaterial mengalami kenaikan kuat tekan yang cukup baik disetiap umur pengujian, dimana persentase 3% mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan persentase yang lain dan mortar normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi, R. Y. (2009). Kuat Tekan Mortar Dengan Berbagai Campuran Penyusun Dan Umur. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 67-84.
- [2] AL-Rifaie, W. N. (2016). Effect Of Nanomaterials In Cement Mortar Characteristics. *Journal of*

Engineering Science and Technology ,
1321-1332.

Ketahanan Pangan. Jakarta: IAARD
Pres.

- [3] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-6825-2002. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- [4] Drexler, K. (1986). *Engines Of Creations : The Coming Era Of Nanotechnology*. New York: Doubleday.
- [5] Duncan, T.V (2011). Application Of Nanotechnology In Food Packaging and Food Safety: Barries Materials, Antimicrobials and Sensors. *Journal Of Colloid and Interface Science*, 363(1), 1-24.
- [6] Du, H. (2014). Durability performances of concrete with nano-silica. *Construction and Building Materials* , 705-712.
- [7] Edward G, N. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama.
- [8] Gunawan, M. (2000). *Konstruksi Beton I*. JAKARTA: Delta Teknik Group.
- [9] Hara. (1996). *Utilization of Agrowaste for Building Material*. Japan: International Research and Development Cooperation Division.
- [10] Haryadi. (2006). *Teknologi Pengolahan Beras*. Yogyakarta: UGM Press.
- [11] Hoerudin, I. B. (2015). *Prospek Nanoteknologi Dalam Membangun*
- [12] Jauhar Fajrin, P. L. (2016). Aplikasi Metode Analysis Of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fumeterhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar . *Jurnal Rekayasa Sipil* , 11-23.
- [13] Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- [14] Nuryadin, B. W. (2020). *Pengantar Fisika Nanomaterial*. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- [15] Rhodes, C. J. (2014). Eating Small: Application and Implications for Nanotechnology in Agriculture and the Food Industry. *Science Progress* , 173-182.
- [16] SNI 03-6882-2002. 2002. Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan. Departemen Pekerjaan Umum : Jakarta.
- [17] Tanubrata, M. (2015). Bahan - Bahan Konstruksi Dalam Konteks Teknik Sipil. *Jurnal Teknik Sipil* , 76-168.
- [18] Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.