

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR MORTAR

Muhammad Givary Nurwanda Bintang*¹, Cut Rahmawati¹, Muhammad Zardi¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keude Aceh Besar
Email: givarynurwanda@gmail.com

Abstract: *This research aims to investigate the impact of adding oil palm empty fruit bunch (OPEFB) fiber on the mechanical strength of mortar through compressive and flexural strength tests with varying percentages (0%, 1%, 2%, and 3%). Testing was conducted after 28 days, with a total of 12 specimens for each test variation. The results indicate varying effects of adding OPEFB fiber to the mechanical strength of mortar. Adding OPEFB fiber at percentages of 1%, 2%, and 3% resulted in a reduction in compressive strength from 17.75 MPa to 16.36 MPa, 12.01 MPa, and 8.64 MPa, respectively. However, percentages of 2% and 3% increased flexural strength from 0.721 MPa to 1.122 MPa and 0.755 MPa, while the 1% percentage decreased to 0.705 MPa. These findings suggest an optimal point in the addition of OPEFB fiber where mechanical strength can be enhanced without compromising overall mortar quality. This study is crucial for understanding the potential of OPEFB fiber as a reinforcement in mortar. Further steps need to explore variations in OPEFB fiber percentages to design an optimal mix without reducing mortar quality. Other aspects such as water-to-cement ratio, fiber size and shape, as well as production costs and the utilization of OPEFB fiber, need to be considered for broader construction applications.*

Keywords : *Palm Oil Empty Bunches Fiber, Compressive Strength, Flexural Strength, Mortar.*

Abstrak: Penelitian ini menginvestigasi dampak penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap kekuatan mekanis mortar melalui uji kuat tekan dan kuat lentur dengan persentase berbeda (0%, 1%, 2%, dan 3%). Setelah 28 hari, 12 benda uji diuji untuk setiap variasi. Hasilnya menunjukkan dampak variasi penambahan serat TKKS terhadap kekuatan mekanis mortar. Penambahan serat TKKS dengan persentase 1%, 2%, dan 3% mengakibatkan penurunan kuat tekan dari 17,75 MPa menjadi 16,36 MPa, 12,01 MPa, dan 8,64 MPa. Namun, persentase 2% dan 3% meningkatkan kuat lentur dari 0,721 MPa menjadi 1,122 MPa dan 0,755 MPa, sementara persentase 1% menurunkan menjadi 0,705 MPa. Temuan ini menunjukkan adanya titik optimal dalam penambahan serat TKKS di mana kekuatan mekanis dapat ditingkatkan tanpa mengurangi kualitas mortar secara keseluruhan. Penelitian ini penting untuk memahami potensi serat TKKS sebagai penguat dalam mortar. Langkah berikutnya perlu mengeksplorasi variasi persentase penambahan serat TKKS untuk merancang campuran optimal tanpa mengurangi kualitas mortar. Aspek lain seperti faktor air semen, ukuran dan bentuk serat, serta biaya produksi dan penggunaan serat TKKS perlu diperhitungkan untuk aplikasi konstruksi yang lebih luas.

Kata kunci : *Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Mortar.*

Di dunia konstruksi mortar adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen, pasir, dan air yang dicampur merata untuk mengikat batu bata dan blok beton. Salah satunya adalah sebagai plesteran dan spesi pada pasangan dinding bata. Mortar memiliki karakteristik kuat terhadap beban tekan dan lemah terhadap tarik. Hal yang lain yang menarik dari mortar adalah mudah dibentuk dan mudah dikerjakan, namun demikian mortar juga mengalami susut yang tinggi dan susut ini menyebabkan terjadinya retak-retak. Selain resiko retak yang tinggi, keruntuhan pasca beban puncak pada mortar bersifat getas. Keruntuhan yang bersifat getas sangat berbahaya pada daerah yang berpotensi terjadi gempa besar. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan serat pada mortar.

Penambahan serat pada mortar selain mengurangi retak, menurut (Opirina, 2019) juga dapat meningkatkan kuat tarik atau kuat lentur. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah salah satu produk samping berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Ketersediaan tandan kosong kelapa sawit cukup signifikan bila ditinjau berdasarkan rerata nisbah produksi tandan kosong kelapa sawit terhadap total jumlah Tandan Buah Segar TBS yang diproses. Rata-rata produksi tandan kosong kelapa sawit adalah berkisar 22% hingga 24% dari total berat tandan buah segar yang diproses di Pabrik Kelapa Sawit.(Thya Rani et al., 2020). Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti Tandan Kosong Selapa Sawit (TKKS), sabut, lumpur, dan cangkang sawit. TKKS adalah limbah terbesar dan sebagian besar hanya digunakan sebagai pupuk kompos dan bahan serat. Namun, menurut (Roganda Lumban Gaol et al., 2013) komposisi selulosa yang besar dalam TKKS menjadikannya berpotensi sebagai bahan baku pembuatan selulosa, yang dapat meningkatkan nilai ekonomi dari limbah ini. Oleh karena itu, pengolahan TKKS menjadi serat dapat meningkatkan kegunaan dan nilai ekonomi dari limbah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sifat fisis mortar yang ditambahkan serat TKKS.
2. Menganalisis kuat tekan dan kuat lentur mortar dengan adanya penambahan serat TKKS.
3. Menganalisis komposisi efektif dari serat TKKS yang dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur.

KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka berisi tentang teori-teori ataupun kepustakaan yang melandasi penelitian ini. Kajian pustaka akan terdiri dari beberapa judul sub bab.

Serat

Serat adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam bahan alami atau sintetis, seperti serat kayu, serat baja, serat kaca, serat karbon, dan sebagainya, yang digunakan sebagai bahan pengisi atau penguat pada campuran beton. Serat dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton terhadap berbagai beban dan gaya, seperti tekanan, lentur, geser, dan sebagainya.

Penggunaan serat dalam mortar telah diketahui memberikan kinerja yang lebih baik seperti kekuatan yang lebih tinggi dan peningkatan daya tahan. Sementara itu, serat kelapa sawit terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik beton seperti kuat lentur dan kuat tekan. Penggabungan partikel serat nano atau mikro dalam matriks semen terbukti menjadi solusi parsial untuk tantangan retak karena kerapuhan yang disebabkan dari bahan semen (Farizal, 2022)

Tandan Kosong Kelapa Sawit

Kelapa sawit yang sering kita jumpai yang pada dasarnya tumbuhan ini untuk bahan dasar dalam pembuatan minyak, tapi tumbuhan ini juga sering digunakan dalam pembuatan material dibidang komposit. Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu produk samping berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Ketersediaan tandan kosong kelapa sawit cukup signifikan bila ditinjau berdasarkan rata-rata nisbah produksi tandan kosong kelapa sawit terhadap total jumlah tandan buah segar yang diproses (Siahaan & Darianto, 2020)).

Tandan kosong kelapa sawit ini dapat digunakan untuk bahan penguat pada industri bangunan seperti mortar, TKKS ini memiliki sifat yang yang mampu meningkatkan kekuatan dan ketahanan ke mortar dikarenakan memiliki sifat kekakuan yang tinggi, penggunaan TKKS ini dapat menjadi solusi ramah lingkungan dalam pengolahan limbah industry (Adi et al., 2019).

Kuat Tekan

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian kuat tekan pada benda uji sebagai acuan untuk menetapkan standar mutu beton, dan sebagai syarat penerimaan mutu beton. Menurut (Khairul Amna & Amna, 2014) kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya.

Kuat tekan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

f'c = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan (mm²)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Abulyatama Aceh. Jl. Blang Bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keude Aceh Besar.

Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat benda uji adalah, antara lain :

1. Semen
2. Pasir
3. Air
4. Tandan Kosong kelapa Sawit (TKKS)
5. NaOH

Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk membuat benda uji adalah, antara lain :

1. Cetakan semen untuk kuat lentur
2. Alat uji lentur
3. Timbangan digital
4. Penggaris/jangka sorong
5. Mini cone
6. Tempat pengadukan (ember)

7. Magnetik stirrer
8. Oven
9. Labu ukur
10. Gelas ukir
11. Sendok semen
12. Mesin uji kuat tekan dan kuat lentur

Kuat Tekan

Benda uji yang digunakan berupa kubus dengan dimensi 5 x 5 x 5 cm. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar setelah benda uji mencapai usia 28 hari. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah mesin kuat tekan. Sebelum pengujian, benda uji diukur dimensinya dan ditimbang beratnya. Mesin kuat tekan dioperasikan dengan penambahan beban sekitar 3-5 kg per detik. Nilai kuat tekan dihitung dengan membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Pengujian dilakukan pada benda uji kontrol serta pada benda uji dengan penambahan serat sebesar 1%, 2%, dan 3%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan

Pengujian kekuatan tekan pada mortar dilakukan setelah benda uji yang telah direndam selama 28 hari. Total ada 12 benda uji yang digunakan untuk pengujian ini, dan pada masing-masing benda uji, serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) ditambahkan dengan variasi persentase yang berbeda, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%. Hasil pengujian mencatat beban maksimum yang diterapkan pada mortar hingga terjadi kegagalan atau kerusakan.

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap kekuatan tekan mortar, informasi yang sangat relevan dalam penelitian atau pemanfaatan bahan konstruksi. Nilai beban maksimum kuat tekan dapat dilihat dalam Tabel 1. Untuk mendapatkan nilai Kuat tekan dapat menggunakan rumus pada persamaan 1. Kuat tekan rata-rata Mortar dengan bahan penguat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 Beban Maksimum yang Ditahan Mortar

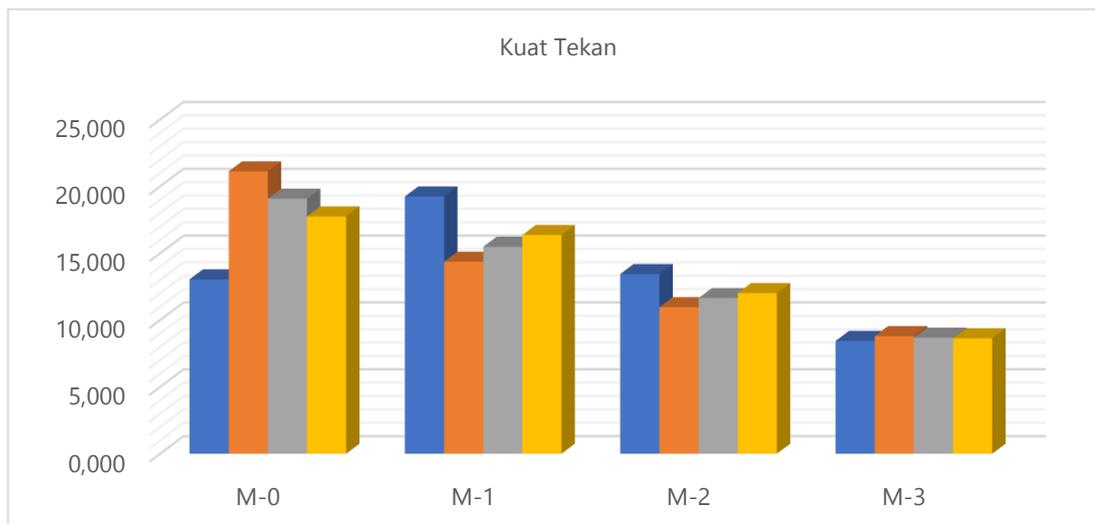
Benda Uji	Persentase Serat (%)	Berat Serat (gr)	Beban Maksimum (kN)			
			Sampel			Rata-rata
			1	2	3	
M - 0	0	0	32,6	52,8	47,7	44,37
M - 1	1	15	48,1	35,9	38,7	40,90
M - 2	2	30	33,6	27,4	29,1	30,03
M - 3	3	45	21,1	22,0	21,7	21,60

Tabel 2 Kuat Tekan Mortar

Benda Uji	Persentase Serat (%)	Berat Serat (gr)	Beban Maksimum (MPa)			
			Sampel			Rata-rata
			1	2	3	
M - 0	0	0	13,04	21,12	19,08	17,75
M - 1	1	15	19,24	14,36	15,48	16,36
M - 2	2	30	13,44	10,96	11,64	12,01
M - 3	3	45	8,44	8,80	8,68	8,64

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 1, dapat diamati bahwa semua benda uji yang menjalani pengujian mengalami penurunan jika dibandingkan dengan benda uji kontrol (M-0) yang tidak mengandung serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Benda uji M-1 menunjukkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 16,36 MPa dengan penurunan sekitar 7,81%. Kuat tekan benda uji M-2 memiliki nilai rata-rata sebesar 12,01 MPa dengan penurunan mencapai 32,31%, sedangkan untuk benda uji M-3, nilai rata-ratanya adalah 8,64 MPa, mengalami penurunan signifikan sebesar 51,31%. Benda uji M-3 merupakan benda uji yang mengalami penurunan paling besar di antara benda uji lainnya.

Grafik hubungan antara kuat tekan mortar dengan variasi penambahan serat TKKS tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Hasil gambar tersebut menunjukkan bahwa pengaruh penambahan serat TKKS terhadap kuat tekan pada mortar perlu diperhatikan bahwa penurunan kuat tekan terjadi ketika persentase penambahan serat TKKS pada mortar bertambah. Grafik kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Kuat Tekan Mortar

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pada campuran mortar memiliki pengaruh bervariasi terhadap kuat tekan mortar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai persentase penambahan serat TKKS, yaitu 1%, 2%, dan 3%.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat TKKS dengan persentase 1%, 2%, dan 3% pada campuran mortar menyebabkan penurunan kuat tekan dari 17,75 MPa menjadi 16,36 MPa, 12,01 MPa, dan 8,64 MPa. Penurunan ini menandakan bahwa pada penambahan serat TKKS dengan persentase yang lebih dari 1% tidak mampu meningkatkan kuat tekan mortar.

Saran

1. Dalam tahap penelitian berikutnya, penting untuk melakukan eksplorasi yang lebih rinci terkait variasi persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS), khususnya pada tingkat persentase serat yang melebihi 1%. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi titik optimal yang dapat meningkatkan kuat lentur, sementara pada saat yang sama menjaga tingkat kuat tekan yang optimal tanpa mengorbankan kualitas mortar atau beton secara keseluruhan. Selain itu, perlu mempertimbangkan variabel lain seperti faktor air semen (FAS) dan karakteristik ukuran serta bentuk serat TKKS agar dapat mengoptimalkan efek penguatan dalam campuran.
2. Penting untuk mengadakan evaluasi biaya produksi ketika menggunakan serat TKKS

dalam konteks aplikasi konstruksi. Penelitian berikutnya perlu memperhitungkan faktor ekonomi untuk memastikan bahwa penggunaan serat TKKS sebagai penguat campuran adalah opsi yang tidak hanya efisien secara finansial, tetapi juga berkelanjutan dari sudut pandang lingkungan. Dengan mempertimbangkan berbagai aspek ini, penelitian berikutnya diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang potensi dan penerapan serat TKKS dalam aplikasi konstruksi, yang pada gilirannya dapat membantu dalam pengembangan bahan konstruksi yang ramah lingkungan dan memiliki kinerja yang optimal.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Adi, M. M., Sofyan, S. S., & Hajar, Y. Y. (2019). Pengaruh Kuat Lentur Beton Terhadap Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *TERAS JURNAL*, 8(2), 426.
- Farizal, T. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Serat Pada Perencanaan Mutu Beton K-225 Di PT.Socfindo Kabupaten Nagan raya. In *Jurnal Ilmiah Teknik Unida* (Vol. 3, Issue 2).
- Opirina, L. P. D. H. M. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton -Khairul Amna, P., & Amna, K. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Teras Jurnal*, 4(2).
- Roganda Lumban Gaol, M. L., Sitorus, R., Surya, I., & Manurung, R. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat Dari α -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 2, Issue 3).
- Siahaan, M. Y. R., & Darianto, D. (2020). Karakteristik Koefisien Serap Suara Material Concrete Foam Dicampur Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Impedance Tube. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 4(1), 85–93.
- Thya Rani, I., Hidayat, W., Gumay Febryano, I., Agustina Iryani, D., Haryanto, A., & Hasanudin, U. (2020). Pengaruh Torefaksi Terhadap Sifat Kimia Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit Effect of Torefaction On The Chemical Properties Of Empty Fruit Bucnh Pellets. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(1), 63–70.