Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 – 4574, p-ISSN: 3025 – 2679
Volume 4 Nomor 4 Tahun 2026
Halaman: 502 – 508

RESEARCH ARTICLE

Analisis Sifat Mekanik Mortar dengan Penambahan Serat Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat

Hanif Arrasyid[1], Istiqomah[2], Juang Akbardin[3]
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

arr.haniff@gmail.com

Kata Kunci:
Kuat tekan, kuat lentur, mortar, serat pelepah kelapa sawit

Abstrak

Limbah pelepah kelapa sawit tersedia melimpah di Indonesia dan mengandung serat alami kaya selulosa yang berpotensi memperkuat material berbasis semen yang bersifat getas. Penelitian ini mengevaluasi sifat mortar segar dan mortar keras dengan penambahan serat pelepah kelapa sawit sebesar 0; 0,25; 0,50; 0,75; dan 1,00% dari volume campuran. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1:2,5. Pengujian yang dilakukan meliputi *flow* mortar segar, berat jenis, kuat tekan menggunakan kubus 50 mm pada umur 7 dan 28 hari, serta kuat lentur menggunakan prisma 40x40x160 mm pada umur 28 hari. Nilai *flow* menurun secara bertahap dari 115% pada mortar kontrol menjadi 103% pada kadar serat 1,00%, yang menunjukkan penurunan kemudahan pengerjaan seiring bertambahnya serat. Campuran dengan serat 0,50% menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada seluruh umur pengujian, yaitu 26,16 MPa (7 hari) dan 37,56 MPa (28 hari). Sementara itu, kuat lentur umur 28 hari mencapai nilai optimum pada penambahan serat 0,75% dengan hasil 8,86 MPa, meningkat 5,7% dibandingkan mortar kontrol sebesar 8,38 MPa. Penambahan serat yang lebih tinggi tidak mempertahankan peningkatan tersebut; pada kadar 1,00%, kuat tekan turun menjadi 29,53 MPa dan kuat lentur turun menjadi 8,36 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar serat 0,50% adalah variasi paling efektif untuk meningkatkan kuat tekan, sedangkan 0,75% optimal untuk kuat lentur. Serat pelepah kelapa sawit berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada dosis rendah yang terkendali, sedangkan penggunaan berlebihan dapat menurunkan *workability* dan memicu terbentuknya rongga yang melemahkan material.

Keyword:
Compressive strength, flexural strength, mortar, oil palm frond fibers

Abstract

Oil palm frond waste is abundantly available in Indonesia and contains natural, cellulose-rich fibers with the potential to reinforce brittle cement-based materials. This study evaluates the properties of fresh and hardened mortar with the addition of oil palm frond fibers at concentrations of 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, and 1.00% by volume of the mixture. A laboratory experimental approach was employed, using a cement-to-sand ratio of 1:2.5. Testing included the flow of fresh mortar, specific gravity, compressive strength (using 50 mm cubes at 7 and 28 days), and flexural strength (using 40x40x160 mm prisms at 28 days). The flow value decreased gradually from 115% for the control mortar to 103% at a fiber content of 1.00%, indicating a reduction in workability as the fiber content increased. The mixture with 0.50% fiber yielded the highest average compressive strength at all testing ages: 26.16 MPa (at 7 days) and 37.56 MPa (at 28 days). Meanwhile, the flexural strength at 28 days reached an optimum value of 8.86 MPa with the addition of 0.75% fiber an increase of 5.7% compared to the 8.38 MPa recorded for the control mortar. Higher fiber additions did not sustain these improvements; at a 1.00% concentration, the compressive strength dropped to 29.53 MPa, and the flexural strength fell to 8.36 MPa. The results indicate that a fiber content of 0.50% is the most effective variation for enhancing compressive strength, while 0.75% is optimal for flexural strength. Oil palm frond fibers have the potential to serve as reinforcement when used in controlled, low dosages; however, excessive use can impair workability and lead to the formation of voids, which weaken the material.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)*

PENDAHULUAN

Mortar merupakan salah satu material berbasis semen yang banyak digunakan pada pekerjaan pasangan bata, plesteran, acian, maupun berbagai elemen konstruksi lainnya. Material ini memiliki kemampuan yang baik dalam menahan beban tekan, namun mempunyai sifat getas sehingga relatif lemah terhadap beban tarik dan lentur. Kondisi tersebut menyebabkan mortar mudah mengalami retak ketika menerima pembebanan maupun akibat penyusutan selama proses pengerasan. Retak yang terjadi tidak hanya menurunkan kekuatan material, tetapi juga mempercepat proses deteriorasi karena mempermudah masuknya air dan zat-zat agresif ke dalam matriks mortar. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan sifat mekanik mortar tanpa mengurangi kemudahan aplikasinya.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah penambahan serat ke dalam campuran mortar sehingga terbentuk *fiber reinforced mortar*. Keberadaan serat di dalam matriks semen mampu menghambat perkembangan retak melalui mekanisme *crack bridging*, yaitu serat berperan sebagai penghubung pada bidang retak sehingga tegangan dapat didistribusikan dengan lebih baik. Mekanisme tersebut terbukti mampu meningkatkan daktilitas, ketangguhan, serta kuat lentur material. Namun demikian, penambahan serat dalam jumlah yang berlebihan dapat menurunkan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta berpotensi mengurangi kuat tekan akibat meningkatnya porositas dan ketidakseragaman distribusi serat di dalam campuran.

Seiring meningkatnya perhatian terhadap pembangunan berkelanjutan, penggunaan serat alami sebagai bahan penguat mortar semakin banyak diteliti. Selain bersifat terbarukan dan ramah lingkungan, serat alami juga mampu memanfaatkan limbah pertanian yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Indonesia sebagai salah satu produsen kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah yang sangat besar, salah satunya berupa pelepah kelapa sawit hasil pemangkasan rutin. Selama ini pelepah kelapa sawit umumnya hanya dimanfaatkan sebagai mulsa atau dibiarkan terdekomposisi di lahan perkebunan, padahal serat yang terkandung di dalamnya memiliki kandungan selulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada material berbasis semen.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan serat alami pada mortar maupun beton umumnya mampu meningkatkan kuat lentur dan ketahanan terhadap retak melalui mekanisme crack bridging. Akan tetapi, pengaruh terhadap kuat tekan masih menunjukkan hasil yang beragam karena dipengaruhi oleh jenis serat, kadar serat, karakteristik permukaan serat, serta kualitas ikatan antara serat dan matriks semen. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada serat kelapa, serat tandan kosong kelapa sawit, serat kurma, maupun serat alami lainnya, sedangkan penelitian mengenai penggunaan serat pelepah kelapa sawit sebagai bahan tambah pada mortar masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang mengevaluasi secara bersamaan pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat lentur untuk menentukan kadar serat optimum juga masih sedikit dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi sifat mortar segar dan mortar keras dengan penambahan serat pelepah kelapa sawit sebesar 0; 0,25; 0,50; 0,75; dan 1,00% dari volume campuran. Parameter yang dievaluasi difokuskan pada uji konsistensi meja leleh (flow table), berat jenis, kuat tekan umur 7 dan 28 hari, serta uji kuat lentur guna mendapatkan keseimbangan komposisi yang sesuai.

METODE PENELITIAN

Desain dan Material Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium dan dilaksanakan pada Januari–Juni 2026 di Laboratorium Struktur dan Material Universitas Pendidikan Indonesia serta Laboratorium Rekayasa Struktur Institut Teknologi Bandung. Material yang digunakan meliputi Portland Composite Cement yang memenuhi ASTM C595, agregat halus kering oven, air bersih, dan serat yang diekstraksi dari pelepah kelapa sawit yang telah dikeringkan serta dibersihkan. Serat dipotong dengan panjang seragam sekitar 15 – 20 mm.

Mortar dirancang dengan perbandingan volume semen dan agregat halus sebesar 1:2,5. Agregat halus memiliki kadar air 4,438%, berat jenis curah kering 2,507, berat jenis SSD 2,512, berat jenis semu 2,520, penyerapan 5,2%, berat isi 1.410,3 kg/m³, dan modulus kehalusan 2,86. Jumlah air disesuaikan untuk mencapai rentang flow mortar standar sebesar 110 ± 5.

Variasi Campuran dan Benda Uji

Tabel 1. Variasi Campuran Mortar

Kode	Kadar serat (% berat semen)	Jumalah Sampel per umur	Umur uji kuat tekan (hari)
M0	0.00	3	7, 28
M1	0.25	3	7, 28
M2	0.50	3	7, 28
M3	0.75	3	7, 28
M4	1.00	3	7, 28

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Pencampuran, Perawatan, dan Pengujian

Mortar dicampur secara mekanis mengacu pada ASTM C305. Semen dan air terlebih dahulu dicampurkan, kemudian agregat halus ditambahkan secara bertahap dan serat yang telah disiapkan didispersikan sesuai persentase masing-masing variasi. Konsistensi mortar segar diuji menggunakan meja leleh sesuai ASTM C1437 dan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Flow\ (\%) = \left(\frac{D_{avg} + D_0}{D_0}\right) \times 100\%$$

D_{avg} = Diameter sebaran rata-rata (mm)
D_0 = Diameter ring (100 mm)

Setelah pencetakan dan pemadatan, benda uji disimpan dalam kondisi lembap, dilepas dari cetakan, lalu direndam dalam air hingga waktu pengujian. Pengujian kuat tekan mengacu pada ASTM C109/C109M dan pengujian kuat lentur mengacu pada ASTM C348 dengan menggunakan persamaan berikut:

$$fm = \frac{P}{A}$$
$$S_f = 0.0028\,P$$

fm = kuat tekan mortar (MPa)
P = beban maksimum yang diterima (N)
A = luas penampang terbebani (mm^2)
Sf = kuat lentur (MPa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Flow Mortar Segar

Tabel 2. Hasil Pengujian Uji *Flow Table* Mortar

Sampel	Pengukuran (mm)				*Flow Value (%)*	Keterangan
	1	2	3	4		
M0	216	214	213	218	115	Memenuhi
M1	212	212	212	212	114	Memenuhi
M2	209	209	209	209	111	Memenuhi
M3	206	206	206	206	108	Memenuhi
M4	202	202	202	202	103	Tidak Memenuhi

Nilai flow menurun secara konsisten seiring bertambahnya kadar serat (Tabel 2). Dibandingkan dengan kontrol, campuran 1,00% mengalami penurunan sebesar 10,4% dan berada di bawah batas minimum 105. Campuran M0–M3 masih memenuhi rentang yang disyaratkan. Perilaku ini berkaitan dengan luas permukaan dan daya serap air serat alami yang tinggi. Bertambahnya serat meningkatkan gesekan internal, membatasi pergerakan partikel, dan dapat menyerap sebagian air pencampur. Penurunan *workability* serupa juga terjadi pada komposit semen berserat alami (García et al., 2024; Oudiani et al., 2025).

Kuat Tekan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 7 Hari

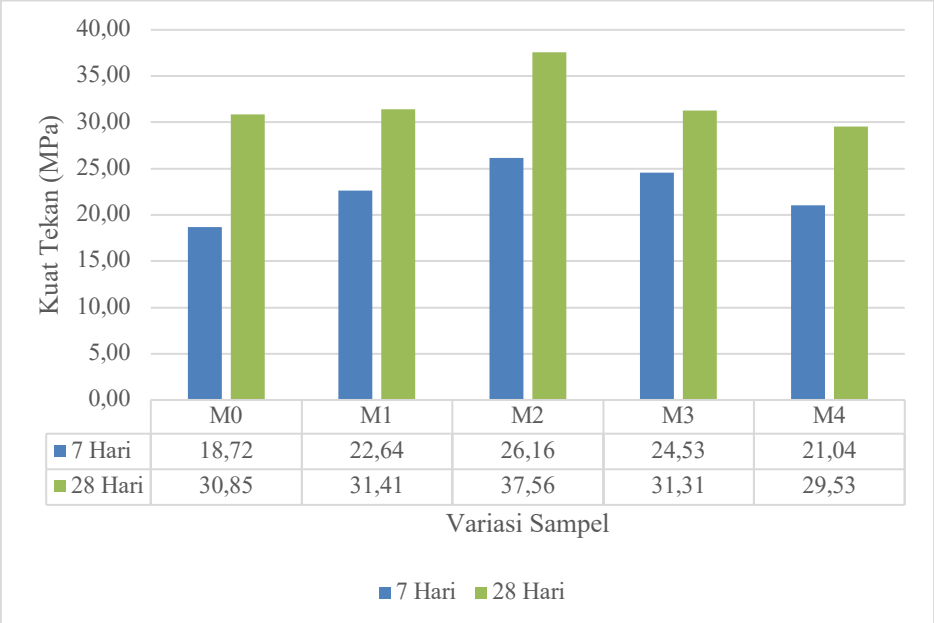
Sampel	Luas Penampang (mm^2)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
M0	2500	46.7	18.68	18.72
	2500	40.9	16.36	
	2500	52.8	21.12	
M1	2500	57.3	22.92	22.64
	2500	58.0	23.2	
	2500	54.5	21.8	
M2	2500	68.0	27.2	26.16

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Sampel	Luas Penampang (mm^2)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
	2500	66.4	26.56	
	2500	61.8	24.72	
	2500	59.4	23.76	
M3	2500	64.2	25.68	24.53
	2500	60.4	24.16	
	2500	58.3	23.32	
M4	2500	48.8	19.52	21.04
	2500	50.7	20.28	

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 28 Hari

Sampel	Luas Penampang (mm^2)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
	2500	73.4	29.36	
M0	2500	84.8	33.92	30.85
	2500	73.2	29.28	
	2500	85.3	34.12	
M1	2500	80.9	32.36	31.41
	2500	69.4	27.76	
	2500	83.2	33.28	
M2	2500	94.6	37.84	37.56
	2500	103.9	41.56	
	2500	77.5	31.00	
M3	2500	80.7	32.28	31.31
	2500	76.6	30.64	
	2500	78.9	31.56	
M4	2500	65.2	26.08	29.53
	2500	77.4	30.96	



Grafik 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

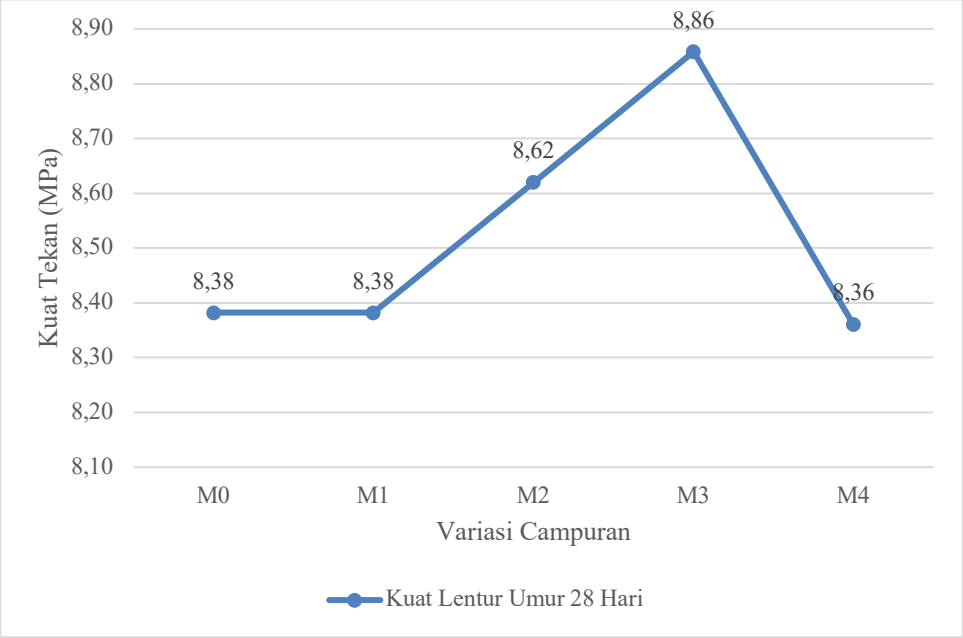
e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari, dapat diketahui bahwa penambahan serat pelepah kelapa sawit memberikan pengaruh terhadap perkembangan kuat tekan mortar. Secara umum, penambahan serat hingga kadar 0.50% memberikan peningkatan kuat tekan dibandingkan mortar tanpa serat, sedangkan penambahan serat pada kadar 0.75% dan 1% menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.
Variasi M2 dengan kadar serat 0.50% merupakan variasi optimum berdasarkan parameter kuat tekan. Pada umur 28 hari, variasi tersebut menghasilkan kuat tekan sebesar 37.56 MPa atau meningkat sebesar 21.74% dibandingkan mortar tanpa serat (M0) sebesar 30.85 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pada kadar optimum, serat pelepah kelapa sawit mampu meningkatkan kuat tekan mortar. Namun, apabila jumlah serat melebihi kadar optimum, peningkatan volume serat dapat menyebabkan peningkatan porositas sehingga menurunkan kemampuan mortar dalam menerima beban tekan.

Kuat Lentur

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Mortar

Sampel	Beban (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
M0	3.20	7.99	8.38
	3.51	8.77	
M1	3.38	8.45	8.38
	3.35	8.38	
	3.33	8.32	
M2	3.40	8.51	8.62
	3.48	8.71	
	3.46	8.64	
M3	3.53	8.84	8.86
	3.59	8.97	
	3.51	8.77	
M4	3.30	8.25	8.36
	3.35	8.38	
	3.38	8.45	



Grafik 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Mortar

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat lentur mortar mengalami perubahan akibat variasi penambahan serat pelepah kelapa sawit. Mortar tanpa serat (M0) memiliki kuat lentur sebesar 8.38 MPa. Penambahan serat meningkatkan kuat lentur hingga mencapai nilai maksimum pada variasi M3 (0.75%) sebesar 8.86 MPa. Setelah itu, nilai kuat lentur mengalami penurunan pada variasi M4 (1%) menjadi 8.36 MPa.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Peningkatan kuat lentur pada variasi M1 hingga M3 menunjukkan bahwa serat pelepah kelapa sawit mampu memberikan kontribusi dalam meningkatkan kemampuan mortar menahan pembebanan lentur. Mekanisme tersebut terjadi karena serat berperan sebagai penghubung antar bidang retak (crack bridging). Ketika retak mulai terbentuk akibat beban lentur, serat yang melintasi area retak akan memberikan tahanan sehingga perkembangan retak menjadi lebih lambat.

Pada variasi M4, terjadi penurunan kuat lentur dibandingkan M3. Jika dibandingkan dengan variasi M0, variasi M4 mengalami kenaikan kuat lentur sebesar -0.26%. Penurunan tersebut diduga terjadi akibat jumlah serat yang berlebihan dalam campuran sehingga menyebabkan distribusi serat menjadi kurang optimal. Kandungan serat yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kemungkinan terbentuknya rongga (void) akibat sulitnya proses pemadatan mortar

Berdasarkan hasil penelitian, kadar serat optimum terhadap kuat lentur diperoleh pada variasi M3 dengan kadar serat 0.75%. Variasi tersebut menghasilkan peningkatan kuat lentur sebesar sekitar 5.7% dibandingkan mortar tanpa serat. Secara berturut-turut kenaikan kuat lentur mortar terhadap variasi M0 sebesar 0%, 2.84%, 5.68%, dan -0.26%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan. a). Penambahan serat pelepah kelapa sawit memberikan pengaruh terhadap karakteristik mortar segar dan mortar keras. Peningkatan kadar serat menyebabkan nilai kelecakan (workability) mortar cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh sifat serat yang higroskopis sehingga menyebabkan sebagian air pencampur terserap oleh serat. Kondisi tersebut menyebabkan mobilitas campuran berkurang b). Penambahan serat pelepah kelapa sawit memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik mortar, baik terhadap kuat tekan maupun kuat lentur. Pada pengujian kuat tekan, penambahan serat hingga kadar tertentu mampu mempertahankan bahkan meningkatkan nilai kuat tekan mortar. Namun, penggunaan serat dengan kadar yang lebih tinggi menyebabkan penurunan kuat tekan akibat meningkatnya porositas dan berkurangnya kepadatan mortar. c). Pada pengujian kuat lentur, penambahan serat pelepah kelapa sawit menunjukkan peningkatan kemampuan mortar dalam menahan beban lentur hingga mencapai nilai optimum. Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada variasi M3 sebesar 8.86 MPa, sedangkan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada variasi M4 sebesar 8.36 MPa. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa serat pelepah kelapa sawit mampu bekerja sebagai penghambat perkembangan retak (crack bridging) sehingga meningkatkan kemampuan mortar dalam menahan tegangan tarik akibat pembebanan lentur.

DAFTAR REFERENSI

Ali, M. S., & Walujodjati, E. (2022). Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Campuran Pasir Ladot. Jurnal Konstruksi, 19(1), 313–324. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.988

Arvizu-Montes, A., Guerrero-Bustamante, O., Polo-Mendoza, R., & Martinez-Echevarria, M. J. (2025). Mechanical Performance of Fiber-Reinforced Cement Mortars: A Comparative Study on the Effect of Synthetic and Natural Fibers. Buildings, 15(13), 2352. https://doi.org/10.3390/buildings15132352

ASTM International. (2002) ASTM C 109/ C 109M-02 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens). West Conshohocken: ASTM International.

ASTM International. (2014) ASTM C348-14 Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars. West Conshohocken: ASTM International.

ASTM International. (2020) ASTM C1437-20 Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. West Conshohocken: ASTM International.

ASTM International. (2020) ASTM C305-20 Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency. West Conshohocken: ASTM International.

Asyraf, M., Ishak, Syamsir, A., Nurazzi, N., Sabaruddin, F., Shazleen, S., Norrrahim, M., Rafidah, M., Ilyas, R., Rashid, M. Z. A., & Razman. (2021). Mechanical properties of oil palm fibre-reinforced polymer composites: a review. Journal of Materials Research and Technology, 17, 33–65. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.12.122

Bintang, M. G. N., Rahmawati, C., & Zardi, M. (2023). Pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tekan dan kuat lentur mortar. Prosiding SEMDI UNAYA, 341–348.

Chkala, H., Kirm, I., Ighir, S., Ourmiche, A., Chigr, M., & Mansouri, N. E. (2023). Preparation and characterization of eco-friendly composite based on geopolymer and reinforced with date palm fiber. Arabian Journal of Chemistry, 17(2), 105510. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105510

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Edowinsyah, E., & Padilah, A. F. (2024). Analisis Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Sifat Mekanik Mortar Geopolimer Tanah Liat. JURNAL UNITEK, 17(2), 237–243. https://doi.org/10.52072/unitek.v17i2.1067

Firman, A., Tisnawati, T., Kumalasari, D., A, M. a. M., Zulfan, M. D., & Hariyanto, H. (2025). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Mortar Menggunakan Agregat Halus Padas Giling Weleri dengan Pasir Muntilan. Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom, 7(2), 73–78. https://doi.org/10.37525/mz/2025-2/1004

Fokam, C. B., Toumi, E., Kenmeugne, B., Wiryikfu, N. C., & Mevaa, L. (2021). experimental study of the addition of oil palm mesocarp fiber on the physical and mechanical properties of fiber cement mortar composites. SN Applied Sciences, 3(1). https://doi.org/10.1007/s42452-020-04037-7

García, G., Cabrera, R., Rolón, J., Pichardo, R., & Thomas, C. (2024). Natural fibers as reinforcement of mortar and concrete: A systematic review from Central and South American regions. Journal of Building Engineering, 98, 111267. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111267

Goaiz, H. A., Yu, T., & Hadi, M. N. (2018). Behaviour of carbon fibre–reinforced polymer-confined hollow circular concrete columns with inner polyvinyl chloride tube. Advances in Structural Engineering, 21(8), 1120–1133. https://doi.org/10.1177/1369433217717110

Ji, J., Zeng, W., Wang, R., Ren, H., Zhang, L., Liu, Y., Jiang, L., He, L., Lin, Y., & Yu, C. (2021). Bearing capacity of hollow GFRP Pipe-Concrete-High strength steel tube composite long columns under eccentrical compression load. Frontiers in Materials, 8. https://doi.org/10.3389/fmats.2021.768877

Kareem, A., Mehboob, S. S., Khan, D., Qureshi, Q. B. a. I. L., Rezzoug, A., Hayat, K., Ali, A., & Mumtaz, M. A. (2025). A review on date Palm Fiber as a sustainable reinforcement for concrete applications. International Journal of Concrete Structures and Materials, 19(1). https://doi.org/10.1186/s40069-025-00840-x

Kusmawati, I., Yana, D., Husna, R., Aisah, N., Syahputra, R. F., & Ginting, D. (2024). Fabrication of palm leaf fiber board biocomposite for thermal insulation material. Jurnal Fisika Flux Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, 21(2), 164. https://doi.org/10.20527/flux.v21i2.17003

Latif, M., Billahi, B. A., & Suliistyowati. (2024). Analisa kuat lentur beton serat pelepah pisang (kepoh). Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun, 10(2), 105–108. https://doi.org/10.33506/rb.v10i2.3426

Muliadi, F., Zuraidah, S., & Hastono, B. (2024). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SERABUT. CONCRETE: Construction and Civil Integration Technology, 2(1), 38-43.

Oudiani, A. E., Glouia, Y., Brinsi, A., & Sghaier, R. B. (2025). Mechanical properties of natural Fibre Reinforced Mortar. MATEC Web of Conferences, 414. https://doi.org/10.1051/matecconf/202541403004

Quiñones-Bolaños, E., Gómez-Oviedo, M., Mouthon-Bello, J., Sierra-Vitola, L., Berardi, U., & Bustillo-Lecompte, C. (2020). Potential use of coconut fibre modified mortars to enhance thermal comfort in low-income housing. Journal of Environmental Management, 277, 111503. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111503

Santosa, W. (2025). Pengaruh penambahan serat limbah kerajinan rotan terhadap kuat tekan mortar geopolimer abu cangkang sawit. Jurnal Ilmiah Bering, 14(1).

Trianah, Y., & Sani, S. (2022). Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton. JURNAL RIVET, 2(01), 12–17. https://doi.org/10.47233/rivet.v2i01.453

Won, D., Kim, S., Seo, J., & Kang, Y. (2019). Experimental Study of Composite Hollow RC Column under Uniaxial Compressive Load. Applied Sciences, 9(3), 373. https://doi.org/10.3390/app9030373

Yassin, M. H., Lakys, R. E., Merouani, Z., Jumah, A., & Farhat, M. H. (2025). Performance analysis of palm tree microfibers in concrete. Scientific Reports, 15(1), 5128. https://doi.org/10.1038/s41598-024-84111-x

Zaid, O., & Kahla, N. B. (2026). Natural fiber reinforcements in cement-based composites: A review on recent advances, properties, and sustainability. Industrial Crops and Products, 240, 122520. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122520

Záleská, M., Pavlíková, M., Vyšvařil, M., & Pavlík, Z. (2021). Effect of Aggregate and Binder Type on the Functional and Durability Parameters of Lightweight Repair Mortars. Sustainability, 13(21), 11780. https://doi.org/10.3390/su132111780