

Analisa Kuat Lentur Beton dengan Menggunakan Bahan Serat Roving dan Limbah Cangkang Tiram

Teuku Muhammad Ridha Syah¹, Bunyamin², Heru Pramanda³, Naifah⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda

⁴Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe

e-mail: ¹syahmrdha@gmail.com ²bunyamin@unida-aceh.ac.id,
³herupramanda@unida-aceh.ac.id ⁴naifah1998@pnl.ac.id

Abstrak

Beton mampu untuk menahan beban tekan, tetapi lemah terhadap beban lentur. Kini banyak inovasi beton untuk mengatasi beban lentur yang sebelumnya menjadi kelemahan beton. Pemanfaatan limbah cangkang tiram yang dikombinasikan dengan serat roving di dalam beton jarang dilakukan. Oleh karena itu, beton konvensional perlu dikombinasikan dengan bahan lainnya yang dapat meningkatkan kuat tekan beton serat dan mengurangi retak yang timbul, yaitu dengan mensubstitusikan bahan limbah cangkang tiram dan serat roving ke dalam beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan beton menggunakan bubuk dari limbah cangkang tiram sebagai substitusi sebagian semen berdasarkan uji kuat tarik lentur. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat roving pada beton, melalui uji kuat tarik lentur. Adapun benda uji yang digunakan adalah balok dengan dimensi 15 cm x 20 cm x 60 cm dengan perawatan benda uji berumur 28 hari. Penelitian ini dibatasi hanya untuk faktor air semen (FAS) sebesar 0,50. Dalam penelitian ini digunakan penambahan serat roving dengan variasi sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan bubuk limbah cangkang tiram sebanyak 10% dari terhadap berat semen. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandar Muda. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi terhadap teknologi beton dengan ketersediaan *mix design* beton berbahan limbah cangkang tiram dan serat roving sehingga dapat dimanfaatkan untuk struktur. Dengan demikian cangkang tiram yang banyak tersedia di Aceh memiliki kemungkinan untuk dapat digunakan. Nilai kuat tarik lentur rata-rata tertinggi pada umur 28 hari diperoleh pada beton dengan penambahan 15% serat roving sebesar 3,87 MPa.

Kata kunci : Beton, kuat lentur beton, limbah cangkang tiram, serat roving.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur sipil yang semakin masif turut membuat inovasi konstruksi sipil tumbuh secara pesat. Pengembangan baik dari metode dan material konstruksi sipil, termasuk beton yang paling banyak digunakan. Beton dalam konstruksi bangunan untuk menahan beban tekan, bahkan kini banyak inovasi beton untuk mengatasi beban lentur yang sebelumnya menjadi kelemahan beton. Kelebihan lain dari beton dapat dibentuk sesuai keperluan konstruksi, dan tidak sulit dalam hal perawatan.

Pemanfaatan limbah cangkang tiram yang dikombinasikan dengan serat roving di dalam beton jarang dilakukan. Oleh karena itu, beton konvensional perlu dikombinasikan dengan bahan lainnya yang dapat meningkatkan kuat tekan beton serat dan mengurangi retak yang timbul, yaitu dengan mensubstitusikan bahan limbah cangkang tiram dan serat roving ke dalam semen. Permasalahan dalam penelitian ini adalah sejauh mana pengaruh penambahan serat roving dengan variasi sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan bubuk limbah cangkang tiram sebanyak 10% terhadap kuat lentur beton dengan FAS 0,5 pada umur 28 hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan beton menggunakan bubuk dari limbah cangkang tiram sebagai substitusi sebagian semen berdasarkan uji kuat tarik lentur. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat roving pada beton, melalui uji kuat lentur beton.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi terhadap teknologi beton dengan ketersediaan mix design beton berbahan limbah cangkang tiram dan serat roving sehingga dapat dimanfaatkan untuk struktur. Dengan demikian cangkang tiram yang banyak tersedia di Aceh memiliki kemungkinan untuk dapat digunakan. Ruang lingkup penelitian ini meliputi pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandar Muda.

Beton merupakan campuran dari beberapa material, dimana bahan utamanya terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air dengan atau tanpa bahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit (campuran) maka kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dari masing-masing material pembentuk (Kardiyono, 2007).

Serat roving biasanya digunakan untuk bahan pembuat gypsum dan pelapis dalam pengecatan. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum tercapai pada penambahan serat roving sebesar 5%. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemeriksaan berat jenis roving dari dua sampel yang rata-rata diperoleh berat jenis sebesar 1.364 gram/cm³ (Bunyamin, dkk., 2023).

Faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini harus merupakan kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran (Nawy, 1990).

Kuat tarik lentur beton adalah kemampuan balok beton tanpa tulangan berpenampang 15 cm x 20 cm dengan panjang 60 cm untuk memikul tegangan tarik lentur akibat momen lentur yang diletakkan pada dua perletakan. Satuan untuk menyatakan kuat tarik lentur beton dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (MPa) (Mulyono, 2004).

Unsur kimia dalam cangkang tiram yang telah diteliti menunjukkan bahwa sekitar 50% berat cangkang tiram terdapat unsur kalsium. Kandungan unsur kimia dalam cangkang tiram dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Kandungan unsur kimia dalam serbuk cangkang tiram

No.	Unsur Oksida	Jumlah (%)
1.	SiO ₂	1,60
2.	AL ₂ O ₃	0,92
3.	CaO	51,56
4.	MgO	1,43
5.	NaO	0,08
6.	K ₂ O	0,06
7.	H ₂ O	0,31
8.	LOI	41,84

Sumber: Ayyapan (2018)

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan penjabaran secara rinci dan sistematis tentang tahapan dalam penelitian. Tahapan penelitian ini dimulai dengan studi literature, dilanjutkan dengan penyiapan peralatan dan material, pemeriksaan material, perencanaan proporsi campuran beton normal, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian benda uji dan analisa data.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Semen Portland (PC)
Semen yang digunakan adalah semen Andalas.
2. Agregat
Agregat yang digunakan yaitu agregat halus berupa pasir halus dengan ukuran 4,75 mm, pasir kasar ukuran 9,52 mm dan agregat kasar berupa kerikil dengan ukuran maksimum 25,4 mm yang berasal dari Indrapuri kabupaten Aceh besar.
3. Air
Air yang digunakan adalah air yang telah memenuhi persyaratan SNI 03-2847-2002 yaitu air yang bersih, tidak mengandung minyak, lumpur, benda terapung, serta garam yang dapat merusak beton. Air tersebut terdapat di Laboratorium Bahan Bangunan dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandar Muda.
4. Cangkang tiram
Cangkang tiram ini diambil langsung dari daerah desa Lamteh Kecamatan Peukan Bada, Kabupaten Aceh Besar. Cangkang tiram yang sudah diambil dibawa ke Laboratorium Bahan Bangunan untuk kemudian direndam selama 24 jam lalu diberikan cairan hidrogen peroksida untuk membersihkan tiram dari kotoran, setelah cangkang tiram bersih selanjutnya dilakukan pengeringan selama seharian untuk menghilangkan kadar air yang ada cangkang tiram, cangkang tiram yang sudah mengering akan dilakukan penghancuran dengan menggunakan mesin Los Angeles setelah sedikit halus dilakukan pemanasan menggunakan drum oli dengan suhu 500°C dan dilakukan penyaringan menggunakan saringan nomor 200 yang mana akan menghasilkan abu cangkang tiram yang berukuran nano.
5. Serat Roving
Serat roving yang dibeli dari toko berupa 1 gulungan roll yang belum dipotong. Sehingga pada penelitian ini, serat roving dipotong terlebih dahulu dengan cara dilakukan pengukuran dengan menggunakan penggaris dan jangka sorong dan kemudian dipotong dengan panjang sekitar 3 cm.

Peralatan yang Digunakan

Sebagian peralatan yang digunakan pada penelitian ini tersedia di Laboratorium Bahan Bangunan Dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandar Muda. Peralatan yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Timbangan;
2. Oven;
3. Satu set saringan;
4. Wadah;
5. Tongkat besi untuk pemadatan;
6. Mesin pengaduk beton (concrete mixer);
7. Cetakan benda uji Balok dengan ukuran $P \times L \times T = 60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$;
8. Mesin uji tarik lentur beton;
9. Peralatan penunjang lainnya.

Pembuatan Adukan Beton

Pengadukan material beton dilakukan dengan memasukan material-material seperti air, semen, split, pasir kasar, pasir halus, abu cangkang tiram, dan penambahan serat roving. Langkah- langkah tersebut dilakukan secara berurutan dengan tujuan mencegah terjadinya penggumpalan pada campuran beton. Proses tersebut dilakukan selama 15 menit.

Setelah material teraduk rata, lalu mortar yang dihasilkan dituang ke dalam wadah baja penampung mortar yang sudah dipersiapkan. Kemudian adukan mortar diperiksa *workability* dengan pengujian *slump* yang direncanakan adalah (1 sampai dengan 2 inci) mm untuk beton.

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan mengisi mortar ke dalam cetakan balok secara bertahap di mana ada tiga tahap dalam pengisian mortar ke dalam balok, tahap pertama pengisian mortar $\frac{1}{4}$ balok lalu dipadatkan dengan menggunakan tongkat baja berdiameter 16 mm dengan panjang 60 cm sebanyak 25 kali tumbukan dari ketinggian 30 cm setiap setelah penumbukan sisi cetakan diketuk dengan palu karet agar mortar menjadi lebih padat, begitu juga dengan tahap selanjutnya sampai cetakan penuh, kemudian benda uji didiamkan selama 24 jam agar beton mengeras dengan sempurna.

Rancangan Campuran

Komposisi campuran beton dengan $f'_c = 17$ MPa dengan metode perbandingan berat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 2. Hasil perencanaan campuran beton

No	Bahan	Jumlah (kg/m ³)
1	Air	193,00
2	Semen	386,00
3	kerikil	1198,16
4	Pasir kasar	273,79
5	Pasir halus	329,06
Total		2380,00

Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dalam cetakan 24 jam, cetakan benda uji dibuka dan benda uji diberi kode antara presentase substitusi 0%, 5%, 10%, dan 15% agar benda uji tidak tertukar. Setelah itu benda uji direndam di dalam bak perendaman selama 28 hari. Setelah 28 hari benda uji diangkat dan dibiarkan mengering selama 24 jam lagi agar sisa-sisa air menghilang dari benda uji.

Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton

Pengujian kuat Tarik lentur beton dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari, kemudian benda uji tersebut diletakkan ke mesin *Compressive Loading Machine* 200 tf, untuk melakukan pengujian kuat tarik belah dengan kekutan satuan ton dengan kecepatan perlahan-lahan hingga benda uji tersebut mencapai kuat Tarik lentur maksimum sehingga keadaan benda uji itu retak maupun terbelah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan sifat fisis

Data hasil pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat fisis agregat meliputi pemeriksaan berat volume, berat jenis, penyerapan, analisa saringan, modulus kehalusan. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat merupakan salah satu data pendukung pada penelitian ini. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton. Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada Tabel 3 s.d 5.

Tabel 3. Pemeriksaan sifat fisis pasir halus

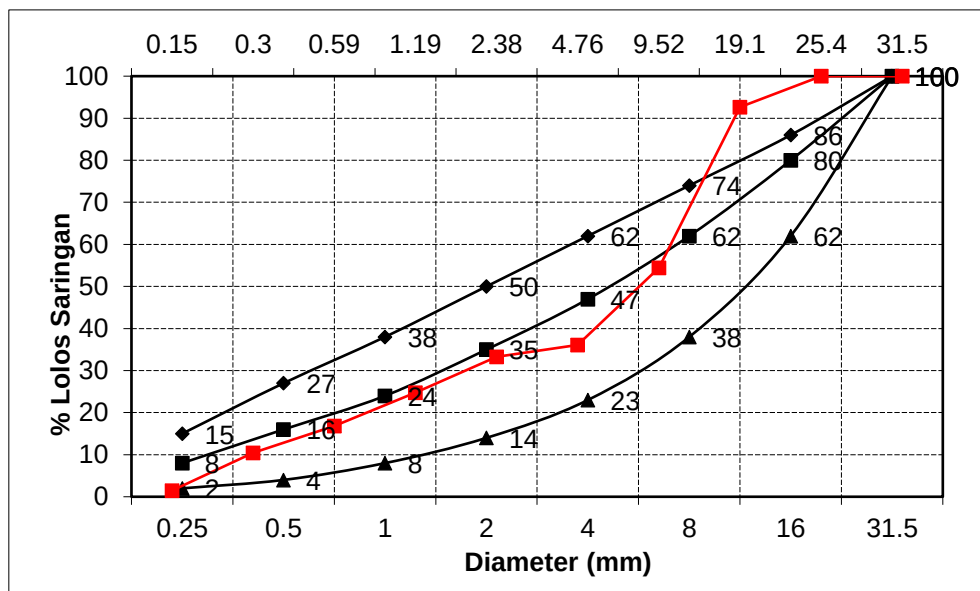
No.	Pemeriksaan	Hasil Penelitian	Satuan
1.	Berat Volume	1,697	kg/l
2.	Berat Jenis (SSD)	2,755	gr
3.	Berat Jenis (OD)	2,711	gr
4.	Absorpsi	1,613	%
5.	<i>Fineness Modulus</i>	2,34	%

Tabel 4. Pemeriksaan sifat fisis pasir kasar

No.	Pemeriksaan	Hasil Penelitian	Satuan
1.	Berat Volume	1,848	kg/l
2.	Berat Jenis (SSD)	2,744	gr
3.	Berat Jenis (OD)	2,700	gr
4.	Absorpsi	1,632	%
5.	<i>Fineness Modulus</i>	2,92	%

Tabel 5. Pemeriksaan sifat fisis kerikil

No.	Pemeriksaan	Hasil Penelitian	Satuan
1.	Berat Volume	1,736	kg/l
2.	Berat Jenis (SSD)	2,834	gr
3.	Berat Jenis (OD)	2,781	gr
4.	Absorpsi	1,929	%
5.	<i>Fineness Modulus</i>	6,83	%



Gambar 1 Grafik Analisa saringan agregat campuran maksimum 25,4 mm

Hasil Perencanaan Proporsi Campuran Beton

Perhitungan proporsi campuran beton diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Proporsi Campuran Beton Normal per m³

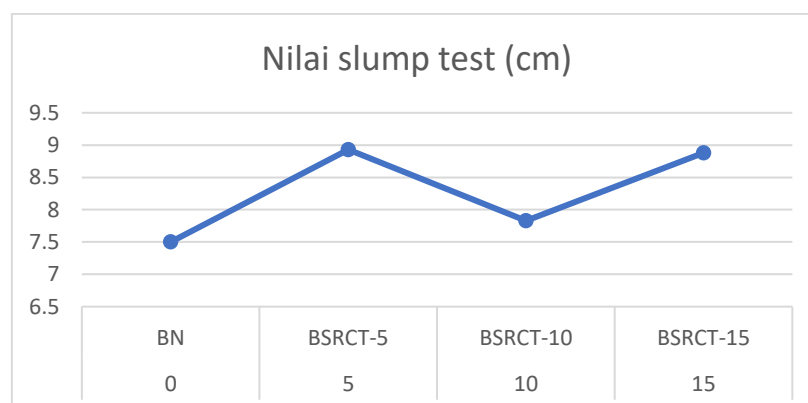
NO.	Material	Jumlah	Satuan
1	Air	193,00	Kg/m ³
2	Semen	386,00	Kg/m ³
3	Serat Roving (L = 3 cm)	-	Kg/m ³
4	Abu Cangkang Tiram (lolos saringan No. 200)	-	Kg/m ³
5	Kerikil	1.198,16	Kg/m ³
6	Pasir Kasar	273,79	Kg/m ³
7	Pasir Halus	329,06	Kg/m ³
TOTAL		2.380,00	Kg/m³

Hasil Pengujian Nilai Slump Test

Tujuan pengujian Slump Test adalah untuk mengetahui kekentalan atau kekurangan air dalam beton untuk memudahkan pengerjaannya dan mengukur tinggi penurunan adukan beton setelah dilepas dari slump yang diukur menunjukkan penurunan yang terlalu jauh maka menunjukkan adukan beton terlalu cair atau sebaliknya.

Tabel 7. Hasil Pengujian Slump test

Persentase serat roving	Nama Benda Uji	Nilai slump test (cm)
0	BN	7,50
5	BSRCT-5	8,93
10	BSRCT-10	7,83
15	BSRCT-15	8,88



Gambar 2. Grafik Nilai Slump Test

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton berukuran silinder diameter 15 cm dan tinggi 31 cm dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata diperlihatkan pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Pengujian Kuat Tekan Rata-rata

Persentase serat roving dan cangkang tiram	Nama Benda Uji	Umur	Beban	Kuat Tekan	Rerata
		(hari)	(kg)	(Mpa)	(Mpa)
0	BN-1	28	34500	19,91	19,80
	BN-2		34500	19,91	
	BN-3		34000	19,62	
	BN-4		33500	19,33	
	BN-5		35000	20,20	

Tabel 8. Kuat Tekan dan Berat Volume Beton

NO.	Jenis Beton	Penambahan Serat Roving dalam Semen (%)	Substitusi Cangkang dalam Semen (%)	Abu Tiram	Berat Volume Beton (Kg/m ³)	Kuat Tekan Beton (MPa)
1	BN	0	0		2228,11	19,80

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat tarik lentur beton berukuran balok 15 cm x 20 cm x 60 cm dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat lentur rata-rata diperlihatkan pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Lentur Rata-Rata

Hasil Pengujian Kuat Lentur Rata-Rata					
Persentase Serat Roving	Persentase Cangkang Tiram	Nama Benda Uji	Umur	Kuat Lentur	Rerata
			(hari)	(Mpa)	(Mpa)
0	10	BN-1	28	3,19	3,12
		BN-2		3,05	
		BN-3		3,05	
		BN-4		3,19	
		BN-5		3,12	
5	10	BSRCT-5.1	28	3,19	3,16
		BSRCT-5.2		3,19	

		BSRCT-5.3		3,12	
		BSRCT-5.4		3,12	
		BSRCT-5.5		3,19	
10	10	BSRCT-10.1	28	3,60	3,58
		BSRCT-10.2		3,60	
		BSRCT-10.3		3,53	
		BSRCT-10.4		3,53	
		BSRCT-10.5		3,60	
15	10	BSRCT-15.1	28	3,81	3,87
		BSRCT-15.2		3,88	
		BSRCT-15.3		3,95	
		BSRCT-15.4		3,88	
		BSRCT-15.5		3,81	

Tabel 10. Kuat Lentur Balok dan Berat Volume Beton

NO.	Jenis Beton	Penambahan Serat Roving dalam Semen (%)	Substitusi Cangkang dalam Semen (%)	Abu Tiram	Berat Volume Beton (Kg/m ³)	Kuat Lentur Balok (MPa)
1	BN	0	0		2.361,63	3,12
2	BSRCT-5	5	10		2.317,78	3,16
3	BSRCT-10	10	10		2.314,37	3,58
4	BSRCT-15	15	10		2.294,81	3,87

Hasil dari kuat tarik lentur berdasarkan mengalami kenaikan pada penambahan 5% serat roving sebesar 1,33% dan mengalami kenaikan sebesar 14,67% terhadap penambahan 10% serat roving, dan yang tertinggi pada penambahan 15% serat roving sebesar 24,00%. Untuk nilai kuat tarik lentur rerata tertinggi pada umur 28 hari sebesar 3,87 MPa pada beton dengan penambahan 15% serat roving. Besarnya persentase penurunan untuk setiap benda uji akibat penambahan serat roving.

Tabel 11. Persentase selisih kuat tarik lentur akibat penambahan serat roving

Benda Uji	Persentase Serat Roving (%)	Kekuatan Rerata (Mpa)	Selisih Kekuatan (%)
Kuat Tarik Lentur Balok	0	3,12	0,00
	5	3,16	1,33
	10	3,58	14,67
	15	3,87	24,00

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan yang diuraikan diatas adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata terbesar diperoleh dari beton normal yaitu sebesar 19,80 MPa.
2. Nilai kuat tarik lentur rata-rata tertinggi pada umur 28 hari diperoleh pada beton dengan penambahan 15% serat roving sebesar 3,87 MPa dengan selisih 24% dari beton normal yang memiliki nilai rata-rata 3,12 MPa. Untuk beton 5% serat roving sebesar 3,16 MPa. Dan untuk beton 10% serat roving sebesar 3,58 MPa.
3. Nilai berat volume beton tertinggi pada beton normal yaitu 2.361,63 Kg/m³, dan yang terendah pada beton dengan penambahan 15% serat roving sebesar 2.294,81 Kg/m³.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. Dalam proses pengujian harus lebih berhati-hati agar kedudukan benda uji pada saat pengujian tidak miring, sehingga kuat lenturnya tidak menurun dan pola kehancuran yang terjadi lebih bagus lagi.
2. Pengetukan pada bekisting setelah campuran dimasukkan harus diperhatikan pula untuk meminimalkan pori-pori.
3. Jaga kebersihan peralatan laboratorium yang digunakan dan kebersihan kolam perawatan beton.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan ditujukan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandar Muda yang telah mendukung serta memudahkan dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyappan, K. (2018). *Study on Structural Behavior of Oyster Shell Powder in Concrete*, Journal Eng. Appl. Sci.
- Bunyamin, & Mukhlis, A. (2020). *Pemanfaatan Cangkang Tiram Sebagai Substitusi Bagian Semen dan Agregat Halus pada Kuat Tekan Beton*. Jurnal Sains dan Teknologi Internasional Aceh, 9(3).
- Bunyamin, dkk. (2023) *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram*, J. Serambi Eng., vol. 8, no. 3, 2023.

Bunyamin, dkk. (2022). *Effect of Coral Aggregates of Blended Cement Concrete Subjected to Different Water Immersion Condition*, Adv. Civ. Eng.

Mulyono, (2004). *Teknologi Beton*, Yogyakarta Andi Offset.

Nawy.E.G, (1990). *Beton Bertulang (suatu Pendekatan Dasar)*, PT. Eresco, Bandung.