

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT AMPAS TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA CAMPURAN BETON NORMAL

Tri Budi Kampati¹⁾, Zulfikar Djauhari²⁾, Reni Suryanita²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email : tri.budi@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Bagasse is a waste material and the use of this material for construction is still limited. In this study, fiber extracted from bagasse was used in concrete. This research aimed to examine the mechanical properties of concrete, namely compressive strength, bending strength and split tensile strength. The percentage of bagasse fiber used was 0.3%, 0.5% and 0.7% of the weight of coarse aggregate. Compressive strength was tested on the age 7 days, 14 days, and 28 days, while the flexural strength and split tensile strength were tested on the age of 28 days. Workability test conducted on specimens contained 0.3%, 0.5%, and 0.7% of bagasse showed the volume of slump at 8 cm, 6.5 cm and 4.5 cm. In testing the compressive strength of concrete, the highest value was produced from normal concrete which was 22.92 MPa. The value of flexural strength of concrete increased by 9.47% from the normal flexural strength of concrete with the addition of 0.5% bagasse at 4.45 MPa. Different with the value of concrete split tensile strength, the highest value was obtained in the addition of 0.3% bagasse, which was 2.21 MPa with an increase of 19.48% of normal concrete. This research concluded that the addition of bagasse fiber can reduce workability. On compressive strength testing with the addition of bagasse fiber, the compressive strength was lower than that of normal concrete but still within the range of concrete plan quality 17 MPa. Addition of bagasse fiber to the concrete mixture could increase the flexural strength by 0.5% and split tensile strength by 0.3%. With the addition of bagasse fiber to concrete, it is hoped that bagasse waste can be utilized and concrete quality is achieved

Keywords: Fiber Concrete, Bagasse Fiber, Split Tensile Strength, Flexural Strength, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Pada saat sekarang ini, kebutuhan manusia akan bangunan konstruksi semakin bertambah. Dengan semakin meningkatnya konstruksi bangunan maka semakin banyak pula kebutuhan beton di masa yang akan datang. Hal itu mempengaruhi perkembangan teknologi beton dimana akan menuntut rancangan-rancangan baru, pemanfaatan limbah serat tebu pada campuran beton.

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambahkan serat yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat beban yang dipikul sebuah struktur. Jenis serat yang dapat digunakan berupa serat alam atau serat buatan, seperti serat dari bambu, serat dari ampas tebu, serat dari ijuk dan lain sebagainya. Indonesia merupakan salah satu penghasil tebu yang besar untuk produksi gula. Dari suatu pabrik dapat menghasilkan ampas tebu sekitar

35% - 40% dari total produksi. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah sebagai serat pada beton dengan menggunakan serat tebu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Penyusun Beton

Beton adalah bahan bangunan yang tersusun dari beberapa bahan-bahan yang kemudian direkatkan dengan bahan pengikat. Bahan penyusun dari beton adalah agregat kasar, agregat halus, semen, air atau bahan tambah lainnya.

2.2 Serat Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum Officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Ampas tebu merupakan campuran serat yang kuat dengan jaringan parenchyma yang lembut, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), ampas tebu yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu sebanyak 32% dari berat tebu giling dan diperkirakan 40 % dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan.

Dalam proses produksi di pabrik gula, ampas tebu dihasilkan sekitar 35% dari setiap tebu yang diproses, gula yang termanfaat hanya 5% sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air. Selain air, tebu juga memiliki komposisi yang lebih kompleks yakni *sachaerose*, zatsabut atau *fiber*, gula reduksi dan beberapa bahan lainnya

2.3 Beton Keras

Beton keras merupakan keadaan dimana beton sudah mengeras dan sudah bisa menahan beban. Sifat

mekanik adalah respon suatu benda terhadap gangguan berupa gaya dari luar. Sifat mekanik diantaranya nilai kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, kuat lentur dan berbagai pengujian beton keras lain.

2.3.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan kemampuan beton dalam menerima gaya per satuan luas. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dengan:

f_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan yang dibebani (mm^2)

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmi (2015) menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang menggunakan serat ampas tebu lebih besar dari pada beton yang tidak menggunakan serat ampas tebu (beton normal).

2.3.2 Kuat Tarik Belah

Menurut SNI 03-2491 (2014), nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Nilai kuat tarik beton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi DL} \quad (2)$$

Dimana:

f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter silinder (mm)

L = Panjang silinder (mm)

Penelitian yang dilakukan oleh Ariatama (2007) menunjukkan bahwa penambahan serat kawat pada adukan

beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Kuat tarik belah beton yang optimal dengan penambahan serat diameter 0,9 mm dan panjang 67,5 mm ($l/d = 75$) pada umur 28 hari sebesar 6,86 MPa

2.3.3 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji balok mengalami patah (SNI 4431, 2011).

Untuk menentukan nilai kuat lentur pada benda uji yang berbentuk balok adalah:

$$\sigma_1 = \frac{PL}{b \cdot h^2} \quad (3)$$

σ_1 = Kuat lentur benda uji (Mpa)

P = Beban maksimum (KN)

L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = Lebar tampang lintang arah vertikal (mm)

Berdasarkan penelitian Rahmi (2015) menunjukkan bahwa serat ampas tebu dapat meningkatkan kuat lentur beton. Nilai kuat lentur maksimum diperoleh pada variasi serat ampas tebu 1 % sebesar 4,88 MPa pada umur 28 hari

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PCC, agregat kasar, agregat halus, air serta limbah tebu.

3.2 Pengujian Karakteristik Material

Pengujian karakteristik material merupakan berguna untuk mengetahui

sifat material yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan agregat kasar berupa batu gunung yang berasal dari Pangkalan, Sumatera Barat yang terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa saringan, dan pengujian abrasi menggunakan mesin *los angeles*. Sedangkan agregat halus diperoleh dari Danau Bingkuang Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pengujian karakteristik agregat halus terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa saringan, pemeriksaan kadar lumpur dan pemeriksaan kadar organik.

3.2 Perencanaan Campuran Beton

Campuran pembuatan beton terdiri dari semen, air, agregat kasar, agregat halus dengan perbandingan tertentu. Komposisi campuran yang tepat pada beton didapatkan dari nilai pengujian karakteristik material. Komposisi campuran beton untuk 1 m³ dengan mutu yang direncanakan $f_c' 17$ MPa dapat dilihat pada Tabel 1. Perencanaan campuran penelitian ini mengacu pada standar ACI 211.1-91.

Tabel 1. Komposisi Campuran Beton Untuk 1 m³

Campuran Beton	Berat (Kg)
Semen	325,77
Air	162,43
Agregat kasar	988,73
Agregat Halus	845,26

3.3 Perencanaan Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan pada berupa silinder, dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sedangkan benda uji pengujian kuat lentur berupa balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.

Total sampel benda uji adalah 42 sampel beton. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat lentur menggunakan umur rencana 28 dan 56 hari yang membutuhkan masing masing 3 sampel.

Tabel 2. Rencana Benda Uji

Variasi	Serat Tebu (%)	Kuat Tekan			Kuat Tarik belah	Kuat lentur
		Hari			Hari	Hari
		7	14	28	28	28
BN	0	3	3	3	3	3
	0,3	3	3	3	3	3
	0,5	3	3	3	3	3
BST	0,7	3	3	3	3	3
	Jumlah	12	12	12	12	12
Total		60				

3.4 Pengolahan Serat Ampas Tebu

Indonesia merupakan salah satu penghasil tebu yang besar untuk produksi gula. Dari suatu pabrik dapat dihasilkan ampas tebu sekitar 35% - 40% dari total produksi.

Serat tebu yang digunakan adalah serat tebu yang sudah terpisah dari gabus – gabus tebu yang menempel. Metode yang digunakan dalam proses pengolahan ampas adalah pertama, menjemur ampas tebu yang sudah dikumpulkan dibawah sinar matahari sehingga kadar air yang terkandung didalam ampas tebu mengering seperti terlihat pada 1(a). Tahap kedua yaitu memisahkan serat tebu dari gabus – gabus yang menempel dengan cara disisir menggunakan sikat kawat, bagian yang digunakan pada campuran beton adalah bagian serat yang keras seperti terlihat pada Gambar 1(b). Ketiga, memotong serat tebu dengan ukuran $\pm 2,5$ cm – 5 cm. Selanjutnya,

untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan gula pada serat tebu maka dilakukan perendaman selama ± 24 jam. Terakhir, serat tebu dijemur kembali hingga kering.



Gambar 1. Pengolahan Serat Ampas Tebu

3.5 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

Prosedur pembuatan benda uji adalah pertama menimbang material pembuatan beton sesuai dengan komposisi *mix design* yang telah dihitung. Setelah itu dengan memasukkan material agregat kasar, agregat halus dan semen yang sudah disiapkan kedalam mesin pengaduk (molen). Untuk benda uji serat tebu, serat tebu dimasukkan setelah agregat kasar, agregat halus dan semen tercampur merata. Setelah adukan terlihat merata dilakukan pengujian slump untuk mengetahui *workability* dari campuran beton. Setelah proses uji slump, beton segar langsung dimasukkan dalam cetakan silinder dan balok. Setelah terisi penuh, meratakan campuran sesuai dengan cetakan yang digunakan. Benda uji dibiarkan kering lalu membuka cetakan benda uji setelah ± 24 jam. Kemudian melakukan proses perawatan beton (*curing*) selama 28 hari.

3.6 Pelaksanaan Pengujian Beton

Pelaksanaan pengujian beton berguna untuk menentukan kekuatan

dan kualitas beton terhadap tekanan yang diberikan. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian sifat mekanik beton yaitu kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Sedangkan pengujian kuat tarik dan kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material Campuran Beton

Pemeriksaan karakteristik material campuran beton dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus. Pengujian karakteristik agregat kasar terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa saringan, dan pengujian abrasi menggunakan mesin *los angeles*. Sedangkan pengujian karakteristik agregat halus terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisis saringan, pemeriksaan kadar lumpur dan pemeriksaan kadar organik.

Nilai pengujian karakteristik agregat kasar dan halus dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Standar Spesifikasi
1	Kadar air (%)	0,15	< 5,00
2	Berat Jenis (g/cm ³)		
	a. <i>Apparent specific Gravity</i>	2,77	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity</i> (kering)	2,66	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk specific gravity (ssd)</i>	2,70	2,58 - 2,83
	d. Absorption (%)	1,47	2,00 - 7,00
3	Berat volume(g/cm ³)		
	a. Kondisi gembur	1,38	1,40 - 1,90
	b. Kondisi padat	1,52	1,40 - 1,90
4	Ketahanan aus (%)	22,14	< 40
5	Modulus kehalusan	6,95	5,00 - 8,00

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Standar Spesifikasi
1	Kadar air (%)	4,17	< 5,00
2	Berat Jenis(g/cm ³)		
	a. <i>Apparent specific Gravity</i>	2,65	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity</i> (kering)	2,59	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk specific gravity (ssd)</i>	2,61	2,58 - 2,83
	d. Absorption (%)	0,91	2,00 - 7,00
3	Berat volume (g/cm ³)		
	a. Kondisi gembur	1,42	1,40 - 1,90
	b. Kondisi padat	1,58	1,40 - 1,90
4	Modulus kehalusan	2,57	1,50 - 3,80
5	KadarLumpur(%)	1,18	< 5
6	Kandungan organik	<i>Organic Plate</i>	

4.2 Hasil Pengujian Serat Tebu

Pengujian ini ada dua tahapan, yaitu tahapan perlakuan awal dengan basa dan tahap perlakuan asam (hidrolisis asam). Tahap perlakuan awal terdiri dari perlakuan awal basa dengan NaOH terhadap bahan baku, sedangkan tahap hidrolisis asam selulosa dan hemiselulosa ampas tebu dilakukan dengan menggunakan konsentrasi asam sulfat 0 M, 0,05 M, 0,1 M, 0,2 M, dan 0,3 M pada suhu 121 °C selama 15 menit sebanyak 3 kali ulangan. Setelah diuji didapat kadar glukosa 0,10 gr/mL seperti dapat dilihat pada Tabel 5.

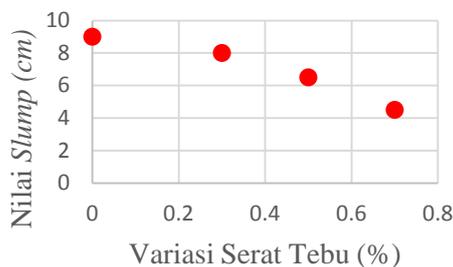
Tabel 5. Kadar Gula Dalam Serat Tebu yang Digunakan

Metode	Aborbansi sampel	kadar glukosa (gr/mL)	Persen glukosa (%)
1	0.188	0.10	10
1	0.208	0.11	11

Sumber: Laboratorium Riset Enzim, Fermentasi dan Bio Molekuler FMIPA

4.3 Hasil Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada beton segar setelah pembuatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Pada Gambar 2 ditunjukkan pengaruh penambahan persentase serat tebu akan menurunkan slump yang diperoleh, hal ini menyebabkan beton semakin sulit dikerjakan.



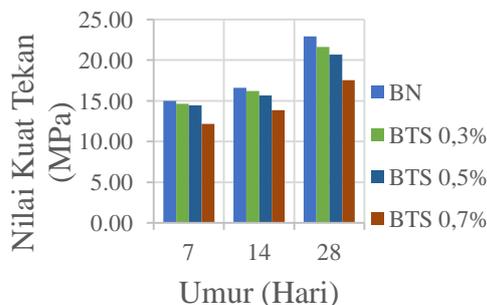
Gambar 2. Grafik Nilai *Slump* Akibat Penambahan Serat Tebu

4.4 Hasil Pengujian Beton

Pengujian berguna untuk menentukan kekuatan beton saat diberi beban. Pengujian beton yang dilakukan pada berupa pengujian sifat mekanik yaitu kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah beton.

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan

Perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang diberi serat tebu dapat dilihat pada Gambar 3.



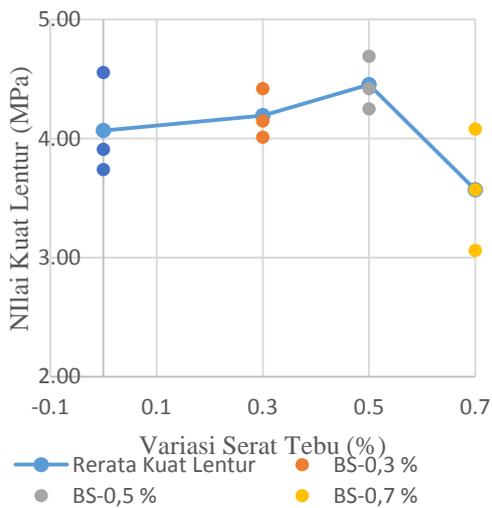
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah serat tebu didapat kuat tekan yang lebih rendah dari beton normal tetapi masih didalam rentang mutu rencana beton 17 MPa. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak persentase serat tebu yang digunakan akan membuat pori dalam beton semakin banyak, dimana serat bisa menggumpal membentuk bola yang berongga sehingga kuat tekan menjadi rendah.

4.4.2 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian ini membandingkan nilai kuat lentur beton normal dengan beton yang ditambah dengan serat tebu. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60cm x 15cm x 15cm

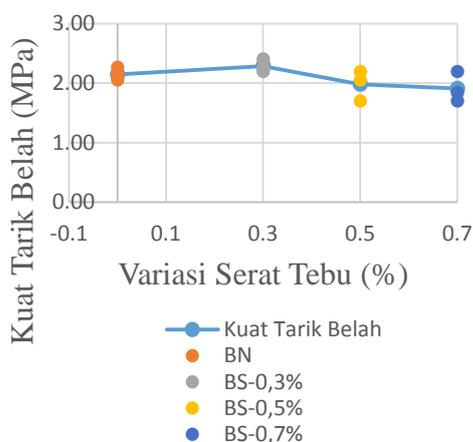
Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kuat lentur beton terus meningkat sampai penambahan serat tebu 0,5% . Penambahan serat tebu diatas 0,5% akan memperoleh nilai kuat lentur yang lebih rendah dari pada beton normal. Grafik nilai kuat lentur dapat dilihat seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Lentur Beton

4.4.3 Pengujian Kuat Tarik Belah

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kuat tarik belah beton maksimum terjadi pada penambahan serat tebu 0,3% . Sedangkan penambahan serat tebu diatas 0,3% akan mengalami penurunan kuat tarik belah dari beton normal. Grafik nilai kuat tarik dapat dilihat seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Beton

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan serat tebu akan menurunkan *workability*. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya nilai slump seiring dengan banyaknya penambahan persentase serat tebu. Dari hasil pengujian slump pada beton normal atau serat 0% didapat nilai slump 9 cm dan pada penambahan serat 0,7% didapat nilai slump 4,5 cm.
2. Nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah serat tebu lebih rendah dibandingkan nilai kuat tekan beton normal, namun masih memenuhi deviasi dari mutu 17 MPa. Nilai kuat tekan beton normal 22,92 MPa, penambahan serat 0,3%; 0,5%; 0,7% memiliki nilai kuat tekan berturut – turut 21,6 MPa; 20,65 MPa; 17,54 MPa.
3. Nilai kuat lentur beton meningkat sampai penambahan serat tebu 0,5%. Nilai kuat lentur beton normal didapat 4,07 MPa, nilai kuat lentur beton serat tebu 0,3% mengalami kenaikan yang tidak signifikan yaitu 4,19 MPa, puncaknya pada penambahan serat tebu 0,5% yaitu 4,45 MPa dan menurun pada penambahan serat tebu 0,7% yaitu 3,88 MPa.
4. Nilai kuat tarik belah beton maksimum terjadi pada penambahan serat tebu 0,3% yaitu 2,29 MPa.
5. Dapat disimpulkan bahwa penambahan serat tebu optimum pada campuran beton normal adalah 0,3%

5.2 Saran

1. Sebaiknya dalam pemilihan serat tebu yang akan dipakai pada campuran beton disarankan memilih bagian serat tebu yang keras sehingga serat akan lebih kuat.

2. Dalam upaya pengurangan kandungan glukosa pada serat tebu, diperlukan cara lain selain perendaman menggunakan air bersih sehingga kuat tekan beton tidak akan mengalami penurunan.
3. Untuk proses pembuatan benda uji disarankan untuk melakukan perlakuan yang sama terhadap setiap benda uji agar tidak terjadi perbedaan sifat mekanik antar beton.
4. Agregat yang akan digunakan sebagai material benda uji perlu dijaga kualitasnya agar pada saat pengujian karakteristik agregat, nilai-nilai karakteristiknya sesuai standar spesifikasi yang telah ditetapkan.
5. Perlu dilakukan pengujian pada umur yang lebih lama untuk mengetahui ketahanan serat tebu dalam campuran beton.

6. Daftar Pustaka

- Ariatama, A. (2007). Optimasai Diameter Serat.
- SNI, 03-4431-1997. “Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan”.
- SNI, 03-2491-2014. “Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimmen Beton Silinder”.
- SNI, 03-1974-2011. “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uj Silinder”.
- Rahmi, A. S. (2015). Ampas tebu terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton k-350, 4(3), 298–302.