

Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Biji Salak Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar

Diana Apriliya Fadholi Putri 1*, Rasio Hepiyanto 2, Rio Rahma Dhana 3, Dwi Kartikasari 4

¹ Universitas Islam Lamongan, Jl. Veteran No 53 A Lamongan

* dianaapriliya2017@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan peningkatan penggunaan beton, pertambahan untuk material penyusunnya pun semakin meningkat. Oleh karena itu, penggunaan material tambang harus diminimalisir salah satunya dengan cara mengganti dengan limbah. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah biji salak yang bertujuan untuk mendapatkan beton ramah lingkungan dengan kualitas yang baik. Kadar biji salak yang digunakan yaitu 0%, 2%, 4% dan 6%. Pembuatan beton dilakukan dengan berpedoman pada SNI 03 – 2834 – 2000. Hasil pengujian yang dilakukan dengan compression menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang diestimasi pada umur 28 hari untuk variasi 0%, 2%, 4% dan 6% secara berturut-turut yaitu 15,06 Mpa, 12,06 Mpa, 10,24 Mpa dan 9,46 Mpa. Mengindikasikan bahwa terjadi penurunan mutu beton pada setiap penambahan kadar campuran biji salak dimana mutu paling baik diperoleh pada kadar 2%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa biji salak dapat digunakan untuk penggantian agregat kasar namun dengan porsi yang sesuai.

Kata kunci: Beton, Biji Salak, Kuat Tekan, Limbah.

ABSTRACT

Along with the increasing use of concrete, the demand for its constituent materials—primarily derived from mining has also escalated. Therefore, the use of mined materials should be minimized, one of which can be achieved by substituting them with waste materials. This study explores the partial replacement of coarse aggregate with salak seed waste, aiming to produce environmentally friendly concrete with good quality. The percentages of salak seed used were 0%, 2%, 4%, and 6%. Concrete production was carried out in accordance with SNI 03–2834–2000 standards. The results of compressive strength testing, estimated at 28 days of curing, showed values of 15.06 MPa, 12.06 MPa, 10.24 MPa, and 9.46 MPa for 0%, 2%, 4%, and 6% variations, respectively. These results indicate a decrease in concrete strength with each increase in salak seed content, with the optimal strength achieved at the 2% variation. It can therefore be concluded that salak seed waste can be used as a partial replacement for coarse aggregate, provided the proportion is appropriately controlled.

Keywords: Concrete, Salak Seeds, Compressive Strength, Waste.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu campuran yang tersusun dari beberapa bahan penyusun utama diantaranya seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air dan material tambahan lain apabila diperlukan dengan persentase tertentu (Tjokrodinuljo, 2007). Dhipohusodo, (1999), mendefinisikan beton sebagai bahan yang dihasilkan dari proses pencampuran beberapa material meliputi agregat kasar dan agregat halus yaitu batu atau batu pecah, pasir atau bahan sejenis lainnya dengan tambahan perekat semen dan air yang berfungsi untuk membantu proses reaksi kimia dalam proses pengetasan. Beton menjadi bahan yang populer digunakan dalam proyek konstruksi yang meliputi bangunan transportasi, gedung, bangunan air ataupun struktur utama lain. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan antara lain yaitu mudah dalam perawatan, tahan terhadap ketidakstabilan cuaca dan tentu dapat menahan beban tekan (Hamdi dkk., 2022).

Penggunaan beton dalam bidang konstruksi belakangan ini semakin meningkat. Watari et al., (2023) menyatakan dalam penelitiannya bahwa kebutuhan beton dalam 30 tahun terakhir meningkat hingga 4 kali lipat dimana kebutuhan pada tahun 2020 mencapai 26 miliar ton. Hal tersebut menyebabkan kelangkaan bahan penyusunnya juga menimbulkan kerusakan ekosistem sebagai dampak dari produksi beton. Proses pertambangan bahan penyusun beton seperti kerikil dan pasir yang diambil secara langsung disungai menyebabkan penambahan kedalaman air Sungai yang dapat berdampak dari hulu hingga ke hilir yang dapat berakibat pada kerusakan struktur bangunan air disungai dan menurunnya muka air tanah. Selain itu, ekosistem biota air yang terdapat didalamnya pun secara praktis akan hilang. (Mathias Kondolf, 1994)

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan, diperlukan inovasi yang dapat mengurangi penggunaan bahan tambang dalam campuran beton. Pengembangan beton ramah lingkungan dibutuhkan untuk tetap memfasilitasi peningkatan pembangunan yang ada agar tidak terhenti karena persoalan lingkungan (Ahmad dkk., 2017). Salah satu caranya yaitu dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan campuran atau bahkan sebagai bahan pengganti material penyusun beton. Metode ini dapat meminimalisir penggunaan bahan tambang sekaligus mendaur ulang bahan yang tidak terpakai guna mengurangi sampah.

Limbah sisa konsumsi merupakan salah satu limbah yang paling banyak ditemui dan mudah untuk diperoleh. Biji buah salak menjadi salah satu limbah yang seringkali ditemui yang umumnya dihasilkan dari sisa konsumsi ataupun sisa produksi usaha yang berbahan dasar salak. Pengolahan bahan tersebut masih belum optimal sehingga biasanya hanya langsung dibuang sebagai sampah. Biji salak memiliki beberapa kandungan seperti selulosa (hardiyanti, 2014) dalam (Fernanda dkk., 2018). Adapun penambahan selulosa dalam campuran beton dapat menambah kekuatan beton dan menjadikan beton tahan air Gargulak (2001) dalam (Polopadang dkk., 2023). Selain itu, biji salak juga memiliki karakteristik terutama bentuk fisik yang mirip dengan agregat kasar sehingga berpotensi sebagai bahan alternatif dalam campuran beton. Berdasarkan pernyataan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen dengan meninjau kekuatan beton dimana agregat kasar dalam campuran beton diganti dengan limbah biji salak. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan beton yang ramah lingkungan dengan mengurangi penggunaan produk tambang dan mengolah limbah tidak terpakai.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan melakukan penggantian material agregat kasar yang umumnya menggunakan batu pecah dengan biji salak. Proses penelitian dilakukan pada laboratorium program studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Lamongan. Pembuatan campuran beton dilakukan dengan berpedoman pada SNI SNI 03 – 2834 – 2000 Sampel beton yang dibuat berupa silinder yang berjumlah 12. Sementara itu, kadar campuran limbah yang ditinjau dalam penelitian ini antara lain 0% (Normal), 2%, 4% dan 6%, dimana digunakan 3 sampel benda uji untuk setiap variasi campurannya. Mengutip dari (Samsudin & Hartantyo, 2017) dan (Hepiyanto & Arif, 2019). Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian:

1. Persiapan bahan diantaranya semen Portland, agregat halus dan kasar, air dan bahan tambah berupa biji salak.
2. Pengujian Pengujian bahan diantaranya yaitu:
 - a. Pengujian semen meliputi uji konsistensi dan uji berat semen
 - b. Pengujian agregat halus yaitu pasir antara lain uji kelembaban agregat, uji gradasi, pengujian air resapan agregat halus, uji berat jenis agregat dan uji berat volume agregat.
 - c. Pengujian agregat kasar yaitu batu pecah antara lain uji kelembaban agregat, uji gradasi, pengujian air resapan agregat halus, uji berat jenis agregat dan uji berat volume agregat.
 - d. Pengujian bahan tambah atau biji salak yang disesuaikan dengan pengujian agregat kasar
3. Pembuatan job mix formula dan komposisi campuran yang disesuaikan dengan volume benda uji yang dipakai yaitu silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
4. Pembuatan adukan beton sekaligus melakukan pengujian slump
5. Membuka cetakan beton dan kemudian melakukan proses perendaman beton atau biasa dikenal dengan curing.
6. Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan Compression Test Machine.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Tahapan awal dalam penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian bahan yang akan digunakan dalam campuran beton. Rekapitulasi hasil pengujian bahan sekaligus dengan standar pengujian yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Bahan

Uraian Pengujian	Hasil Pengujian	Standar Pengujian	Keterangan
Uji konsistensi normal semen	26,8%	ASTM C187-86 (26%-29%)	Memenuhi
Uji Berat semen	3,06 t/m ³	ASTM C 188 - 89 (3,00 - 3,20 t/m ³)	Memenuhi
Uji kelembaban agregat halus	rata- rata 2,25%	ASTM C 566 -89 (<0,1%)	Tidak Memenuhi
Uji gradasi agregat halus	rata-rata sebesar 3,45%	SNI S-04-1989-F (1,5% - 3,8%)	Memenuhi

Pengujian air resapan agregat halus	rata - rata 2,0%	ASTM C 128 - 93 (1-4%)	Memenuhi
Percobaan berat jenis agregat halus	rata- rata 2,4 gr/dm ³	ASTM C 128 - 78 (2,4 - 2,7gr/dm ³)	Memenuhi
Uji berat volume agregat halus	Rata-rata 1,6 gr/lt	ASTM C 188 - 89 (1,6 - 1,9 gr/lt)	Memenuhi
Uji gradasi agregat kasar	Rata-rata sebesar 6,64%	SNI S-04-1989-F (6-7%)	Memenuhi
Uji kelembaban agregat kasar	Rata – rata sebesar 1,49%	ASTM C 566 - 89 (0 - 3%)	Memenuhi
Percobaan berat jenis agregat kasar	2,67 gr/dm ³	ASTM C 128-78 (2,4-2,7 gr/dm ³)	Memenuhi
Pengujian kadar air resapan agregat kasar	Rata-rata sebesar 2,65%	ASTM C 127 - 88 - 93 (1-4%)	Memenuhi
Uji berat volume agregat kasar	rata- rata 1,45 kg/m ³	ASTM C 29-91 (1,4 - 1,7 kg/m ³)	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian, (2025)

Berdasarkan pada pengujian diketahui bahwa mayoritas bahan memenuhi standar pengujian. Uji kelembaban agregat halus merupakan satu-satunya pengujian yang tidak lolos standar pengujian. Untuk hasil pengujian bahan tambah berupa biji salak dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Biji Salak

Uraian Pengujian	Hasil Pengujian	Standar Pengujian	Keterangan
Uji kelembaban agregat kasar (Biji Salak)	Rata-rata 1,49%	ASTM C566-89 (0%-3%)	Memenuhi
Percobaan berat jenis agregat kasar (Biji Salak)	2,35 g/cm ³	ASTM C128-78	Memenuhi
Pengujian kadar air resapan agregat kasar (Biji Salak)	Rata-rata 2,92%	ASTM C127-88/93 (1%-4%)	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian, (2025)

Pada pengujian biji salak sebagai agregat kasar, diketahui bahwa biji salak memenuhi kriteria yang ditetapkan sehingga dapat digunakan untuk campuran beton. Selanjutnya dilakukan perencanaan komposisi campuran beton sesuai dengan benda uji yang digunakan yaitu berbentuk silinder, antara lain disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3 Komposisi Campuran Beton

Komposisi Campuran	Satuan	Normal	2% Biji Salak	4% Biji Salak	6% Biji Salak
Semen	Kg	8,43	8,43	8,43	8,43
Air	L	4,89	4,89	4,89	4,89
Pasir	Kg	17,65	17,65	17,65	17,65
Kerikil	Kg	23,4	22,94	22,464	21,996
Biji Salak	Kg	0	0,46	0,936	1,404

Sumber: Hasil Penelitian, (2025)

Komposisi yang dihasilkan merupakan hasil dari perencanaan menggunakan pedoman SNI 03-2834-2000, dengan benda uji yang digunakan berbentuk silinder. Komposisi tersebut

digunakan dalam proses pembuatan beton dengan hasil uji slump yang dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3 Hasil Uji Slump

Variasi Campuran	Hasil Slump
Normal (0% Biji Salak)	13 cm
2% Biji Salak	8 cm
4% Biji Salak	13 cm
6% Biji Salak	12 cm

Sumber: Hasil Penelitian, (2025)

Uji Slump dilakukan menggunakan kerucut Abrams dengan meninjau penurunan dari adonan beton. Data penurunan tersebut kemudian diukur yang diketahui bahwa penurunan terbaik diperoleh sebesar 8 cm pada variasi 2% campuran biji salak.

Tabel 4 Hasil Uji Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Volume Silinder Beton (m ³)	BJ Beton (kg/m ³)	Hasil Uji Tekan (kg/cm ²)	Tegangan Hancur 28 hari (kg/cm ²)	Rata - Rata Tegangan Hancur (kg/cm ²)	Tegangan Hancur 28 hari (Mpa)	Rata - Rata Tegangan Hancur (Mpa)
N1	0.0053	2390.566	128.63	197.89		16.43	
N2	0.0053	2428.302	117.08	180.13	181.42	14.95	15.06
N3	0.0053	2423.585	108.06	166.24		13.80	
A1	0.0053	2438.679	106.07	163.19		13.54	
A2	0.0053	2450	91.91	141.41	145.33	11.74	12.06
A3	0.0053	2444.34	85.40	131.38		10.90	
B1	0.0053	2368.868	85.17	131.03		10.88	
B2	0.0053	2358.491	81.73	125.74	123.33	10.44	10.24
B3	0.0053	2353.774	73.59	113.21		9.40	
C1	0.0053	2405.66	73.89	113.68		9.44	
C2	0.0053	2434.906	73.14	112.52	113.98	9.34	9.46
C3	0.0053	2238.679	75.22	115.72		9.60	

Sumber: Hasil Penelitian, (2025)

Hasil pengujian dengan menggunakan *compression machine test* pada umur beton 7 hari yang kemudian dikonversikan menjadi 28 hari. Benda uji disimbolkan dengan kode huruf diantaranya N untuk beton normal, A untuk campuran 2% biji salak, B untuk campuran 4% biji salak dan C untuk campuran 6% biji salak. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan beton yang dihasilkan untuk variasi normal, 2%, 4% dan 6% secara berturut-turut adalah 15,06 Mpa, 12,06 Mpa, 10,24 Mpa dan 9,46 Mpa. Menunjukkan bahwa beton normal tanpa campuran menghasilkan mutu yang paling baik. Sementara itu, untuk mutu paling optimal dari beton dengan campuran biji salak diperoleh pada kadar campuran 2%.

PEMBAHASAN

Proses penelitian diawali dengan tahapan pengujian material, di mana sebagian besar parameter uji dapat terpenuhi oleh bahan yang tersedia di Laboratorium UNISLA. Hanya satu jenis

pengujian yang tidak memenuhi standar, yaitu kadar kelembaban agregat halus yang melebihi ambang batas. Sementara itu, bahan substitusi berupa biji salak kering menunjukkan hasil yang memadai pada seluruh pengujian, dengan standar yang serupa dengan agregat kasar. Hal ini mengindikasikan bahwa biji salak memiliki karakteristik yang mendekati kerikil pada umumnya, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif material kasar berdasarkan hasil pengujian awal. Selanjutnya, proses perancangan komposisi campuran disusun menyesuaikan volume benda uji, disertai pertimbangan faktor x guna mengantisipasi kekurangan adukan saat pencetakan. Total kebutuhan bahan dalam penelitian ini mencakup 33,72 kg semen, 19,56 liter air, 70,60 kg pasir, 90,80 kg kerikil, serta 2,80 kg biji salak. Setiap komposisi yang telah dihitung dan disajikan dalam Tabel 3 dicampur menggunakan mesin pengaduk untuk menghasilkan beton segar, yang kemudian diuji dengan alat slump test. Hasil pengujian menunjukkan nilai penurunan slump berada dalam rentang 8–13 cm, dengan variasi campuran 2% biji salak menunjukkan nilai paling stabil (8 cm), bahkan lebih rendah dibanding beton normal (13 cm). Setelah proses pencetakan, benda uji direndam dalam kolam air (curing) hingga mencapai umur 7 hari, sebelum dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan *Compression Test Machine*. Berdasarkan hasil uji tersebut, ditemukan bahwa peningkatan kadar biji salak dalam campuran cenderung menurunkan mutu beton. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Riyono dkk., (2022) yang juga mencatat pola penurunan serupa, serta menyimpulkan bahwa beton dengan kandungan limbah biji salak tidak layak digunakan sebagai material struktural bangunan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu berupa eksperimen penggantian sebagian agregat kasar dengan biji salak menggunakan variasi kadar campuran 0%, 2%, 4% dan 6% diperoleh hasil rata-rata kuat tekan beton yang diuji saat umur beton mencapai 7 hari diantaranya secara berturut-turut yaitu 15,06 Mpa, 12,06 Mpa, 10,24 Mpa dan 9,46 Mpa. Dapat diinterpretasikan bahwa terdapat pola penurunan yang signifikan pada setiap penambahan kadar campuran biji salak. Penambahan paling optimal terdapat pada variasi 2% dengan mutu sebesar 12,06 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggantian sebagian agregat kasar dengan biji salak dapat dilakukan namun dengan komposisi yang tidak berlebihan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh elemen yang telah membantu dalam penelitian, terutama Staf dan Laboran di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, I. A., Pertiwi, N., & Taufieq, N. (2017). *Beton Ramah Lingkungan*. CV. AGUS CORP.
Dhipohusodo, I. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. PT SUN.

- Fernanda, S. R., Lay, R. A. S., & Latif, W. (2018). PEMANFAATAN LIMBAH BIJI SALAK DAN TONGKOL JAGUNG SEBAGAI CAMPURAN BETON YANG MENGHASILKAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK MUTU TINGGI RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 1.
- Hamdi, F., Lapian, F. E., Tumpu, M., Irianto, Mabui, D., Raidyarto, A., Sila, A., Madiana, Rangan, P. R., & Hamkah. (2022). *TEKNOLOGI BETON*. CV. Tohar Media. <https://toharmedia.co.id>
- Hepiyanto, R., & Arif, S. (2019). PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SERBUK GERGAJI KAYU PADA PASTA SEMEN TERHADAP UJI BAHAN SEMEN. *Ruang Teknik Jurnal*, 2.
- Mathias Kondolf, G. (1994). Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape and Urban Planning*, 28(2–3), 225–243. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)90010-8](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)90010-8)
- Polopadang, J., Sumajouw, M. D. J., & Dapas, S. O. (2023). STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TARIK LENTUR BETON MENGGUNAKAN SERBUK KAYU SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS. *Jurnal Sipil Statik*, 11(1), 11–16.
- Riyono, M., Lestarini, W., & Juara, A. (2022). PENGARUH KUAT TEKAN BETON DENGAN LIMBAH BIJI SALAK KERING SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR. *TERAS*, 12(1).
- Samsudin, & Hartantyo, S. D. (2017). STUDI PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Jurnal TeknikA*, 9. <https://arpumiko.wordpress.com>
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Watari, T., Cao, Z., Serrenho, A. C., & Cullen, J. (2023). Growing role of concrete in sand and climate crises. *iScience*, 26(5), 106782. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106782>