

Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca dan Limbah Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block*

Muhammad Fadhil Erlangga^{1*}, Dewi Handayani²

^{1,2} Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta, Indonesia 57125

Received: February 13, 2023 **Published:** March 27, 2023

Abstract

Garbage is one of the major factors in environmental pollution. When the waste management process is not proportionate to the amount of garbage generated, the impact of the accumulation of waste makes the pollution of waste more noticeable. Efforts undertaken in waste management, i.e. using glass waste and wood powder waste as sand substitutes on paving block manufacturing, are expected to reduce environmental pollution problems. The study aims to obtain the highest pressures strength values and the lowest water absorption on paving blocks with a variation of glass waste of 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% and wood powder of 10% as a substituting of sand paving block mixed material. From the test results obtained the highest pressures strength value of the variation of mixture of glass powder 5% and wood powder 10% of 4.30 MPa. At the test results, the lowest water absorption was obtained from a variation of a mixture of 5% glass powder and 10% wood powder of 6.42%.

Key Word: Waste glass powder, wood powder waste, paving block, strong pressure, water absorption.

Abstrak

Tumpukan sampah menjadi salah satu faktor besar dalam pencemaran lingkungan. Ketika proses pengelolaan limbah tidak sebanding dengan jumlah sampah yang dihasilkan dampak dari penumpukan sampah membuat pencemaran sampah akan semakin terasa. Upaya yang dilakukan dalam pengelolaan limbah yaitu memanfaatkan limbah kaca dan limbah serbuk kayu sebagai substitusi pasir pada pembuatan paving block, diharapkan dapat mengurangi permasalahan dalam pencemaran lingkungan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi dan daya serap air terendah pada paving block dengan variasi limbah kaca sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan serbuk kayu sebesar 10% sebagai substitusi pasir bahan campuran paving block. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan tertinggi dari variasi campuran serbuk kaca 5% dan serbuk kayu 10% sebesar 4,30 MPa. Pada hasil pengujian daya serap air terendah didapatkan dari variasi campuran serbuk kaca 5% dan serbuk kayu 10% sebesar 6,42%.

Kata kunci: Glass powder waste, wood powder waste, paving block, compressive strength, water absorption.

PENDAHULUAN

Sampah selama ini menjadi permasalahan yang sangat serius di hadapi oleh setiap kota di Indonesia. Banyaknya tumpukan sampah yang terjadi merupakan sebab dari meningkatnya produktivitas manusia, perubahan pola konsumsi dan gaya hidup yang semakin maju. Hal tersebut dapat mejadi salah satu faktor

* **Corresponding author:** fadhilerlangga21@student.uns.ac.id

Cite this as: Erlangga, M. F., & Handayani, D. (2023, March). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca dan Limbah Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Paving Block. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 25(1), 34-41. doi: <https://doi.org/10.20961/enviro.v25i1.78522>

dalam pencemaran lingkungan. Ketika proses pengelolaan sampah tidak sebanding dengan jumlah sampah yang dihasilkan dampak dari penumpukan sampah membuat pencemaran sampah akan semakin terasa (Putri dkk, 2018). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. 3R yaitu reduksi timbulan (*reduce*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*) merupakan salah satu tindakan pengurangan sampah (Nugraha dkk, 2018). Daur ulang sampah (*recycle*) merupakan proses menjadikan sampah atau bahan bekas menjadi bahan yang dapat digunakan kembali, sampah dapat menjadi sesuatu yang berguna sehingga bermanfaat untuk mengurangi penggunaan bahan baku yang baru (Burhanuddin dkk, 2018). Hemat energi, mengurangi polusi, mengurangi kerusakan lahan dan emisi gas rumah kaca dari pada proses pembuat barang baru merupakan manfaat lainnya dari proses daur ulang. Ada 2 (dua) jenis limbah yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu limbah anorganik dan organik. Sumber sampah terbanyak dengan komposisi 75% sampah organik dan 25% sampah anorganik berasal dari pemukiman, (Amini dkk, 2022). Limbah Anorganik, merupakan bahan yang tersusun dari senyawa organik yang sulit terdegradasi oleh mikroba, hal ini menjadikan sampah tersebut sulit terurai dan hancur (Soemirat, J, 2000)(Putri. W. T. A, 2021). Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari makhluk hidup yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme melalui proses aerob maupun anaerob (Anshah dkk,2018). Walaupun tergolong mudah dalam pengelolaannya tetapi sifat yang dimiliki limbah organik adalah mudah lapuk sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap.

Limbah botol kaca merupakan limbah anorganik yang sulit terurai oleh alam, sehingga menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan serta dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup di sekitarnya. Karakteristik yang dimiliki oleh kaca adalah tahan terhadap abrasi, cuaca atau serangan kimia yang kuat, sehingga kaca diambil manfaatnya dengan mengubah kaca menjadi glass powder (Pasaribu dkk, 2022). Apabila kaca didaur ulang menjadi serbuk maka dapat berfungsi sebagai filler karena memiliki kandungan silika (SiO_2), Na_2O dan CaO pada kaca yang cukup besar yaitu lebih dari 70% (Karwur dkk, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Khan, Saha, dan Sarker (2019) menyatakan serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus dapat digunakan hingga 100% ke dalam mortar Hal tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan paving block yang berkualitas.

Limbah gergaji kayu merupakan limbah sisa atau ampas kayu yang didapat dari hasil penebangan pohon di hutan atau sisa pembuatan furniture dan tergolong kedalam limbah organik. Dalam penanganan limbah serbuk gergaji kayu menurut Meileni, Purwanto, dan Setiobudi (2021) bila dibiarkan akan mengalami pelapukan, namun bila ditumpuk kemudian dibakar juga akan bermasalah dan berdampak buruk terhadap lingkungan, sehingga limbah serbuk gergaji kayu tersebut akan sangat berguna apabila bisa dimanfaatkan semaksimal mungkin. Serbuk kayu memiliki kadar selulosa yang tinggi yaitu 72% (Hasanah dkk, 2017). Menurut Purwoto dan Garside (2021) Kandungan selulosa dan hemiselulosa yang dimiliki serbuk kayu bersifat dispersi dan adhesi sehingga pada campuran beton dapat meningkatkan kekuatan ikat antar material serta sifat hidrofob yang menghambat penyebaran air dalam material. Dengan demikian serbuk kayu dapat di gunakan sebagai bahan campuran pembuatan paving block yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air.

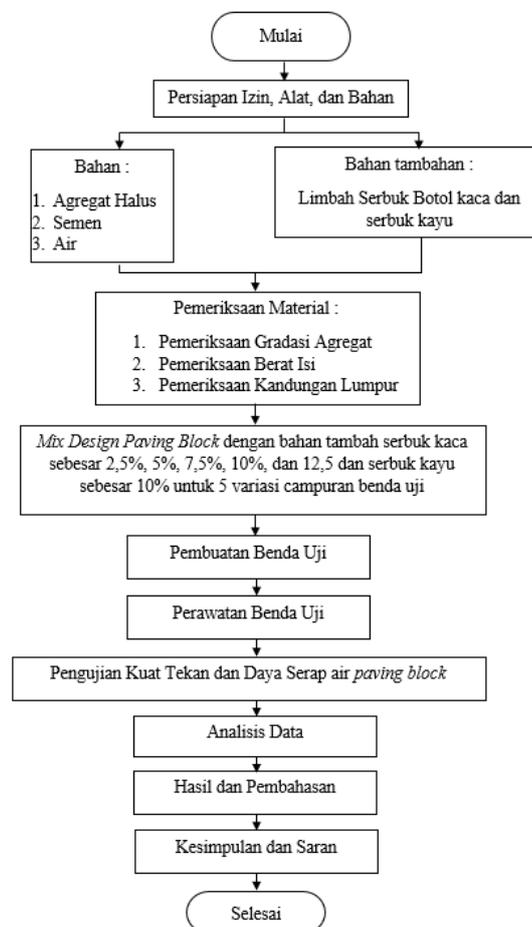
Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada umumnya memiliki bahan terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya merupakan pasir dan kerikil (Hadi. S, 2020). Setelah mengeras campuran tersebut memiliki sifat yang berbeda (Wuryati dan Candra, 2001). Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor, proporsi dari campuran, kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakan dan mengeras (Sari dan Nusa, 2019). Salah satu produk dari beton precast yaitu conblock atau paving block. Menurut SNI 03-0691-1996, Paving block (bata beton) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolol sejenisnnya, air dan agregat yang tidak mengurangi mutu bata beton itu dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Penggunaan paving block biasanya untuk perkerasan jalan lingkungan seperti trotoar, area parkir, kawasan pemukiman, taman dan lain – lain (Larasati dkk, 2016). Paving block banyak di sukai

oleh konsumen dikarenakan memiliki variasi bentuk dan warna yang beragam serta kemudahan dalam hal pemasangan dan perawatan (Zulkarnain. Z, 2019).

Dari uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pembuatan paving block dengan menggunakan campuran dua jenis bahan tambah yang berbeda yaitu serbuk kaca dan serbuk gergaji kayu sebagai pengganti sebagian pasir guna mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap karakteristik pada paving block. Untuk mutu paving block yang dibuat dengan campuran limbah serbuk kaca dan limbah gergaji kayu diharapkan menghasilkan kualitas yang baik dan tahan lama serta dapat menjadi solusi pengurangan risiko dampak pencemaran yang dihasilkan oleh limbah yang tidak terpakai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kuat tekan dan nilai daya serap air optimal yang di dapatkan dari paving block dengan menggunakan serbuk limbah botol dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari berat pasir dan serbuk limbah serbuk kayu dengan persentase optimal 10% dari berat pasir sebagai substitusi pasir.

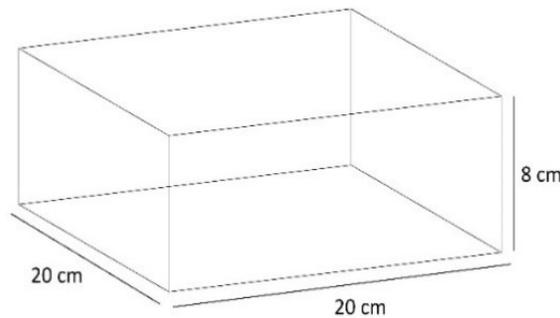
METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini dilakukan dengan cara metode eksperimen. Pembuatan sampel benda uji Paving Block dilakukan di tempat produksi paving block yang berada di Desa Simo, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali. Sedangkan lokasi pengujian dilaksanakan di Laboratorium Konstruksi Dasar dan Laboratorium Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Februari 2023. Proses penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alur di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan adalah paving block yang dibuat dengan jenis holand atau bentuk persegi panjang dengan dimensi 20 x 10 x 8 cm seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Dimensi Paving Block

Paving Block dibuat dengan campuran semen : pasir = 1:2, dengan variasi persentase penambahan serbuk kaca sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari berat pasir, dan serbuk kayu sebesar 10% dari berat pasir. Pengujian dilakukan sesuai prosedur yang ditentukan dalam SNI 03-0691-1996. Hasil pengujian benda uji dapat di kategorikan dalam mutu paving block seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Mutu Paving Block (SNI 03-0691- 1996)

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Tahan Aus (mm/menit)		Penyerapan air (%)	Peruntukan
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	maks	
A	40	35	0,09	0,103	3	Jalan
B	20	17	0,13	0,149	6	Pelataran parkir
C	15	12,5	0,16	0,184	8	Pejalan kaki
D	10	8,5	0,219	0,251	10	Taman & pengguna lain

Sumber: SNI 03-0691-1996

Sampel yang direncanakan untuk setiap 5 (lima) variasi campuran sebanyak 6 buah, sehingga total sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 buah. Pengujian kuat tekan dan daya serap air pada paving block dilakukan pada umur perawatan 28 hari.

Metode kualitatif deskriptif digunakan dalam penelitian ini dan tahapan penelitian ini meliputi studi pustaka, proses pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, dan pemetaan wilayah yang cocok dilayani oleh SPALD baik terpusat maupun setempat. Studi pustaka merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian. Jenis pustaka yang dipelajari berupa buku teks, jurnal, berita, dan laporan penelitian. Data yang diambil pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari peraturan daerah, perundang-undangan, data administratif dari instansi terkait. Lokasi penelitian berada di Kelurahan Pajang, Kelurahan Pajang termasuk kedalam wilayah Kota Surakarta dengan penduduk sekitar 25.065 jiwa dengan luas wilayah 1,53 km². Pada tahun 2021, jumlah penduduk di Kecamatan Pajang 25.328 jiwa dengan kepadatan penduduk 16511,08/km² dan laju pertumbuhan 0,21% menjadikan pajang sebagai kelurahan dengan penduduk terbanyak di Kecamatan Laweyan. Pembangunan Sanitasi di Kelurahan Pajang dilakukan untuk mengakomodir air limbah dari warga di Kelurahan Pajang yang selama ini menggunakan septik tank masing-masing maupun langsung dibuang ke sungai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah paving block berumur 28 hari dengan jumlah benda uji sebanyak 3 buah dengan 6 variasi. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan CTM (Compressed Testing Machine).



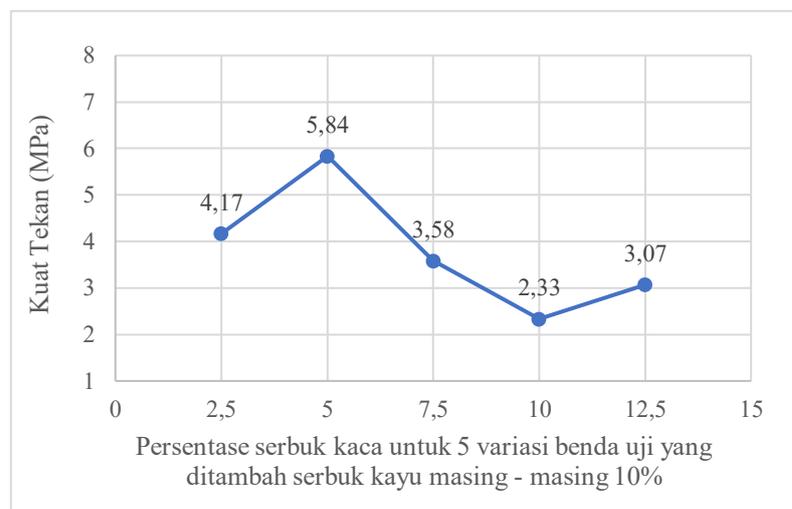
Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan menggunakan mesin kuat tekan CTM

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Rata-rata paving block

Sampel	Serbuk Kaca (%)	Serbuk Kayu (%)	Kuat Tekan Rata – Rata (MPa)
A	2,5	10	4,17
B	5	10	5,83
C	7,5	10	3,58
D	10	10	2,33
E	12,5	10	3,07

Sumber: Analisis, 2023

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui beban maksimum kuat tekan paving block kuat tekan didapat dari beban maksimal yang diterima beton dibagi dengan luas penampang benda uji. Konsentrasi penambahan serat terhadap kuat tekan paving yang optimum di dapatkan dengan melakukan pengujian kuat tekan paving pada umur 28 hari. Hasil nilai rata-rata pengujian kuat tekan untuk masing-masing variasi campuran secara berurutan didapat sebesar 4.13 MPa, 4,30 MPa, 3,58 MPa, 2,33 MPa, dan 3,06 MPa. Untuk grafik peningkatan dan penurunan nilai kuat tekan paving block dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Paving Block

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa penggunaan serbuk kaca dan serbuk kayu sebagai pengganti sebagian pasir mempengaruhi kuat tekan paving block sehingga cenderung mengalami penurunan. Penurunan nilai kuat tekan terjadi karena serbuk kayu merupakan zat organik yang dapat

melemahkan interaksi ikatan antara material agregat halus dan semen (Majidi, 2009). Hasil tertinggi nilai rata – rata kuat tekan paving block dengan perbandingan campuran semen dan pasir sebesar 1:2 diperoleh pada campuran serbuk kaca 5% dan serbuk kayu 10% dengan nilai sebesar 5,83 MPa. Dilihat dari hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa semua variasi campuran paving block dapat digolongkan ke dalam mutu D yang artinya paving block dapat digunakan untuk taman.

Adapun penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Pasaribu, Sirait, dan Daulay pada tahun 2022 dengan perbedaan perbandingan komposisi semen dan pasir yaitu 1:3 dengan variasi campuran serbuk kaca sebagai bahan tambah yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% memiliki hasil nilai rata-rata pengujian kuat tekan untuk masing-masing variasi campuran secara berurutan didapat sebesar 9,22 MPa, 9,91 MPa, 10,12 MPa, 10,39 MPa, dan 10,97 MPa. Pada penelitian pernah dilakukan oleh Meileni, Purwanto, dan Setiobudi pada tahun 2021, komposisi semen dan pasir yang digunakan adalah 1:3 dengan variasi campuran bahan tambah serbuk kayu yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% memiliki hasil nilai rata-rata pengujian kuat tekan pada umur 28 hari secara berurutan adalah 115,50 kg/cm², 119,06 kg/cm², 127,68 kg/cm², dan 112,83 kg/cm².

Pengujian Daya Serap Air

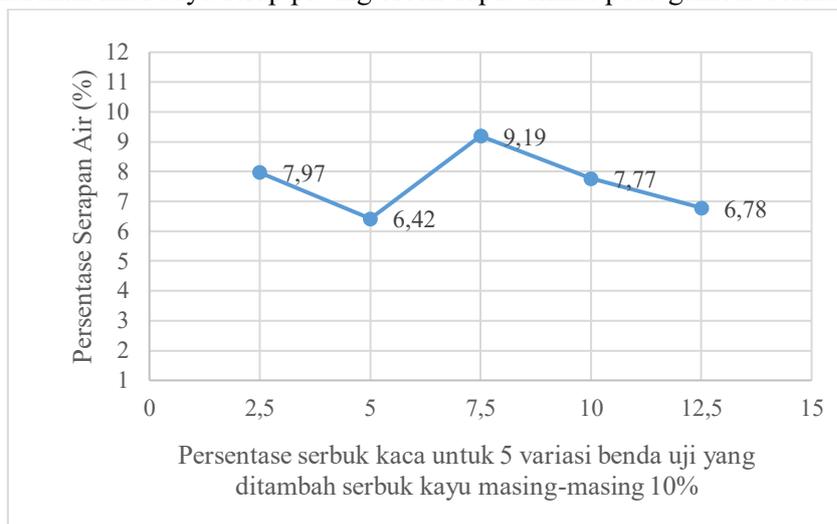
Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan paving block untuk menyerap air melalui pori-pori pada periode tertentu (Larasati dkk, 2016)(Widari. L. A, 2021). Langkah – langkah pengujian daya serap air pada penelitian ini berdasarkan pada SNI 03-0691-1996.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Daya Serap Air Rata-rata Paving Block

Sampel	Serbuk Kaca (%)	Serbuk Kayu (%)	Nilai rata – rata (%)
A	2,5	10	7,97
B	5	10	6,42
C	7,5	10	9,19
D	10	10	7,76
E	12,5	10	6,78

Sumber: Analisis, 2023

Pengujian daya serap air pada paving block dilaksanakan dengan cara direndam ke dalam air selama 24 jam, kemudian dioven pada suhu 110°C selama 24 jam. Pengujian penyerapan air paving block dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah untuk 6 variasi benda uji. Hasil nilai rata-rata pengujian daya serap air secara berurutan adalah 7,97%, 6,42%, 9,20%, 7,76%, dan 6,78%. Untuk grafik peningkatan dan penurunan nilai daya serap paving block dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Grafik Nilai Daya Serap Air Rata – Rata Paving Block

Berdasarkan gambar diatas, didapatkan hasil daya serap air yang naik turun setiap variasinya, hal tersebut dikarenakan proses pencampuran yang secara manual sehingga sulit mendapatkan benda uji yang homogen. Persentase tertinggi nilai daya serap air rata-rata paving block dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1:2 diperoleh pada campuran serbuk kaca 2,5% dan serbuk kayu 10% dengan nilai sebesar 9.19% yang dapat digolongkan ke dalam mutu D yang artinya paving block dapat digunakan untuk taman. Pada kasus variasi serbuk kaca 2,5%, 5%, 10%, dan 12,5% dan ditambah serbuk kayu masing-masing 10% digolongkan ke dalam mutu C yang artinya paving block dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Penelitian terdahulu yang dibandingkan dengan penelitian ini dilakukan oleh Pasaribu, Sirait, dan Daulay pada tahun 2022. Penelitian yang dilakukan terdapat perbedaan komposisi semen dan pasir yaitu 1:3 dengan variasi campuran serbuk kaca sebagai bahan tambah yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% memiliki hasil nilai rata-rata pengujian daya serap air untuk masing-masing variasi campuran secara berurutan didapat sebesar 8,14%, 9,07%, 9,64%, 11,70%, dan 12,15%.

Dengan membandingkan hasil nilai penelitian terdahulu, nilai kuat tekan yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan dua penelitian sebelumnya. Akan tetapi pada pengujian daya serap air, nilai persentase yang didapatkan lebih kecil yang artinya semakin kecil persentase daya serap air maka semakin baik mutu kualitas paving block dengan campuran dua jenis bahan tambah yang berbeda yaitu serbuk limbah kaca dan serbuk ampas kayu.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai rata – rata kuat tekan paving block yang tertinggi didapatkan pada campuran 5% serbuk kaca dan 10% serbuk kayu yaitu sebesar 5,83 MPa yang dapat digolongkan ke dalam kategori mutu D yang artinya paving block tersebut dapat digunakan untuk taman berdasarkan SNI 03-0691-1996.
2. Nilai rata – rata daya serap air paving block yang terendah didapatkan pada campuran 5% serbuk kaca dan 10% serbuk kayu yaitu sebesar 6,42% yang dapat digolongkan ke dalam kategori mutu C yang artinya paving block tersebut dapat digunakan untuk pejalan kaki berdasarkan SNI 03-0691-1996.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, Z., Eviyati, R., & Dwirayani, D. (2022). SOLUSI PELESTARIAN LINGKUNGAN DENGAN PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA MELALUI ECOENZYME. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat (JADM)*, 3(1), 15-19.
- Anshah, A. S., & Suryawan, I. W. K. (2018). Efektifitas Penambahan substrat pada pengolahan biologis limbah cair tahu menggunakan sistem CSTR. *ENVIROSAN: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(2), 46-51.
- Burhanuddin, B., Basuki, B., & Darmanijati, M. R. S. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(1).
- Hadi, S. (2020). Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 146-155.
- Hasanah, E. R., Gunawan, A., & Afrizal, Y. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT PINANG DAN SERBUK KAYU TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON (Kajian Terhadap Ukuran Agregat Maksimal 10 mm). *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 15-22.
- Indonesia, B. S. N. (1996). Bata beton (Paving block). *Badan Standardisasi Nasional, Bandung*.
- Karwur, H. Y., Tenda, R., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2013). Kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen. *Jurnal Sipil Statik*, 1(4).
- Khan, M. N. N., Saha, A. K., & Sarker, P. K. (2020). Reuse of waste glass as a supplementary binder and aggregate for sustainable cement-based construction materials: A review. *Journal of Building Engineering*, 28, 101052.
- Larasati, D., Iswan, I., & Setyanto, S. (2016). Uji kuat tekan paving block menggunakan campuran tanah dan kapur dengan alat pemadat modifikasi. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4(1), 11-22.

- Majidi, R. H. (2009). Kuat lekat dan panjang penyaluran baja polos pada beton dengan campuran metakaolin, slag dan kapur padam sebagai pengganti semen.
- Meileni, D., Purwanto, H., & Setiobudi, A. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Deformasi*, 6(1), 51-59.
- Nomor, P. P. R. I. (81). Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga. Diperoleh dari http://www.menlh.go.id/DATA/PP_NO_81_TAHUN_2012.pdf. Diakses, 14 Juni 2023.
- Nugraha, A., Sutjahjo, S. H., & Amin, A. A. (2018). Analisis persepsi dan partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah rumah tangga di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 7-14.
- Pasaribu, N. B., Sirait, R., & Daulay, A. H. (2022). KARAKTERISTIK PAVING BLOCK DARI LIMBAH SERBUK KACA (GLASS POWDER). *EINSTEIN (e-Journal)*, 10(3), 28-33.
- Purwoto, A., & Garside, A. K. (2021, June). Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur (Vol. 1)*.
- Putri, D., Ageng Kinasti, M., & Lestari, E. (2018). PEMANFAATAN LIMBAH ABU SISA Pembakaran Sampah Non Organik Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Bata Beton Pejal. *Konstruksia*, 10(1), 39-50.
- Putri, W. T. A. (2021). Pembuatan Paving Block Sebagai Upaya Mengurangi Limbah Anorganik (Potret Program Prioritas Kpm 60 Di Dusun Jatirejo). *Jurnal Al-Hikmah*, 9(1).
- Sari, K. I., & Nusa, A. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Sebagai bahan pembuatan paving block. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 29-32.
- Soemirat, J. (2000). Kesehatan Lingkungan (Cetakan Keempat).
- Widari, L. A. (2021). Pengaruh penggunaan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan dan daya serap air pada paving block. *Teras Jurnal*, 5(1).
- Wuryati, S., & Candra, R. (2001). Teknologi Beton. *Yogyakarta: Kansius*.
- Zulkarnain, Z. (2019). Penggunaan Plastik Tipe Pet Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Paving Block. *Inovtek Polbeng*, 9(2), 214-218.