

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU SENGON (*Albizia falcataria* L) SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA PEMBUATAN
*PAVING BLOCK POROUS***

(Skripsi)

Oleh :

**Yoga Al Husayn
2114071027**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sengon (*Albizia falcataria* L.) Sebagai Bahan Tambah Pada Pembuatan *Paving Block Porous*

Oleh

Yoga Al Husayn

Penelitian ini bertujuan untuk membuat paving block porous dengan tambahan serbuk kayu sengon sebagai solusi alternatif untuk meningkatkan kemampuan infiltrasi lapis perkerasan tanah di lingkungan padat penduduk. Paving block porous dibuat dengan komposisi perbandingan semen dan pasir 1:3, serta variasi tambahan serbuk kayu sengon P1 (2%), P2 (4%), P3 (6%), dan P4 (8%) dari total berat material sebesar 2200 gram. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL). Parameter pengujian meliputi uji destruktif dan uji non destruktif. Paving block porous yang dihasilkan memiliki dimensi $19,8 \times 9,8 \times 6$ cm. Hasil pengujian menunjukkan nilai kerapatan sebesar 1.341-1.921 g/m³, daya serap air sebesar 11,002–23,567%, laju infiltrasi sebesar 0,069–0,146 mm/s, dan kuat tekan sebesar 2,90-14,32 MPa. Perlakuan 1 menghasilkan paving block porous dengan kuat tekan tertinggi sebesar 14,32 MPa. Sedangkan perlakuan 4 menghasilkan daya resap serta laju infiltrasi tertinggi sebesar 23,58% dan 0,146 mm/s. Penelitian ini menunjukkan bahwa paving block porous berbahan dasar serbuk kayu sengon dapat menjadi alternatif lapis perkerasan tanah yang dapat mengatasi genangan air di daerah perkotaan atau padat penduduk dan berkontribusi terhadap pemanfaatan limbah pertanian khususnya limbah serbuk kayu.

Kata Kunci : Limbah serbuk kayu sengon, *paving block porous*, penyerapan air, laju infiltrasi, kekuatan tekan, pemanfaatan limbah biomassa

ABSTRACT

Utilization of Sengon Wood Dust Waste (*Albizia falcataria* L.) as an Additive in the Production of Porous Paving Blocks

By

Yoga Al Husayn

This study aims to create porous paving blocks with the addition of sengon wood das as an alternative solution to improve the infiltration capacity of soil pavement layers in densely populated areas. The porous paving blocks were made with a cement to sand ratio of 1:3, and variations in the addition of sengon wood das P1 (2%), P2 (4%), P3 (6%), and P4 (8%) of the total material weight of 2200 grams. This study used a completely randomized design (CRD). The testing parameters included destructive and non-destructive tests. The porous paving blocks produced had dimensions of $19.8 \times 9.8 \times 6$ cm. The test results showed a density value of 1,341-1,921 g/m³, water absorption of 11.002–23.567%, infiltration rate of 0.069–0.146 mm/s, and compressive strength of 2.90-14.32 MPa. Treatment 1 produced porous paving blocks with the highest compressive strength of 14.32 MPa. Meanwhile, treatment 4 produced the highest water absorption and infiltration rate of 23.58% and 0.146 mm/s. This study shows that porous paving blocks made from sengon wood das can be an alternative to soil pavement that can overcome waterlogging in urban or densely populated areas and contribute to the utilization of agricultural waste, especially wood dust waste.

Keywords : Sengon wood das waste, porous paving blocks, water absorption, infiltration rate, compressive strength, biomass waste utilization

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU SENGON (*Albizia falcataria*
L) SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK*
*POROUS***

**Oleh :
Yoga Al Husayn**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU
SENGON (*Albizia falcataria* L) SEBAGAI
BAHAN TAMBAH PADA PEMBUATAN
PAVING BLOCK**

Nama Mahasiswa

Yoga Al Husayn

Nomor Pokok Mahasiswa

2114071027

Jurusan/PS

Teknik Pertanian

Fakultas

Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.

NIP. 198905202015042001

Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

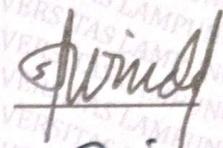
Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

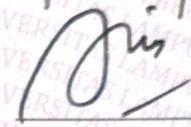
MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

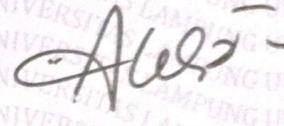
Ketua : Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.



Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.



2. **Dekan Fakultas Pertanian**



Dr. E. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 31 Juli 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Yoga Al Husayn NPM. 2114071027. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.** dan 2) **Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.** Berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan, karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung 31 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Yoga Al Husayn

NPM : 2114071027

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di desa Sukaraja, Kecamatan Gedongtataan, Kabupaten Pesawaran pada hari Senin tanggal 27 Januari 2003. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara, putra dari pasangan Bapak Andi Hanbrata dan Ibu Heriyanti. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 4 Bagelen pada tahun 2009-2015, Sekolah

Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Gedongtataan pada tahun 2015-2018 dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 2 Gedongtataan pada tahun 2018-2021. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif menjadi anggota di organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP)

Pada bulan Januari hingga Februari 2024, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2024 selama 40 hari di Desa Wiralaga Mulya, Kecamatan Mesuji, Kabupaten Mesuji. Selain itu pada tanggal 01 Juli hingga 10 Agustus 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Brigade Alat Mesin Pertanian, Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung dengan judul kegiatan “Sistem Penyewaan Dan Perbaikan Hand Tractor Di Workshop Brigade Provinsi Lampung”.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahrabbi'alamiin

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan ke-hadirat Allah SWT, atas Rahmat, karunia, serta hidayah-Nya yang senantiasa memberikan kekuatan, Kesehatan, dan kemudahan dalam setiap langkah kehidupan ini. Berkat Ridha-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini kupersembahkan dengan penuh hormat, cinta, dan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

Orang tua tercinta

(Bapak Andi Hanbrata dan Ibu Heriyanti)

Yang telah memberikan segala bentuk pengorbanan, dukungan, dan doa selama proses pendidikan saya. Terima kasih atas kerja keras yang tidak pernah mengenal lelah dan atas keikhlasan kalian dalam membimbing dan mendoakan saya tanpa henti. Segala pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa peran besar kalian di belakang saya. Semoga hasil dari usaha ini dapat menjadi kebanggaan dan bentuk penghargaan atas semua yang telah kalian berikan.

Kaka-kaka ku tersayang

Tidak lupa, saya sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keempat kakakku Ade Supriatna, Septi Diana, Eki Damansyah, dan Yopi Nugraha, yang dengan penuh keikhlasan telah memberikan dukungan secara materi maupun semangat. Bantuan yang diberikan, telah menjadi penyemangat selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas perhatian dan kepedulian yang tidak pernah putus, yang membuat langkah saya terasa lebih ringan

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang senantiasa selalu tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “*Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sengon (Albizia falcataria L) Sebagai Bahan Baku Pembuat Pori Pada Paving Block Porous*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama pelaksanaan penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, motivasi, dan arahan baik dalam pelaksanaan penelitian maupun penulisan skripsi. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini ;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini serta kesediaannya meluangkan waktu dan pikiran, untuk membimbing serta memberikan saran dan nasihat dalam penyusunan skripsi ini ;
3. Ibu Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Pertanian dan Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk

membimbing, membantu, memotivasi serta memberikan saran dan nasihat selama menempuh perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini ;

4. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu dan pikiran, untuk memberikan bimbingan, saran dan masukan untuk perbaikan baik pada saat penelitian maupun pada saat penyusunan skripsi ini ;
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, motivasi, serta bantuan kepada penulis selama ini ;
6. Kedua orang tuaku bapak Andi dan ibu Yanti, selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun finansial. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis ;
7. Kakaku Ade supriatna, Septy Diana, Eky Damansyah, dan Yopi Nugraha yang tanpa penulis sadari mereka selalu memberikan Doa, motivasi serta dukungan dengan caranya masing-masing kepada penulis ;
8. Tim Penelitian Paving Block *Porous* Englang, dan Nia, selaku teman seperjuangan penelitian yang telah membantu serta memberikan semangat dan berbagi ilmu ;
9. Sahabat-sahabat saya (Fadli Saputra, Bagus Mulia Bakti, Aldi Saputra, Denis Ferdian, Nata Ramadani, Hendi, Rian Nugroho, Danu Fernando, Aditiya Rahman, dan Lusi) yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan bantuan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini ;
10. Kepada Keluarga Teknik Pertanian 2021 selaku keluarga pejuang sarjana teknik. Terima kasih atas kebersamaan selama ini, doa, motivasi, dukungan, bantuan dan saran kepada penulis ;

11. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini ;
12. Kepada diri saya sendiri Yoga Al Husayn yang sudah berjuang hingga sejauh ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, September 2025

Penulis

Yoga Al Husayn

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	5
1.3. Tujuan penelitian	5
1.4. Manfaat penelitian	6
1.5. Hipotesis	6
1.6. Batasan masalah	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pembangunan	7
2.2. <i>Paving block porous</i>	9
2.2.1. Penelitian <i>paving block porous</i> terdahulu.....	15
2.3. Bahan penyusun <i>paving block porous</i>	17
2.3.1. Agregat kasar (Batu kerikil)	17
2.3.2. Agregat halus (Pasir)	18
2.3.3. Semen portland	18
2.3.4. Air	20
2.4. Limbah.....	20
2.5. Kayu sengon	21
III. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan tempat.....	23
3.2. Alat dan bahan.....	23
3.2.1. Alat.....	23

3.2.2. Bahan	24
3.3. Prosedur penelitian	24
3.4. Rancangan percobaan	26
3.5. Parameter pengamatan	28
3.5.1. Pengujian <i>non destructive</i>	28
3.5.1.1. Uji tampak	28
3.5.1.2. Uji densitas	28
3.5.1.3. Uji resap air	29
3.5.1.4. Uji laju infiltrasi	29
3.5.2. Pengujian <i>destructive</i>	31
3.5.2.1. Uji keutuhan	31
3.5.2.2. Uji kuat tekan	31
3.6. Analisa data	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. <i>Paving block porous</i>	33
4.2. Pengujian <i>non destructive</i>	34
4.2.1. Uji tampak	34
4.2.2. Uji densitas	36
4.2.3. Uji daya resap air	39
4.2.4. Uji infiltrasi	43
4.3. Pengujian <i>destructive</i>	47
4.3.1. Uji keutuhan	47
4.3.2. Uji kuat tekan	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk <i>paving block</i> (Utama, 2023).....	12
Gambar 2. Pola pemasangan <i>paving block</i> (Utama, 2023).	14
Gambar 3. Diagram alir penelitian.	25
Gambar 4. Proses pengujian infiltrasi <i>paving block porous</i>	30
Gambar 5. <i>Paving block porous</i> sebelum masa curing.	34
Gambar 6. Hasil uji tampak <i>paving block porous</i>	35
Gambar 7. Grafik nilai RGB.....	35
Gambar 8. Perbedaan warna pada <i>paving block porous</i>	36
Gambar 9. Densitas <i>paving block porous</i>	37
Gambar 10. Daya resap air <i>paving block porous</i>	40
Gambar 11. Proses uji infiltrasi <i>paving block porous</i>	44
Gambar 12. Uji infiltrasi <i>paving block porous</i>	44
Gambar 13. Uji ketuhan <i>paving block porous</i>	48
Gambar 14. Uji kuat tekan <i>paving block porous</i>	48
Gambar 15. Grafik uji kuat tekan.....	49
Gambar 16. Pengambilan serbuk kayu sengon.	67
Gambar 17. Penjemuran serbuk kayu sengon.	67
Gambar 18. Penjemuran pasir.	68
Gambar 19. Pengayakan limbah biomassa dengan Mes no 12	68
Gambar 20. Adonan untuk membuat 2 <i>paving block porous</i>	69
Gambar 21. Adonan <i>paving block porous</i> pada presentase limbah 6%.....	69
Gambar 22. Adonan <i>paving block porous</i> pada presentase limbah 2%.....	70
Gambar 23. Pengadukan adonan <i>paving block porous</i>	70
Gambar 24. Proses pelepasan <i>paving block porous</i> dari cetakan.....	71
Gambar 25. <i>Paving block porous</i> yang telah di cetak.....	71

Gambar 26. Pengukuran dimensi dan berat <i>paving block porous</i>	71
Gambar 27. Berat awal <i>paving block porous</i> setelah masa curing 28 hari.	72
Gambar 28. Proses perendaman <i>paving block porous</i> selama 24 jam.	72
Gambar 29. Proses penimbangan berat basah <i>paving block porous</i>	72
Gambar 30. Proses pengovenan <i>paving block porous</i> selama 24 jam.	73
Gambar 31. Proses penimbangan berat <i>paving block porous</i> setelah di oven.	73
Gambar 32. <i>Paving block porous</i> setelah dilakukan uji tekan.	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat fisik <i>paving block</i> :	12
Tabel 2. Penggunaan <i>paving block</i>	14
Tabel 3. Perlakuan penelitian <i>paving block porous</i>	27
Tabel 4. Rancangan percobaan non <i>destructive</i>	27
Tabel 5. Rancangan percobaan <i>destructive</i>	27
Tabel 6. Uji ANOVA pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap densitas <i>paving block porous</i>	38
Tabel 7. Uji BNT pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap densitas <i>paving block porous</i>	39
Tabel 8. Uji ANOVA pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap daya serap air <i>paving block porous</i>	42
Tabel 9. Uji BNT pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap daya serap air <i>paving block porous</i>	43
Tabel 10. Uji ANOVA pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap infiltrasi <i>paving block porous</i>	45
Tabel 11. Uji BNT pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap infiltrasi <i>paving block porous</i>	46
Tabel 12. Distribusi beban pijakan kaki manusia di atas <i>paving block porous</i> ...	50
Tabel 13. Uji ANOVA pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap kuat tekan <i>paving block porous</i>	51
Tabel 14. Uji BNT pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu sengon terhadap kuat tekan <i>paving block porous</i>	52
Tabel 15. Data uji densitas <i>paving block porous</i>	63
Tabel 16. Data uji daya serap air pada <i>paving block porous</i>	64
Tabel 17. Data uji infiltrasi pada <i>paving block porous</i>	65
Tabel 18. Data uji kuat tekan pada <i>paving block porous</i>	66

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang padat penduduk, pada saat ini Indonesia berada pada peringkat 4 negara dengan populasi penduduk terbanyak di dunia, dengan 283.487.931 penduduk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kependudukan pada tahun 2020 di Indonesia sebanyak 270.203.917 jiwa. Sedangkan pada tahun 2010 sebanyak 237.641.326 jiwa. BPS mencatat jumlah rata-rata penambahan penduduk sebanyak 3,26 juta jiwa setiap tahunnya. Dalam perhitungan BPS, penambahan penduduk di periode 2010-2020 sebanyak 1,3% per tahun dan pada tahun 2024 sebanyak 1,11%. Dengan peningkatan populasi penduduk yang tinggi tersebut maka akan meningkatkan kebutuhan pembangunan. Dengan begitu pertumbuhan pembangunan di Indonesia baik pada wilayah kota maupun desa tidak dapat dihindari dan akan terus meningkat yang mengakibatkan ketidaksesuaian dalam penggunaan lahan, serta kerusakan lingkungan hijau.

Kegiatan pembangunan merupakan usaha pertumbuhan dan perubahan yang terencana, salah satunya dengan cara menutupi permukaan tanah dengan beton atau lapisan keras yang terbuat dari beberapa komposisi diantaranya yaitu : agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Dimana lapisan perkerasan tanah tersebut biasanya memiliki sifat menyerap air yang sangat sedikit bahkan tidak ada, sehingga hal ini akan mempengaruhi daerah resapan air. Daerah resapan air sendiri merupakan kawasan tempat meresapnya air hujan atau air permukaan ke dalam tanah yang selanjutnya akan menjadi air tanah bagi kawasan tersebut.

Parameter-parameter yang mempengaruhi daerah resapan air di antaranya adalah jenis tanah atau batuan, curah hujan, kemiringan lereng dan penggunaan lahan

seperti penggunaan lapisan perkerasan tanah (Hastono *et al.*, 2012). Kenyataannya semua daratan di muka bumi dapat meresapkan air hujan. Daerah resapan regional berarti daerah tersebut meresapkan air hujan dan akan mensuplai air tanah ke seluruh cekungan, tidak hanya mensuplai secara lokal dimana air tersebut meresap (Wibowo, 2006). Daerah resapan alami merupakan daerah yang mempunyai kemampuan meresapkan air yang berada di permukaan ke bawah permukaan menjadi air tanah dan tersimpan sebagai cadangan air tanah untuk daerah tersebut (Maria, 2008). Media resapan alami sendiri bisa berupa lahan hutan, lahan gundul, lahan berumput, lahan sawah, lahan pekarangan, dan lain sebagainya (Purwantara, 2015).

Selain media resapan alami, juga ada resapan yang sengaja dibangun oleh masyarakat yang disebut sebagai media resapan buatan. Media resapan buatan dapat berupa sumur resapan air dangkal, sumur resapan air dalam, maupun genangan buatan seperti waduk, dan situ buatan (Purwantara, 2015). Resapan buatan bertujuan agar air tanah sebagai sumber daya kehidupan tetap terjaga, menstabilkan permukaan air tanah, dan mengurangi penurunan atau penenggelaman lahan (Febriani, 2022). Kendala pembangunan media resapan buatan adalah tempat atau daerah yang memiliki lahan sempit dan terbatas. Oleh karena itu, dibuatlah inovasi lapis perkerasan tanah yang dapat menjawab permasalahan tersebut yaitu *paving block porous* dengan mencampurkan biomasa sebagai ruang pori pada paving agar air yang berada di atas paving tersebut dapat meresap hingga ke tanah.

Pengaplikasian *paving block* pertama kali dilakukan di Amerika Tengah, Amerika Selatan dan Afrika Selatan, kemudian pada tahun 1970-an mulai diperkenalkan di beberapa negara maju seperti Kanada, Inggris Raya, dan di Asia seperti Jepang dan Australia sedangkan di Eropa *paving block* telah mengalami perkembangan yang signifikan karena berhasil menghilangkan material dari yang tradisional menjadi bentuk desain yang modern dan spesifikasi yang dibutuhkan (Mudiyono & Tsani, 2019). Di Indonesia sendiri awal mula penggunaan paving block untuk pertama kali yaitu pemasangan di terminal bus Pulogadung dan trotoar Jalan Thamrin Jakarta. Untuk saat ini penggunaan *paving block* di Indonesia sudah

sangat marak baik di kota-kota besar maupun kota-kota kecil, *paving block* biasanya banyak digunakan sebagai jalan setapak, halaman hotel, sekolah, rumah sakit, lahan parkir, kompleks perumahan, taman dan lain sebagainya (Majid *et al.*, 2022). Oleh karena itu mulai banyak dilakukan penelitian mengenai teknologi, desain dan konstruksi *paving block*. Pengaplikasian *paving block* saat ini telah mengalami perkembangan tidak hanya untuk jalan, halaman dan trotoar tetapi juga digunakan di area industri seperti kontainer depot, pertambangan, dan pelabuhan (Adibroto, 2014).

Paving block porous banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan merupakan salah satu alternatif pilihan yang tepat untuk lapis perkerasan permukaan tanah yang banyak diminati karena dapat menyerap air, kemudahan dalam pemasangan, perawatan serta memenuhi aspek keindahan karena bentuk dan pola yang diciptakan. Selain itu dapat juga digunakan pada area khusus seperti pelabuhan, lahan parkir, taman, area terbuka dan area industri. Keunggulan dari *paving block porous*, memiliki daya serap air yang baik dibandingkan dengan *paving block* pada umumnya, salah satu keuntungan pemasangan *paving block* yaitu dapat menjaga keseimbangan air tanah (Fauzi *et al.*, 2023).

Paving block terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan perekat. Pada saat pembuatan *paving block*, bahan-bahan tersebut akan dicampurkan dengan air sehingga akan mengikat satu sama lain, yang kemudian akan di cetak dan dikeringkan sehingga akan menciptakan produk jadi yang memiliki karakteristik. *Paving block* yang memiliki pori-pori kecil akan susah untuk menyerap dan meneruskan air ke tanah akibatnya terdapat genangan di permukaan *paving block*. Sehingga pada penelitian ini dilakukan inovasi pada pencampuran bahan *paving block* dengan ditambahkan limbah biomasa untuk menghasilkan ruang pori yang dapat menyerap dan meneruskan air ke dalam tanah.

Paving block porous merupakan paving yang memiliki ruang pori yang lebih banyak atau lebih besar dari *paving block* pada umumnya, yang terbuat dengan campuran limbah biomasa. Fungsinya sebagai alat pekeras permukaan tanah namun memiliki daya resap air yang baik. Keunggulan dari *paving block porous*

adalah memiliki daya serap air yang baik yaitu diatas 10% dibandingkan dengan *paving block* pada umumnya yang hanya memiliki daya serap air dibawah 10% (Febriani, 2022). Pada penelitian ini limbah serbuk kayu sengon akan digunakan sebagai bahan campuran pembuatan *paving block porous* untuk menghasilkan ruang pori pada paving. Selain itu dapat juga mengurangi dan memanfaatkan limbah biomasa serbuk kayu sengon yang sudah tidak terpakai.

Pohon sengon dikenal sebagai pohon yang pertumbuhannya tercepat di dunia. Ketinggian 7 meter dapat dicapai hanya dengan kurun waktu 1 tahun, dan pada umur 12 tahun dapat mencapai tinggi hingga 39 meter, dengan lingkaran diameter mencapai 60 cm dan tinggi cabang 10-30 meter. Diameter lingkaran pohon sengon yang sudah tua dapat mencapai 1 meter bahkan lebih, serta batang tumbuh lurus dan silindris (Hardiatmi, 2010). Sengon dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, bahkan pada jenis tanah yang drainasenya jelek . Tanaman ini dapat tumbuh baik pada jenis tanah regosol, alluvial, dan latosol, tanah-tanah tersebut bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu dengan tingkat kemasaman agak masam sampai netral (Hardiatmi, 2010). Sehingga dengan begitu tidak heran jika tanaman sengon ini banyak ditanam oleh para petani kayu bulat di Indonesia, bahkan sengon dapat tumbuh secara alami di Maluku yang bercurah hujan lebih dari 1700 mm/ tahun dengan jumlah bulan kering 3 bulan.

Bagian yang memberikan manfaat yang paling besar dari pohon sengon adalah batang kayunya. Karakteristik kayu sengon sangat sesuai dengan kebutuhan industri, karena ringan dan besar. Saat ini kayu sengon dapat diolah menjadi beberapa jenis olahan diantaranya ialah berupa papan dengan ukuran tertentu sebagai bahan pembuat peti jenazah, papan penyekat, pengecoran semen dalam konstruksi bangunan, industri korek api, pensil, bahan baku industri kertas pnp, kayu lapis, kayu pertukangan (perabotan rumah tangga), kerajinan seni yang bernilai tinggi, serta kayu bakar (Hardiatmi, 2010). Dengan karakteristik kayu sengon yang besar, kuat dan ringan membuat jenis kayu ini sangat cocok diolah menjadi kayu pertukangan seperti reng, balok, papan, kusen dan lain sebagainya. Semakin banyaknya industri pengolahan kayu sengon juga akan meningkatkan limbah kayu sengon itu sendiri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS)

produksi perusahaan pembudidaya tanaman kayu sengon di Indonesia pada tahun 2020 yaitu sebanyak 97.848 (m³), dan pada tahun 2021 meningkat menjadi 152.014 (m³) data tersebut menunjukkan bahwa ada peningkatan produksi kayu sengon yang tinggi, yang dapat menjadi acuan bahwa pemanfaatan limbah kayu sengon harus di maksimalkan, karena jumlahnya yang besar dan terus mengalami peningkatan.

Limbah biomassa yang terdapat pada industri pengolahan kayu sengon adalah serbuk kayu. Serbuk kayu sengon berasal dari proses pemotongan kayu sengon ataupun proses mekanis yang terjadi pada saat pengecilan kayu sengon. Limbah serbuk kayu sengon inilah yang akan digunakan sebagai bahan pembuat pori pada proses pembuatan paving block *porous*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putra *et al* (2018) kandungan kimia yang terdapat pada kayu sengon *Albizia falcataria* (L) menyatakan bahwa kadar ekstraktif pada kayu sengon sebesar 2,34% - 3,83%, kandungan lignin sebesar 16,69% - 23,77%, kandungan holoselulosa sebesar 69% - 88%, dan kandungan alpha selulosa mencapai 57% - 74%. Dengan besarnya kandungan lignin serta sifat kayu yang mudah menyerap air pada kayu sengon diharapkan dapat mempertahankan nilai kuat tekan paving serta meningkatkan kemampuan daya serap air pada *paving block porous* yang akan dibuat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, dapat dirumuskan sebagai berikut :
Bagaimanakah pengaruh campuran limbah serbuk kayu sengon terhadap karakteristik sifat fisik mekanik pada *paving block porous*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Memanfaatkan limbah serbuk kayu sengon sebagai bahan tambah pada pembuatan *paving block porous*.
2. Menganalisis karakteristik *paving block porous* dengan tambahan limbah serbuk kayu sengon.

3. Mempelajari komposisi dengan hasil terbaik dari pemanfaatan limbah biomassa serbuk kayu sengon sebagai bahan baku tambah *paving block porous* yang mengacu pada standar SNI-03-0691-1996 *paving block* mutu D.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukanya penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Memanfaatkan dan mengurangi limbah serbuk kayu sengon sebagai bahan baku pembuatan *paving block porous*.
2. Membuat *paving block porous* dengan daya serap dan meneruskan air yang baik serta memiliki kekuatan teknis yang baik.

1.5. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu bahwa perbedaan komposisi bahan pembuatan *paving block porous* dengan penambahan limbah serbuk kayu sengon akan mempengaruhi kemampuan meneruskan air serta karakteristik fisik dan mekanik pada *paving block porous*.

1.6. Batasan Masalah

Berdasarkan pada tujuan yang ingin dicapai metode-metode penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. *Paving block porous* menggunakan bahan baku limbah serbuk kayu sengon.
2. Pembuatan *paving block porous* memenuhi standar SNI-03-0691-1996 mutu D yang di tunjukkan untuk penggunaan halaman rumah dan lain sebagainya.
3. Menggunakan bahan baku semen dan pasir dengan perbandingan 1 : 3.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangunan

Pembangunan di Indonesia terus mengalami perkembangan sebagai dampak dari kemajuan serta peningkatan populasi penduduk. Pembangunan dapat membawa dampak positif bagi masyarakat, tetapi pembangunan juga dapat membawa resiko terjadinya eksploitasi Sumber Daya Alam (SDA) dan terjadinya kerusakan lingkungan sehingga struktur dan fungsi dasar ekosistem sebagai penunjang kehidupan mengalami kerusakan serta pencemaran (Basuki *et al.*, 2019).

Pembuatan produk yang menggunakan limbah telah mengalami banyak perkembangan, banyak sekali limbah yang berhasil diolah dan menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis. Pemanfaatan limbah ini memiliki banyak keuntungan, diantaranya adalah membantu menurunkan limbah yang tak terpakai dan harganya yang jauh lebih murah serta dapat memberikan nilai tambah bagi produk tersebut (Sherliana *et al.*, 2016).

Pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, trotoar, perumahan, dan perkantoran umumnya menggunakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang kedap air, sehingga menyebabkan berkurangnya lahan hijau, yang mengakibatkan semakin sedikitnya daerah resapan air. Daerah resapan air adalah daerah tempat meresapnya air hujan atau air permukaan ke dalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Kenyataannya semua daratan di muka bumi dapat meresapkan air hujan atau air yang berada dipermukaan. Kawasan resapan air memiliki peranan penting dalam melindungi lingkungan perkotaan karena menjaga daerah tangkapan air yang berfungsi untuk stabilitas siklus hidrologi atau air pada area tersebut (Resubun *et al.*, 2015).

Genangan air yang terdapat disuatu daerah pemukiman dapat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar. Genangan air sendiri disebabkan oleh sedikitnya daerah resapan air atau juga lambatnya kemampuan daerah tersebut dalam proses penyerapan air. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengantisipasi genangan air, seperti pembuatan sumur resapan air dangkal, serta pembuatan waduk sebagai daerah resapan air. Pembuatan sumur resapan dan waduk sangat membantu dan berkontribusi besar terhadap pengurangan genangan air permukaan akan tetapi hal ini tidak dapat dilakukan di daerah yang memiliki area yang tidak luas, seperti pemukiman yang padat, lingkungan perkotaan serta daerah multi hunian. Selain pembuatan sumur resapan dan waduk upaya yang juga dilakukan adalah pembuatan beton porous dan juga *paving block porous*, akan tetapi sebatas hanya untuk konstruksi *non structural* seperti area parkir, trotoar untuk pejalan kaki, daerah lampu lalu lintas, taman, halaman dan lain sebagainya.

Bangunan infrastruktur perkerasan tanah yang menggunakan *paving block porous* memiliki kelebihan dibanding berbagai macam alternatif lain sebagai penutup atau pengerasan tanah yaitu, kemampuan meloloskan air atau meneruskan air yang berada di permukaan paving baik air yang mengalir dari area yang lebih tinggi maupun air hujan. Selain *paving block porous*, beton porous juga bisa dijadikan sebagai penutup atau pengerasan tanah yang memiliki kemampuan meloloskan air. Beton porous merupakan jenis beton yang memiliki porositas. Bahan pembuat beton porous biasanya menggunakan sedikit atau tanpa agregat halus dan menggunakan pasta semen yang cukup untuk melapisi permukaan agregat kasar dan untuk menjaga interkoneksi pori (Ginting, 2019).

Hujan yang jatuh ke tanah sebagian meresap ke dalam tanah dan menjadi infiltrasi yang diikuti dengan perkolasi. Infiltrasi adalah Proses masuknya air dari atas (*surface*) ke dalam tanah sedangkan perkolasi merupakan proses kelanjutan perjalanan air tersebut masuk ke tanah yang lebih dalam (Kurniadi & Himawan, 2019). Media resapan air hujan dapat bersifat alami dan buatan. Media resapan alami dapat berupa lahan hutan, lahan kosong, rerumputan, sawah, pekarangan, perkebunan dan lain sebagainya. Media resapan buatan merupakan media yang sengaja dibuat oleh manusia, media buatan diantaranya dapat berupa sumur

resapan air hujan (dangkal), sumur resapan air hujan (dalam), maupun kolam buatan. seperti waduk buatan dan danau (Purwantara, 2013).

2.2. *Paving block porous*

Beton *porous* adalah beton tipe khusus yang memiliki rongga atau ruang pori serta memiliki sifat permeabilitas yang tinggi bobotnya yang ringan dan hanya sedikit/tidak menggunakan butiran halus (Elsyani *et al.*, 2019). Kelebihan utama dari beton non-pasir atau beton porous ini adalah dapat meredam panas dengan baik, proses pembuatannya yang cepat, kepadatannya yang rendah sehingga lebih ringan, porositasnya tinggi, sifat penyusutan yang rendah,serta mudah meloloskan air (Kurniadi & Himawan, 2019). Karena sifatnya tersebut, beton jenis ini sangat cocok diaplikasikan sebagai lapis perkerasan tanah yang memungkinkan air hujan atau air limpasan lainnya yang berada dipermukaan tanah untuk melewatinya sehingga air dapat meresap kedalam tanah. Sifat porositas yang tinggi tersebut dapat dicapai karena adanya kandungan rongga yang saling berhubungan (Ginting, 2019).

Paving block adalah suatu bata beton yang komposisi bahannya dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu (SNI 03-0691-1996). Menurut Basuki *et al.*, (2019), *paving block* merupakan salah satu alternatif produk bangunan yang digunakan untuk menutupi atau mengeraskan permukaan tanah. *Paving block* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi sebagai bahan penutup dan bahan konsolidasi permukaan tanah, tetapi biasanya perkerasan berpori digunakan untuk konsolidasi dan memperindah permukaan jalan seperti trotoar, halaman, area industry, taman, dan jalan multi hunian.

Paving block yang dibuat secara manual termasuk ke dalam mutu beton kelas C atau D yaitu untuk pemakaian non struktural, seperti taman dan penggunaan lain, yang tidak untuk menahan beban yang terlalu berat di atasnya, karena pada mutu beton kelas D biasanya hanya mampu menahan tekanan berkisar 8 – 10 MPa.

Mutu paving block yang dibuat menggunakan mesin pres dapat diklasifikasikan ke dalam mutu beton kelas A sampai C dengan kuat tekan di atas 125 kg/cm^2 dan kualitas kuat tekan tersebut bergantung terhadap perbandingan campuran bahan yang digunakan dalam pembuatannya (Nurzal & Joni Mahmud, 2013).

Kelebihan dari *paving block porous* dibandingkan dengan lapisan perkerasan lainnya diantaranya adalah ringan, kuat, berpori, serta memiliki bentuk yang beragam sehingga saat diaplikasikan dapat membentuk pola yang estetik. Bahan bangunan yang banyak digunakan untuk tempat parkir, halaman, trotoar ataupun taman kota yaitu *paving block porous*. Bahan baku pembuatan *Paving block porous* yaitu semen, pasir, dan air dengan komposisi kimia yang terkandung didalamnya antara lain SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO dan H_2O . Silikon dioksida atau SiO_2 yang terdapat pada *paving block porous* merupakan senyawa berbentuk kristal yang tidak larut dalam air pada temperatur ruang serta memiliki kekuatan tekan dan kekuatan tarik yang tinggi (Hambali *et al.*, 2013).

Penggunaan *paving block* sebagai pelapis jalan dapat dengan mudah digunakan dan pemeliharaan yang mudah serta dengan adanya rongga atau pori meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak aliran air yang dapat masuk ke dalam tanah (Fauzi *et al.*, 2014). Alasan mengapa *paving block porous* memiliki porositas yang tinggi karena *paving block porous* memiliki jumlah ruang pori yang lebih banyak dibandingkan *paving block* biasanya, hal ini disebabkan karena saat pencetakan hanya menggunakan sedikit atau bahkan tanpa menggunakan agregat halus dalam proses pencampurannya (Ciawi *et al.*, 2022).

Paving block diklasifikasi sebagai berikut:

- a. Mutu A digunakan untuk jalan
- b. Mutu B digunakan untuk peralatan parkir
- c. Mutu C digunakan untuk pejalan kaki
- d. Mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Paving block yang berkualitas baik akan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu berkisar antara 300 Kg/cm^2 hingga 350 Kg/cm^2 agar paving tersebut dapat menahan beban berat yang terletak diatasnya (Panjaitan *et al.*, 2021). Paving block

mempunyai banyak bentuk dan ketebalan. Biasanya *paving block* dibuat dengan panjang antara 200-250 mm dan lebar antara 100-112 mm. Sedangkan ketebalan dari *paving block* biasanya berkisar antara 60, 80, 100, 120 mm dan seterusnya, walaupun *paving block* dengan ketebalan 50 mm atau 150 mm juga banyak digunakan (Zhafirin, 2012).

Paving block kelas mutu D merupakan *paving block* dengan nilai kuat tekan terendah yaitu dengan minimum nilai kuat tekan sebesar 8,5 MPa dan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 10 MPa. *Paving block* mutu kelas D memiliki nilai rata-rata ketahanan aus yaitu 0,219 mm/menit akan tetapi nilai penyerapan air nya jauh lebih besar dibandingkan kelas mutu lainnya yaitu sebesar 10%. *Paving block* dengan kelas mutu D biasanya digunakan sebagai bahan perkerasan taman dan penggunaan lainnya (SNI 03-0691-1996). Mutu suatu *paving block* harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 tentang bata beton untuk lantai adalah sebagai berikut ;

A. Sifat Tampak

Paving block memiliki bentuk yang rata, tidak boleh mengalami retak-retak atau pun cacat, serta bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan.

B. Bentuk dan Ukuran

Dalam hal ini bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai bergantung dari persetujuan antara pembeli dan penjual. Dimana penjual akan memberikan penjelasan mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* berdasarkan kebutuhan yang diinginkan pembeli dan *paving block* harus mempunyai ketebalan minimum 60 mm dengan nilai toleransi ketebalan kurang lebih 8%.

C. Sifat Fisik

Paving block untuk lapis perkerasan tanah harus mempunyai kekuatan fisik sesuai dengan kebutuhan beban tekan yang diperlukan, serta tidak mudah patah. Kekuatan *paving block* pada umumnya memiliki nilai kuat tekan yang berbeda pada setiap mutu atau kelas paving. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik *paving block* :

Mutu	Klasifikasi	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata (%)
		Rata-rata	Min	Rata-rat	Min	
		A	Jalan	40	35	
B	Parkir	20	17	0,13	0,149	6
C	Pejalan kaki	15	12,5	0,16	0,184	8
D	Taman	10	8,5	0,219	0,251	10

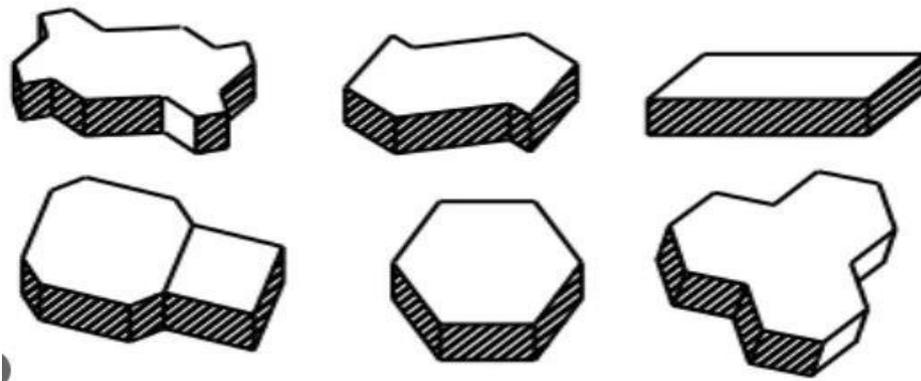
(Sumber : SNI-03-0691-1996).

Adapun klasifikasi *paving block* ini didasarkan pada bentuk, tebal, kekuatan dan warna yaitu sebagai berikut :

A. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk

Adapun beberapa macam bentuk *paving block* yang diproduksi, namun diambil secara garis besar bentuk *paving block* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

- a. *Paving block* bentuk segiempat (*rectangular*).
- b. *Paving block* bentuk segibanyak.



Gambar 1. Bentuk *paving block* (Utama, 2023).

Dalam hal pemakaian dari bentuk *paving block* itu sendiri dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Baik kebutuhan konstruksi perkerasan pada jalan, halaman rumah, taman atau pun trotoar dengan lalu lintas sedang sampai berat. Pemakaian

paving block bentuk segiempat sangat cocok untuk lalu lintas sedang dan berat karena sifat pengunciannya yang konstan serta mudah dicungkil apabila sewaktu-waktu akan dilakukan perbaikan (Artiyani, 2010).

B. Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan

Paving block yang diproduksi secara umum mempunyai ketebalan 60 mm, 80 mm, dan 100 mm. Dalam penggunaannya dari masing-masing ketebalan *paving block* dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena ketebalan pada *paving block* sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan, ketebalan tersebut dapat disesuaikan sebagai berikut:

Paving block dengan ketebalan 60 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas pada pejalan kaki sampai kendaraan motor dan sepeda, dan kadang- kadang ketebalan 60 mm juga cukup banyak digunakan untuk beban lalu lintas sedang.

Paving block dengan ketebalan 80 mm, diperuntukan bagi beban lalu lintas sedang yang frekuensinya terbatas pada pick up, truck, dan bus.

Paving block dengan ketebalan 100 mm, diperuntukkan bagi beban lalulintas berat seperti: *crane, loader*, dan alat berat lainnya (Febriani, 2022).

C. Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan

Paving block yang berada di pasaran biasanya memiliki kekuatan berkisar antara 250 kg/cm^2 sampai 450 kg/cm^2 dan penggunaannya bergantung pada lapis perkerasan yang dibutuhkan oleh konsumen. Pada umumnya *paving block* yang sudah banyak diproduksi memiliki kuat tekan karakteristik antara 300 kg/cm^2 sampai dengan 350 kg/cm^2 .

D. Klasifikasi Berdasarkan Warna

Selain bentuk yang beragam *paving block* juga memiliki warna yang beragam, dimana warna pada paving dapat bervariasi warna pada paving sendiri dapat menampilkan keindahan juga digunakan sebagai area atau garis pembatas seperti pada tempat parkir, penunjuk jalan, dan lain sebagainya. Pemasangan *paving block* dapat dibuat dan diatur sesuai keinginan pengguna diataranya dapat dibuat mozaik dengan kombinasi warna sesuai estetika yang diinginkan

atau dapat berupa pola teratur, logo, tulisan dan batasan area parkir atau petunjuk arah pada suatu daerah pemukiman (Azwar, 2020). Kombinasi antara pola bentuk, mutu, pemasangan, dan tebal. Penggunaan *paving block* dapat kita lihat pada Tabel 2, di bawah ini :

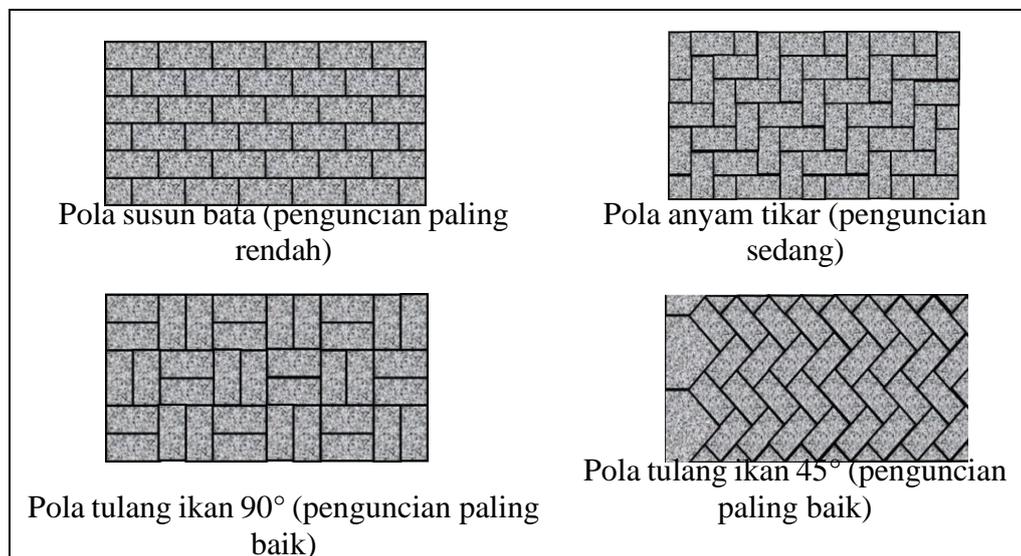
Tabel 2. Penggunaan *paving block*

No	Penggunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1	Trotoar dan pertamanan	II	60	SB, AT, TI
2	Tempat parkir dan garasi	II	60	SB, AT, TI
3	Jalan lingkungan	I/II	60/80	TI
4	Terminal bus	I	80	TI
5	Container yard, taxy way	I	100	TI

(Sebayang et al., 2011).

Dengan catatan Pola : SB = Susunan bata, AT = Anyaman tikar, TI = Tulang ikan.

Adapun gambaran pola pemasangan dan penguncian pada *paving block* berdasarkan tingkat penguncian diantaranya adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Pola pemasangan *paving block* (Utama, 2023).

Pola pemasangan *paving block porous* dapat meningkatkan penguncian pada paving serta menambah nilai estetika yang terbentuk dari hasil pola pemasangan tersebut.

Berdasarkan pola tersebut pola anyaman tikar menjadi pola yang paling banyak digunakan karena tingkat pengunciannya yang cukup baik sehingga tidak mudah lepas tetapi juga mudah saat ingin melakukan perbaikan serta bentuk nya yang rapih dan estetik menjadi nilai tambah tersendiri.

2.2.1. Penelitian *Paving Block Porous* Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian sejenis yang sebelumnya sudah dilakukan lebih dahulu, untuk menjadi bahan referensi pada penelitian ini. Adapun penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

Penelitian yang dilakukan oleh Fauzi (2024), yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block”. Menunjukkan bahwa penambahan limbah serbuk kayu karet pada pembuatan paving block dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* tersebut. Semakin banyak penambahan serbuk gergaji kayu karet akan membuat semakin rendah kuat tekan pada *paving block* namun meningkatkan kemampuan daya serap air pada *paving block* tersebut. Berdasarkan hasil penelitian belum ditemukan presentase limbah serbuk gergaji yang tepat untuk menghasilkan nilai kuat tekan paving dengan standar SNI-1996, mutu D, akan tetapi daya serap air yang di peroleh pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI-1996.

Penelitian yang dilakukan oleh Febriani (2022), yang berjudul “Penggunaan Limbah Ampas Tebu (*Saccharu officinarum*) Sebagai Bahan Baku Pembuat Pori Pada *Paving Block Porous*”. Menunjukkan bahwa penambahan limbah ampas tebu dalam pembuatan *paving block Porous*, mempengaruhi kemampuan *paving block porous* terhadap kuat tekan dan daya serap air yang dihasilkan. Semakin banyak presentase penambahan ampas tebu maka daya serap air yang dihasilkan akan semakin tinggi, namun kuat tekan pada paving menjadi semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan variasi pada perlakuan P1 dengan presentase limbah ampas tebu sebesar 2% menghasilkan nilai terbaik dan paling mendekati standar SNI mutu D *paving block* yang digunakan untuk taman dan

penggunaan lainnya, dengan nilai pengujian kuat tekan mencapai 18,18 MPa dan daya resap air mencapai 12,99%.

Penelitian yang dilakukan oleh Karnaen & Mariani (2018), yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Sengon Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block”. menunjukkan bahwa penambahan limbah serbuk kayu sengon dalam pembuatan *paving block*, dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dan daya serap air pada paving. Semakin banyak penambahan serbuk gergaji kayu sengon maka akan semakin rendah nilai kuat tekan pada paving, namun daya serap pada paving akan semakin tinggi karena sifat serbuk kayu sengon yang higroskopis atau mudah menyerap air. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka limbah serbuk gergaji kayu sengon tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuatan paving block dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 6, karena nilai kuat tekan yang dihasilkan pada *paving block* tidak memenuhi syarat SNI-03-0691-1996.

Penelitian yang dilakukan oleh Rosadi *et al* (2023), yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) sebagai Bahan Campuran dalam Pembuatan *Paving Block Porous*”. Menunjukkan bahwa penambahan limbah serbuk kayu jati pada pembuatan *paving block porous* dapat mempengaruhi sifat fisik mekanik pada *paving block porous*, diantaranya ialah seperti nilai densitas, nilai infiltrasi, nilai kuat tekan dan daya serap air. Semakin banyak penambahan limbah serbuk kayu jati maka akan semakin rendah nilai kuat tekan dan kerapatan pada *paving block porous* namun daya serap air dan laju infiltrasi pada *paving block porous* semakin meningkat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan perlakuan pada P1, mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi sebesar 16,05 MPa dan perlakuan pada p4 memperoleh daya serap air tertinggi sebesar 16,62%.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati *et al* (2024) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block”. Menunjukkan bahwa penambahan limbah serat kelapa pada pembuatan *paving block* dapat mempengaruhi nilai kuat tekan, daya serap, densitas serta laju infiltrasi pada

paving block tersebut. Semakin banyak penambahan serat kelapa menyebabkan semakin rendah nilai kuat tekan dan nilai densitas pada paving namun kemampuan daya serap dan laju infiltrasi pada paving semakin meningkat.

2.3. Bahan Penyusun *Paving block porous*

Agregat halus dan agregat kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya (Febriani, 2022). Agregat menempati 70% bahkan lebih dari volume beton, sehingga karakteristik dan sifat dari agregat memiliki pengaruh langsung yang sangat besar terhadap kualitas dan sifat-sifat beton yang diciptakan. Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, karena akan mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik daya serap air yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap sifat kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Mawardi & Besperi, 2014).

2.3.1. Agregat kasar (Batu kerikil)

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 - 70 mm. Menurut ukurannya, kerikil terbagi atas beberapa ukuran diantaranya yaitu : kerikil halus dengan besar ukuran butir berkisar 5 - 10 mm, lalu kerikil sedang dengan besar ukuran butir berkisar 10 - 20 mm, kerikil kasar dengan besar ukuran butir berkisar 20 - 40 mm, kerikil kasar sekali dengan besar ukuran butir berkisar 40 - 70 mm, dan ukuran butir > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop (Pertiwi, 2014). Agregat kasar alami berupa batu kerikil biasanya digunakan untuk pembuatan beton atau paving block dengan nilai kuat tekan yang tinggi sedangkan untuk paving block konvensional biasanya hanya menggunakan agregat halus yaitu pasir dan perekat yaitu semen sebagai

bahan baku utama. Pada pembuatan beton campuran agregat kasar alami yaitu kerikil (Damayanti *et al.*, 2024).

2.3.2. Agregat halus (Pasir)

Agregat halus secara umum yang digunakan yaitu pasir alam sebagai hasil dari disintegrasi alami batu-batuan atau berupa pasir digali dari sungai atau pantai. Pasir atau agregat halus adalah bahan pengisi yang digunakan dengan mencampurkan bahan perekat dan air untuk membentuk campuran padat dan keras saat mengering. Pasir diartikan sebagai butiran-butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran lebih kecil dari 4,75 mm atau lolos saringan no 4 standar ASTM C 33 (Febriani, 2022). Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Pasir yang dimaksud terdiri dari butiran mineral yang keras dengan ukuran partikel mulai dari 0,15 mm sampai dengan ukuran 5 mm (Pangestuti, 2014).

Ada beberapa jenis pasir, salah satunya adalah pasir pasang, pasir jenis ini memiliki ukuran yang lebih halus daripada pasir beton, berwarna putih serta berasal dari pantai. Pasir pasang sering digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar dan dapat digunakan untuk plesteran dinding dan biasa juga digunakan untuk membuat *paving block* (Rosadi *et al.*, 2023). Pasir pasang memiliki kandungan garam dan lumpur sehingga tidak akan maksimal penggunaannya dalam pembuatan beton apabila pasir ini belum dilakukan pencucian. Beton yang menggunakan pasir laut menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar dari beton normal yang hanya menggunakan kapur alam (Kandi *et al.*, 2012).

2.3.3. Semen Portland

Semen merupakan bahan utama yang memiliki pengaruh terbesar terhadap kualitas pengerasan dan daya rekat bahan perkerasan bangunan terutama pada pembuatan beton serta lapisan perkerasan tanah lainnya. Kualitas beton seperti Kekerasan/kuat tekan, daya serap air, dan elastisitas sangat dipengaruhi oleh

kualitas dari campuran semen yang digunakan. Kekerasan adalah kesanggupan suatu bahan untuk menahan penetrasi benda lain yang menyentuh permukaannya sedangkan elastisitas adalah sifat dari bahan untuk mempertahankan bentuk dan volume awal setelah gaya-gaya dari luar yang menyebabkan perubahan bentuk dihentikan (Panennungi & Pertiwi, 2018). Semen sendiri merupakan adukan 60 – 67% kapur, 25% silika, dan 3 – 8% alumina, yang kemudian diaduk bersama-sama dengan air ke dalam bentuk bubur, yang kemudian dipanaskan, dikeringkan, dikeraskan dan dibentuk menjadi tepung yang halus serta sedikit ditambahkan gipsium sebelum digiling untuk mengatur tingkat kehalusan pada semen (Febriani, 2022).

Menurut Prasetio *et al* (2020), semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu sebagai berikut :

- a. Semen non hidraulis adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air. Contoh semen non hidraulis (*hydraulic binder*) adalah lime dimana lime ini merupakan perekat klasik dalam bangunan yang dibuat dengan memanaskan limestone pada suhu 850°C . CaCO_3 dari limestone akan melepaskan CO_2 dan menghasilkan burn lime atau quick lime (CaO).
- b. Semen hidraulis adalah jenis semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Karena sifat hidraulis yang dimiliki, membuat semen tersebut dapat mengeras saat dicampur dengan air, tidak larut dalam air dan tetap dapat mengeras walau didalam air.

Contoh semen hidraulis adalah semen Portland, semen campur, semen khusus dan lain sebagainya. Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dibuat dengan cara menghancurkan klinker (kalsium silikat hidraulik), dan ketika dicampur dengan air dalam takaran jumlah tertentu, bahan-bahan lain yang tercampur bergabung membentuk gumpalan, dan mengeras (Hambali *et al.*, 2013). Bahan utama semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), alumin (Al_2O_3), magnesium (MgO), dapat bersifat sedikit basa. Oksigen dapat ditambahkan ke besi untuk mengontrol komposisi, dan gipsium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bisa ditambahkan untuk menyesuaikan waktu pengikatan semen yang diinginkan (Basuki *et al.*, 2019).

2.3.4. Air

Air merupakan senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi. Geologi Amerika Serikat (USGS) menyatakan bahwa 72% permukaan bumi tertutup oleh air, akan tetapi 97% dari total air yang berada di bumi merupakan air asin yang tidak dapat diminum dan 1,36 miliar kilometer kubik tersedia di bumi. Menurut Basuki *et al* (2019), air yang terkandung dalam produksi campuran beton membantu meningkatkan dan meningkatkan kemampuan kerja beton. Jadi, jika air yang digunakan dengan jumlah banyak dalam pencampuran, maka beton akan menjadi encer dan memudahkan pekerjaan.

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (Febriani, 2022). Pencampuran semen dengan air dapat menyebabkan proses kimia yang disebut dengan proses hidrasi. Reaksi kimia antara trikalsium silikat (C_3S) dan dikalsium silikat (C_2S) pada semen dan air menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) yang merupakan pengikat utama dalam beton, panas, dan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$). $Ca(OH)_2$ yang dihasilkan dapat menyebabkan larutan pori beton sangat basa, tidak larut dalam air, dan mengurangi kuat tekan beton itu sendiri (Widari *et al.*, 2021).

2.4. Limbah

Limbah adalah zat buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), limbah lebih banyak dikenal sebagai sampah, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak diinginkan oleh lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan karakteristiknya, limbah industri dapat digolongkan menjadi 4 yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel serta limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Untuk mengatasi limbah diperlukan pengolahan dan penanganan limbah (Widjajanti, 2009).

Limbah biomassa merupakan bahan yang dapat diperoleh dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung, yang biasanya dianggap sebagai sampah yang tidak diperlukan dan biasanya dimusnahkan dengan cara dibakar atau ditimbun. Dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan limbah biomassa kini dapat dimanfaatkan menjadi banyak produk salah satunya adalah sebagai bahan baku tambah campuran pada pembuatan paving block yang berfungsi sebagai pori pada paving block *porous*.

2.5. Kayu sengon

Sengon merupakan tanaman pohon serbaguna, memiliki beragam manfaat dari semua bagian pohonnya, mulai dari daun hingga perakarannya, dengan jenis akar tunggang, dapat tumbuh lurus mencapai 40 meter dengan diameter mencapai 1 meter lebih, serta memiliki kulit yang licin dan berwarna abu-abu atau kehijau-hijauan. Pohon sengon dikenal sebagai pohon yang pertumbuhannya tercepat di dunia. Pada umur 1 tahun dapat mencapai tinggi 7 m dan pada umur 12 tahun dapat mencapai tinggi 39 m, dengan diameter 60 cm dan tinggi cabang 10-30 m. Diameter pohon yang sudah tua dapat mencapai 1 sampai 1,5 m, serta batang tumbuh lurus dan silindris (Hardiatmi, 2010).

Sengon dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, bahkan pada jenis tanah yang drainasenya jelek atau tanah tandus. Tanaman ini dapat tumbuh baik pada jenis tanah regosol, alluvial, dan latosol. Tanah-tanah tersebut bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu dengan tingkat kemasaman agak masam sampai netral (Hardiatmi, 2010). Sehingga dengan begitu tidak heran jika tanaman sengon ini banyak tumbuh di Indonesia, bahkan sengon dapat tumbuh secara alami di Maluku yang bercurah hujan lebih dari 1700 mm/ tahun dengan jumlah bulan kering 3 bulan.

Bagian yang memberikan manfaat yang paling besar dari pohon sengon adalah batang kayunya. Karakteristik kayu sengon sangat sesuai dengan kebutuhan industri, karena ringan dan warnanya putih segar. Saat ini kayu sengon dapat diolah menjadi beberapa jenis olahan diantaranya ialah berupa papan dengan

ukuran tertentu sebagai bahan pembuat peti, papan penyekat, pengecoran semen dalam konstruksi, industri korek api, pensil, bahan baku industri kertas pulp, kayu lapis, kayu pertukangan (perabotan rumah tangga), kerajinan seni yang bernilai tinggi, serta kayu bakar (Hardiatmi, 2010). Dengan karakteristik kayu sengon yang kuat dan ringan membuat jenis kayu ini sangat cocok diolah menjadi kayu pertukangan seperti perabotan rumah tangga, reng, balok, papan, kusen pintu kusen jendela, dan lain sebagainya.

Limbah biomassa yang terdapat pada industri pengolahan kayu sengon adalah serbuk kayu. Limbah tersebut hanya dibiarkan menumpuk, hingga berserakan menimbun permukaan tanah dan membusuk tanpa dimanfaatkan yang dapat mengakibatkan lingkungan disekitar industri tersebut tercemar (Desiasni *et al.*, 2021). Serbuk kayu sengon sendiri berasal dari proses pemotongan kayu sengon ataupun proses mekanis yang terjadi pada saat pengecilan kayu sengon. Sylviani & Suryandari (2013) menyatakan bahwa industri penggergajian kayu menghasilkan limbah serbuk gergajian sebesar 10,6%, sehingga jumlah limbah serbuk gergajian dari industri per kayu sebesar 271.360 m³/tahun.

Ukuran serbuk gergaji adalah berkisar antara 10-80 mesh, hal ini kurang menguntungkan dalam penggunaannya secara langsung serbuk gergaji untuk energi karena sifatnya yang meruah (Hasna *et al.*, 2019). Serbuk gergaji mengandung komponen utama seperti lignin, selulosa, hemiselulosa, dan zat ekstraktif kayu, dengan begitu akan dapat mengisi pori-pori dan memiliki kemampuan mudah menyerap air (Tanjung *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putra *et al.*, (2018) kandungan kimia yang terdapat pada kayu sengon jenis *Albizia falcataria* (L.) menunjukkan bahwa kadar Ekstraktif pada kayu sengon sebesar 2,34 - 3,83%, kandungan Lignin sebesar 16,69 - 23,77%, kandungan Holoselulosa sebesar 69-88%, dan kandungan Alfa Selulosa mencapai 57-74%.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember tahun 2024 sampai bulan Februari tahun 2025 di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Sumber daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a Timbangan, sebagai alat ukur berat pasir, semen dan limbah serbuk kayu sengon.
- b Cetakan paving, sebagai alat pencetak paving block *porous* yang berbentuk persegi.
- c Sendok semen, sebagai alat pengaduk pembuatan adonan bahan.
- d Mesh no 12, digunakan untuk menyaring serbuk gergaji kayu sengon.
- e Ember, sebagai wadah pembuatan adonan paving.
- f Gelas ukur, sebagai alat ukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan adonan paving block *porous*.
- g Penggaris, sebagai alat ukur tinggi, lebar dan sisi-sisi paving block *porous*.
- h Karung, sebagai alas peletakan paving block *porous* yang sudah di cetak.
- i saringan pasir digunakan untuk menyaring pasir.

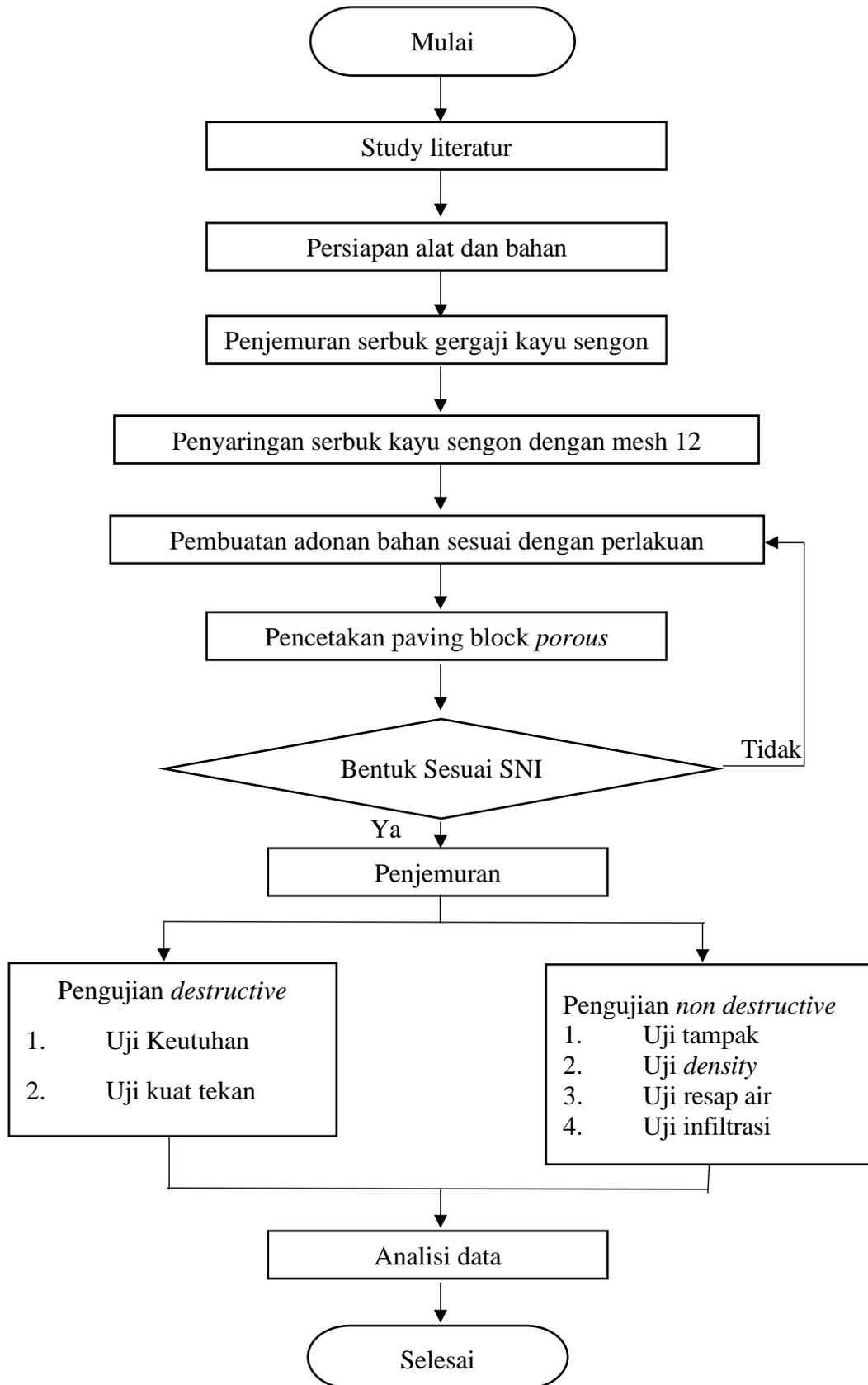
3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a Semen (Dynamix), dibutuhkan sebagai perekat utama pembuat paving block *porous*.
- b Pasir, dibutuhkan sebagai bahan utama pembuat paving block.
- b Air, dibutuhkan sebagai pengikat bahan-bahan yang digunakan.
- c serbuk kayu sengon, dibutuhkan sebagai limbah biomassa untuk pembuat pori pada paving block *porous*.

3.3. Prosedur Penelitian

Proses pembuatan paving block *porous* dengan campuran limbah biomassa serbuk gergaji kayu sengon adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir penelitian.

Pembuatan *paving block porous* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bahan tambah berupa limbah biomasa serbuk gergaji kayu sengon, dan disaring terlebih dahulu menggunakan mesh no. 12 serta dijemur hingga kering. Agregat halus yang digunakan yaitu berupa pasir, dan perekatnya adalah semen portland (Dynamix) serta dilakukan penambahan air secukupnya sebagai pengikat antar komposisi. Komposisi yang digunakan dalam pencampuran bahan yaitu 1 : 3, dimana pasir tiga kali lebih banyak dibandingkan dengan semen, penggunaan perbandingan ini mengikuti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febriani (2022). Setelah itu dilakukan pencetakan paving, Pencetakan paving tidak boleh mengalami kesalahan teknis, bentuk paving sama dengan bentuk cetakan, tidak mengalami kerusakan atau keretakan pada paving, jika pada saat pencetakan mengalami kesalahan teknis maka pencetakan dianggap gagal dan harus dilakukan pengulangan. Setelah pencetakan selesai, *paving block porous* dikering anginkan selama 28 hari, kemudian *paving block porous* siap di uji.

Parameter pengamatan keberhasilan harus melalui pengujian *destructive* yaitu uji ketuhan dan uji kuat tekan serta *non destructive* yaitu uji tampak, uji densitas, uji resap air dan uji infiltrasi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi yang sesuai dan baik untuk standar mutu D. *paving block* dinyatakan lulus uji apabila sampel yang diambil dari kelompok tersebut memenuhi syarat-syarat ketentuan klasifikasi paving block (SNI03-0691-1996) mutu D.

3.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan penelitian ini terbagi menjadi destruktif dan nondestruktif. Rancangan percobaan meliputi 4 taraf perlakuan yaitu P1, P2, P3 dan P4, dengan 5 ulangan untuk setiap perlakuan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) diikuti dengan ANOVA dan dilanjutkan BNT. Penelitian ini membutuhkan 40 sampel *paving block* yang digunakan untuk pengujian *destructive* 20 sampel dan *non destructive* 20 sampel.

Adapun perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Perlakuan penelitian *paving block porous*.

No	Perlakuan	Semen 1 : 3 pasir (g)	Serbuk Gergaji Kayu Sengon (%) (g)	Total (g)
1	P1	539 : 1617	2% (44)	2200
2	P2	528 : 1584	4% (88)	2200
3	P3	517 : 1551	6% (132)	2200
4	P4	506 : 1518	8% (176)	2200

Perlakuan penelitian ini menggunakan perbandingan semen dan pasir yaitu 1 : 3, sedangkan untuk serbuk gergaji kayu jati yang digunakan pada perlakuan P1 sebanyak 44 gram, P2 sebanyak 88 gram, P3 sebanyak 132 gram dan P4 sebanyak 176 gram dari berat total bahan yaitu 2200 gram.

Tabel 4. Rancangan percobaan *non destructive*

Perlakuan	Ulangan				
	1	2	3	4	5
P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5
P4	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4	P4U5

Tabel 5. Rancangan percobaan *destructive*

Perlakuan	Ulangan				
	6	7	8	9	10
P1	P1U6	P1U7	P1U8	P1U9	P1U10
P2	P2U6	P2U7	P2U8	P2U9	P2U10
P3	P3U6	P3U7	P3U8	P3U9	P3U10
P4	P4U6	P4U7	P4U8	P4U9	P4U10

3.5. Parameter Pengamatan

Sebelum melaksanakan penelitian ini, telah dilakukan pra penelitian sebanyak satu kali untuk menentukan komposisi *paving block* yang cocok dan baik untuk selanjutnya diteliti lebih lanjut apakah sesuai atau tidak sesuai dengan standar mutu *paving block*. Komposisi serbuk gergaji kayu sengon : pasir dan semen yang didapat dari pra penelitian yaitu komposisi perlakuan 1 yaitu 2% : 98%, komposisi perlakuan 2 yaitu 4% : 96%, komposisi perlakuan 3 yaitu 6% : 94% dan komposisi perlakuan 4 yaitu 8% : 92%.

3.5.1. Pengujian Non Destructive

3.5.1.1. Uji Tampak

Uji tampak dilakukan dengan cara menyusun *paving block* dengan pola penyusunan paving di lantai atau permukaan yang rata, kemudian diamati perbedaan yang terdapat pada paving block tersebut seperti, warna paving, bentuk paving, *paving block* harus memiliki permukaan yang rata, bentuk sesuai dengan cetakan, tidak terdapat retakan-retakan dan cacat *pada paving*.

3.5.1.2. Uji Densitas

Paving block porous akan diuji dengan menimbang berat paving dan menghitung volume paving untuk menentukan nilai kerapatan paving. Densitas sendiri merupakan massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Menurut (Tanjung *et al.*, 2023) densitas atau kerapatan merupakan massa per satuan volume material, dan akan bertambah secara teratur dengan meningkatnya nomor atomik pada setiap subkelompok. Semakin tinggi nilai densitas rata-rata suatu benda, maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya.

Pengujian ini dilakukan dengan cara merekatkan plastik bening di keliling sisi-sisi paving kemudian diikat menggunakan karet. Letakan paving diatas baskom yang di sanggah oleh mesh yang diletakan diatas baskom. Volume air yang digunakan pada uji ini adalah 1000 ml. Pada saat air dituangkan ke atas permukaan paving secara bersamaan hidupkan stopwatch untuk menghitung nilai kecepatannya, hitung sampai air yang berada di permukaan paving hingga teresap semua. Kemudian dihitung berapa air yang lolos untuk menentukan nilai volumenya. Setelah itu masukan kepersamaan rumus menghitung infiltrasi.

Adapun rumus Infiltrasi yang digunakan adalah sebagai beriku :

$$I = \frac{V}{A.t} \dots\dots\dots(3).$$

- Keterangan :
- I = laju infiltrasi (mm/s)
 - V = volume air yang lolos (ml)
 - A = Luas area permukaan (mm²)
 - t = lama waktu yang diperlukan untuk meloloskan air (s)



Gambar 4. Proses pengujian infiltrasi *paving block porous*.

3.5.2. Pengujian *Destructive*

3.5.2.1. Uji Keutuhan

Uji keutuhan *paving block* dilakukan dengan cara melakukan pengamatan visual untuk memastikan apakah terdapat cacat fisik pada paving seperti, retakan, bolong, atau kerusakan fisik lainnya yang terdapat pada seluruh area pada *paving block*. Selain itu, uji keutuhan dilakukan dengan menekan bagian sudut atau rusuk *paving block* menggunakan jari tangan, paving block yang memiliki keutuhan yang baik tidak patah atau rusak saat ditekan, pengujian ini dilakukan setelah *paving block* melewati masa curing yaitu proses perawatan dengan cara dikering anginkan didalam ruangan selama 28 hari.

3.5.2.2. Uji Kuat Tekan

Proses pengujian kuat tekan pada *paving block porous* yang sudah melewati masa curing selama 28 hari akan diuji kuat tekan. Uji kuat tekan sendiri meliputi pengujian kekuatan *paving block porous* pada masing-masing sample dari setiap perlakuan. Dengan cara ambil sampel uji yang telah siap, ditekan dengan menggunakan mesin penekan (*Compression strength machine*) hingga hancur atau retak. Perhitungan pengujian kuat tekan sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

Adapun rumus yang digunakan dalam uji kuat tekan adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan : F = Beban tekan (N)
A = Luas bidang tekan (m²).

3.6. Analisa Data

Data yang diperoleh menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pada penelitian ini, untuk selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan parameter yang diamati.

Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan selanjutnya dilakukan uji BNT apabila pada uji anova menunjukkan perbedaan signifikan dengan menggunakan program aplikasi *Statistical Analysis System (SAS)*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. *Paving block porous* pada penelitian ini berhasil dibuat dengan menambahkan limbah biomassa berupa serbuk kayu sengon dengan komposisi campuran pasir dan semen : limbah serbuk kayu sengon pada perlakuan P1 sebesar 98% : 2%, perlakuan P2 sebesar 96% : 4%, perlakuan P3 sebesar 94% : 6%, dan perlakuan P4 sebesar 92% : 8%. *Paving block porous* pada penelitian ini memiliki Panjang 19,8 cm, Lebar 9,8 cm dan Tinggi 6 cm dengan total keseluruhan sampel adalah 40 sampel.
2. Penambahan limbah serbuk kayu sengon sangat berpengaruh terhadap karakter *paving block porous*, semakin banyak limbah serbuk kayu sengon yang ditambahkan semakin baik pula kemampuan paving dalam menyerap dan meloloskan air akan tetapi ketahanan tekan dan kerapatan pada *paving block porous* menjadi lebih rendah.
3. Limbah biomassa serbuk kayu sengon berhasil dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block porous*. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa komposisi pada perlakuan P4 memperoleh nilai daya serap tertinggi dengan rata-rata daya serap air mencapai 23,6%, sedangkan komposisi pada perlakuan P1 mempunyai nilai kuat tekan terbaik, dengan nilai rata-rata sebesar 14,32 MPa, dan sudah masuk ke dalam standar SNI 03-0691-1996 *paving block* mutu D.

5.2. Saran

Saran untuk menyempurnakan penelitian ini adalah dilakukan pengujian menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk mengetahui bentuk pori secara lebih detail dan persebaran serta besar pori paving yang tidak dapat terlihat oleh mata manusia secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jrs.10.1.1-11.2014>
- Artiyani, A. 2010. Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block. *Spectra*, 8(16), 1–11.
- Azwar, A. 2020. Analisa Pemanfaatan Limbah Battom ASH dan Serbuk Pecahan Kaca Terhadap Konstruksi Paving Block. *Jurnal Tekno Global UIGM Fakultas Teknik*, 8(2). <https://doi.org/10.36982/jtg.v8i2.899>.
- Basuki, I., Lubis, M. F., Daulay, M. A., & Luthan, P. L. A. 2019. Paping Block Berbasis Abu Gosok. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, Vol. 5, No.1*.
- Ciawi, Y., Salain, M. A. K., & Yana, I. P. A. 2022. Kajian Awal Pembuatan Beton Porous Untuk Paving Block Ramah Lingkungan. *EnviroScienteeae*, 18(3), 8. <https://doi.org/10.20527/es.v18i3.14789>.
- Damayanti A, R., Sudirman, S., & Amin, M. 2024. Kuat Tekan Beton Menggunakan Sampah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 24(1), 140–148. <https://doi.org/10.35965/eco.v24i1.4193>.
- Desiasni, R., Chandra, R., & Widyawati, F. 2021. Pengaruh Volume Limbah Serbuk Kayu Jati (*Tectona grandis*) Terhadap Daya Serap Air Komposit Partikel Dengan Matriks Epoksi. *Jurnal TAMBORA*, 5(2), 74–78. <https://doi.org/10.36761/jt.v5i2.1128>
- Fauzi, A. S., Wijayanto, F. P. S., Budiman, F. A. P., Irfan, F., Tsaqif, N., & Widayoko, A. 2023. Inpablo (Inovasi Paving Block); Inovasi Paving Kombinasi Limbah Sabut Kelapa dan Limbah Kertas Sebagai Penguat Daya Tekan dan Penyerap Air. *Jurnal Integrasi Sains dan Qur'an (JISQu)*, 2(1), 109-113.

- Fauzi, D. N. 2024. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. *Doctoral Dissertation, Universitas Lampung*.
- Fauzi, E. P., Setyanto, N. W., & Efranto, R. Y. 2014. *The Use Of Baggasse Ash An Alternative Support Material In The Manufacture Of Paving Block Using Multi Responses Taguchi*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(5).
- Febriani, P. A. 2022. Penggunaan Limbah Ampas Tebu (*Saccharu officinarum*) Sebagai Bahan Baku Pembuat Pori Pada *Paving Block Porous*.
- Ginting, A. 2019. Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 76–98.
<https://doi.org/10.28932/jts.v11i2.1404>
- Hambali, M., Lesmania, I., & Midkasna, A. 2013. Pengaruh Komposisi Kimia Bahan Penyusun Paving Block Terhadap Kuat Tekan Dan Serap Airnya. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 14–21.
- Hardiatmi, S. 2010. Investasi Tanaman Kayu Sengon Dalam Watani Cukup Menjanjikan. *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, 9(2), 17–21.
- Hasna, A. H., Sutapa, J. P. G., & Irawati, D. 2019. Pengaruh Ukuran Serbuk dan Penambahan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Pelet Kayu Sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2), 170. <https://doi.org/10.22146/jik.52428>
- Hastono, F. D., Sudarsono, B., & Sasmito, B. 2012. Identifikasi Daerah Resapan Air Dengan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Sub DAS Keduang). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 1(1).
- Kandi, Y. S., Ramang, R., & Cornelis, R. 2012. Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4).
- Karnaen, Z., & Mariani, S. 2018. *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Sengon Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block*. INA-Rxiv. <https://doi.org/10.31227/osf.io/qja5n>

- Kurniadi, E., & Himawan, L. 2019. Kajian Kuat Tekan Dan Infiltrasi Pada Beton Non Pasir (*Study Of Compressive Strength And Infiltration Of no-fines Concrete*). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(2), 72.
<https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i2.28632>
- Majid, A. N., Roestaman, R., & Permana, S. 2022. Penggunaan Agregat Halus Ex Paving Block untuk Campuran Beton. *Jurnal Konstruksi*, 19(2), 340–350.
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-2.924>.
- Maria, R. 2008. Hidrogeologi dan Potensi Resapan Air Tanah Sub Das Cikapundung Bagian Tengah. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 18(2), 21. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2008.v18.13>.
- Mawardi, & Besperi. 2014. Pengaruh Nilai Kekerasan Permukaan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 13–20.
- Mudiyono, R., & Tsani, N. S. 2019. Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan. *Reviews in Civil Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.31002/rice.v3i1.1231>
- Muljati, S., Triwinarto, A., & Utami, N. 2016. Gambaran Median Tinggi Badan Dan Berat Badan Menurut Kelompok Umur Pada penduduk Indonesia Yang Sehat Berdasarkan Hasil RISKESDAS 2013. 39.
- Nopiyanti, D., Septiandini, E., & Saleh, R. 2007. Pengaruh Penambahan Serat Bambu Pada Pembuatan Bata Beton Dalam Kaitannya Dengan Kuat Tekan SNI 03-0349-1989. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 9.
<https://doi.org/10.21009/jmenara.v2i2.7885>.
- Nur, M., Harsusani, H., & Aida, N. 2024. Pengaruh Penambahan Serat Bambu Pada Pembuatan Paving Block Terhadap Kuat Tekan. *Bearing : Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 9(1), 16.
<https://doi.org/10.32502/jbearing.v9i1.7872>
- Nurzal, & Mahmud, J. 2013. Pengaruh Komposisi Fly Ash Terhadap Daya Serap Air Pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 41–48.
- Panennungi, & Pertiwi, N. 2018. Ilmu Bahan Bangunan. *Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar*.

- Pangestuti, E. K. 2014. Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Ampas Tebu Pada Paving Terhadap Jenis Semen PPC Dan PCC. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 16.
- Panjaitan, A., Istikowati, W. T., & Sutiya, B. 2021. Pembuatan Paving Block Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(6), 1056. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i6.4605>.
- Pertiwi, N. 2014. Pengaru Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Segar. *Jurnal Forum Bangunan*, Vol. 12, No. 1, pp. 12–17.
- Prasetio, A., Pangestu, A., & Defrindo, Y. 2020. Rencana Pembangunan Sanitasi Berbasis Lingkungan Di Desa Dadisari Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 26–32(1).
- Pratama, F. U., Rahmawati, W., Wisnu, F. K., & Suharyatun, S. 2023. Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving block Porous. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 345. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i3.7891>.
- Purwantara, S. 2015. Dampak Pengembangan Permukiman Terhadap Air Tanah Di Wilayah Yogyakarta Dan Sekitarnya. *Geo Edukasi*, 39(2).
- Putra, A. F., Wardenaar, E., & Husni, H. 2018. Analisa Komponen Kimia Kayu Sengon (*Albizia falcataria* (L.) Fosberg) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang. *Jurnal Hutan Lestari*, Vol. 6 (1) : 83-89.
- Putri, E. E., Ismeddiyanto, & Suryanita, R. 2019. Sifat Fisik Paving Block Komposit sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *JURNAL TEKNIK*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2557>
- Rahmawati, W., Marcus, P. K., Wisnu, F. K., Haryanto, A., Telaumbanua, M., & Sugianti, C. 2024. Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa Sebagai Bahan Tambahan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(3).
- Resubun, E. E. R., Tarore, R. C., & Takumansang, E. D. 2015. Analisis Pemanfaatan Ruang Pada Kawasan Resapan Air Di Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal Dua Kota Manado. *Spasial*, 2(2), 174–182.

- Rosadi, I. 2023. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) Sebagai Bahan Campuran Dalam Pembuatan Paving Block Porous. *Digilib.Unila.Ac.Id*.
- Rosadi, I., Rahmawati, W., Warji, W., & Suharyatun, S. 2023. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) Sebagai Bahan Campuran dalam Pembuatan Paving Block Porous. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 231. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i2.7468>.
- Rumbayan, R. 2020. Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa. *Journal Teknik Sipil Terapan (JTST)*, 2 (3).
- Sebayang, S., Diana, I. W., & Purba, A. 2011. Perbandingan Mutu Paving Block. *Jurnal rekayasa*, 15(2).
- Sherliana, Iswan, & Setyanto. 2016. Studi Kuat Tekan Paving Block dari Campuran Tanah, Semen, dan Abu Sekam Padi Menggunakan alat Pematik Modifikasi. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(1), 99–112.
- Siregar, B., Srihandayani, S., & Abdillah, N. 2022. *Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Paving Block*. 1(1).
- SNI 03-0691-1996. (1996).Bata Beton (Paving Block).
- Sylviani, & Suryandari, E. Y. 2013. Potensi Pengembangan Industri Pelet Kayu Sebagai Bahan Bakar Terbarukan Studi Kasus di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(4), 235–246.
- Tanjung, R., Desiasni, R., & Widyawati, F. 2023. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Kekuatan Fisik Mekanik Dan Morfologi Komposit Berpenguat Serbuk Kayu Sengon (*Albizia Chinensis*)—Resin Epoxy. *Hexagon*, 4(1), 29–39.
- Taslim, R., Hasan, I., Hartati, M., Hamdy, M. I., & Siska, M. 2020. Analisa Karakteristik Mekanis dan Tekno Ekonomi Pembuatan Komposit Batu Bata Merah dari Limbah Gergaji Kayu Karet. *Jurnal Teknik Industri*, 6 (2).

- Utama, K. M. 2023. *Utilization Of Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Waste And Coconut Waste As Paving Block Raw Materials*. digilib.unila.ac.id.
- Wibowo, M. 2006. Model Penentuan Kawasan Resapan Air Untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(1).
- Wibowo, D. B. 2018. Pengukuran Distribusi Beban Telapak Kaki Manusia Saat Berdiri Tegak Menggunakan Sensor FSR 402. *ROTASI*, 20(1), 22. <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.1.22-28>
- Widari, L. A., Fasdarsyah, & Iva Debrina. 2021. Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 5(1). <https://doi.org/10.29103/tj.v5i1.7>.
- Widjajanti, E. 2009. Penanganan Limbah Laboratorium Kimia. *Yogyakarta: FMIPA UNY*.
- Zhafirin, Z. 2012. Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar Sebagai Bahan Dasar Paving Block. dspace.uii.ac.id.