

**PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN
PEMBUATAN *PAVING BLOCK POROUS***

(Skripsi)

Oleh

Firmansyah Uly Pratama



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN *PAVING BLOCK POROUS*

Oleh

Firmansyah Uly Pratama

Paving block porous merupakan salah satu jenis bahan konstruksi yang dapat digunakan dalam pembangunan jalan, trotoar, dan area parkir untuk mengurangi genangan air dan meningkatkan infiltrasi air tanah. Selain penggunaan semen, desain *paving block porous* juga melibatkan penggunaan bahan tambahan seperti pengisi berpori atau aditif yang membantu meningkatkan sifat permeabilitasnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan bonggol jagung sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block porous*. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan bonggol jagung sebagai bahan utama, pengolahan bonggol jagung untuk menghasilkan serbuk halus, dan pencampuran serbuk bonggol jagung dengan bahan campuran lainnya seperti semen, pasir, dan air. Selanjutnya, campuran bahan-bahan tersebut dicetak menjadi *paving block porous* dengan menggunakan cetakan berbentuk heksagon. Setelah pencetakan selesai, *paving block porous* dijemur dan pengkondisian selama kurang lebih 24 hari, kemudian *paving block porous* siap diuji.

Rancangan percobaan terdiri dari 4 perlakuan yaitu C1, C2, C3, dan C4. Hasil uji densitas didapat nilai dengan rata-rata $1,327 \text{ g/cm}^3 - 1,628 \text{ g/cm}^3$. Untuk uji infiltrasi didapat nilai sebesar $0,274 \text{ mm/s}$. Sedangkan untuk uji tampak diperoleh dengan bentuk tekstur *paving* yang sesuai di dapat pada faktor C4 dikarenakan tekstur yang dihasilkan bagus dan tidak ada celah atau cacat pada saat *paving* telah di cetak. Nilai tertinggi dari uji penyerapan air terjadi pada perlakuan C4 dengan nilai sebesar 23,91%. Uji kuat tekan menunjukkan bahwa nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan C1 sebesar 6,47 MPa Pengaruh limbah bonggol jagung terhadap *paving block porous* pada penelitian ini adalah semakin banyak menggunakan serat limbah bonggol jagung maka rongga pori-pori pada *paving block porous* akan semakin banyak, begitu pula sebaliknya jika menggunakan serat limbah bonggol jagung yang lebih sedikit maka rongga pori-pori yang dihasilkan pada *paving block porous* akan semakin sedikit.

Kata Kunci: *Paving block porous*, limbah bonggol jagung, kuat tekan, daya serap

ABSTRACT

UTILIZATION OF CORN COGS AS MIXING MATERIALS FOR POROUS PAVING BLOCK

By

Firmansyah Uly Pratama

Porous paving blocks are one type of construction material that can be used in road construction, sidewalks, and parking areas to reduce waterlogging and improve groundwater infiltration. In addition to the use of cement, the design of porous paving blocks also involves the use of additional materials such as porous fillers or additives that help enhance their permeability. Therefore, this research aims to analyze the utilization of corn cobs as a mixture material in the production of porous paving blocks. The research method involves the collection of corn cobs as the main material, processing the corn cobs to produce fine powder, and mixing the corn cob powder with other mixture materials such as cement, sand, and water. Subsequently, the mixture of these materials is molded into porous paving blocks using a hexagonal-shaped mold. After the molding process is complete, the porous paving blocks are dried and conditioned for approximately 24 days, and then they are ready to be tested.

Experimental design consists of 4 treatments, namely C1, C2, C3, and C4. The density test results obtained values with an average of 1.327 g/cm³ - 1.628 g/cm³. The infiltration test yielded a value of 0.274 mm/s. Meanwhile, for the visual test, the appropriate texture of the paving was obtained in treatment C4 due to the good texture produced and no gaps or defects when the paving was printed. The highest value for the water absorption test occurred in treatment C4 with a value of 23.91%. The compressive strength test showed that the highest value was obtained in treatment C1 at 6.47 MPa. The influence of corn cob waste on porous paving blocks in this study is that the more corn cob waste fiber is used, the more pores will be present in the porous paving blocks, and vice versa, if less corn cob waste fiber is used, the resulting pores in the porous paving blocks will be fewer.

Keywords: Porous paving block, corn cob waste, compressive strength, water absorption

**PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN
PEMBUATAN *PAVING BLOCK POROUS***

Oleh
F irmansyah U lly Pr atama

Skripsi

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

pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN
PEMBUATAN PAVING BLOCK POROUS**

Nama Mahasiswa : **Firmansyah Uly Pratama**

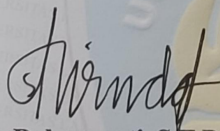
Nomor Pokok Mahasiswa : 1654071015

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

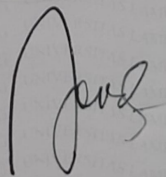


Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc. NIP 198905202015042001



Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.
NIP 199002262019031012

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

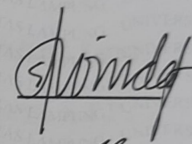


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 196210101989021002

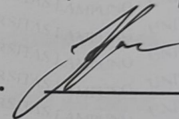
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

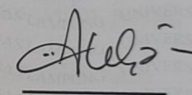
Ketua : **Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.**



Sekretaris : **Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.**

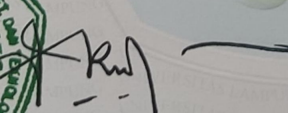


Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Siti Suharyatun, S. T.P., M. Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Mei 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Firmansyah Uly Pratama NPM 1654071015**. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc. dan 2) Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc. 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, 24 Mei 2023
Yang membuat pernyataan



(Firmansyah Uly Pratama)
NPM. 1654071015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di PT ILP Km 43, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang pada tanggal 27 Juli 1998, sebagai anak ke-satu dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Suparyadi dan Ibu Werdiyati. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Abadi Perkasa PT ILP KM 43, Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2004 dan diselesaikan pada tahun 2010 dan pendidikan menengah pertama di SMP Abadi Perkasa PT ILP KM 43, Kabupaten Tulang Bawang 2010– 2013 dan sekolah menengah atas di SMKN 2 Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah 2013 – 2016.

Pada tahun 2016, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Pada tahun 2019, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata periode I tahun 2020 di Desa Kubuliku Jaya, Kecamatan Batu Ketulis, Lampung Barat selama 40 hari. Pada bulan Januari sampai Februari 2020, penulis melaksanakan Praktik Umum di PT Perkebunan Nusantara VIII Unit Kebun Gedeh , Cianjur, Jawa Barat. Dengan judul “Mempelajari Proses Pemetikan Teh Hitam Ortodoks Sistem Mekanis di PT Perkebunan Nusantara VIII Kebun Gedeh, Cianjur, Jawa Barat”.

Karya ini untuk
Ibuku Werdiyati
Ayahku Suparyadi
Adikku Riski Novtiana Rahmadhani

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam penulis taturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita harapkan syafaat beliau dihari kiamat nanti.

Skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Campuran Pembuatan *Paving Block Porous*” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama penyusunan skripsi ini banyak pihak yang memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta motivasi kepada penulis. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung;
3. Ibu Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc. selaku pembimbing pertama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran hingga penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc. selaku pembimbing dua yang

- telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S. T.P., M. Si. selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;
 6. Ibu Werdiyati, Ayah Suparyadi, dan adikku Riski Novtiana Rahmadhani atas kerja keras, doa, dan dukungan yang diberikan;
 7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
 8. Ahmad Fitni, Erlangga, dan Fajar Agustus Simanjuntak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini;
 9. Keluarga Teknik Pertanian angkatan 2016 dan seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Pertanian.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan-rekan sekalian. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih, dan penulis berharap supaya skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, Mei 2023

Penulis

Firmansyah Uly Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Hipotesis	5
1.6 Batasan Masalah.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Paving block</i>	6
2.1.1 Bahan Pembuatan <i>Paving Block</i>	9
2.1.2 Semen.....	9
2.1.3 Air	11
2.2. Agregat Umum	12
2.2.1 Agregat Anorganik.....	13
2.2.2 Agregat Organik.....	13
2.3 Gradasi Agregat.....	13
2.3.1 Berat Jenis Agregat	14
2.3.2 Kekuatan Dan Keuletan Agregat	14
2.3.3 Tekstur Permukaan Butir	15
2.4 Jagung.....	15
2.4.1 Tongkol Jagung atau Bonggol Jagung	16

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2	Alat dan Bahan	20
3.2.1	Alat.....	20
3.2.2	Bahan.....	21
3.3.	Metode Penelitian.....	21
3.4.	Diagram Alir.....	23
3.5.	Parameter Pengamatan	24
3.5.1.	Pengujian <i>Non Destructive</i>	24
3.5.2.	Pengujian <i>Destructive</i>	25
3.6.	Analisis Data	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Proses Pencacahan Bonggol Jagung.....	27
4.2.	Karakteristik <i>Paving Block Porous</i>	28
4.3.	<i>Paving Block Porous</i>	29
4.4.	Pengamatan <i>Non Destructive</i>	30
4.4.1	Uji Densitas.....	30
4.4.2	Uji Penyerapan Air.....	33
4.4.3	Uji Tampak.....	36
4.4.4	Uji Infiltrasi.....	37
4.5.	Pengamatan <i>Destructive</i>	40
4.5.1	Uji Kekuatan Tekan	40

V. KESIMPULAN .

5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan Penelitian <i>Paving Block Porous</i>	21
2 Rancangan Percobaan <i>Destructive</i>	22
3. Rancangan Percobaan <i>Non Destructive</i>	22
4. Uji Anova Pengaruh Limbah Bonggol Jagung Terhadap Uji Densitas	32
5. Hasil Uji BNT Limbah Bonggol Jagung Terhadap Densitas.....	32
6. Uji Anova Pengaruh Limbah Bonggol Jagung Terhadap Uji Resapan Air	35
7. Hasil Uji BNT Limbah Bonggol Jagung Terhadap Penyerapan Air.....	35
8. Uji Anova Pengaruh Limbah Bonggol Jagung Terhadap <i>Paving Block Porous</i> Pada Pengujian Infiltrasi.	40
9. Uji Anova Pengaruh Limbah Bonggol Jagung Terhadap <i>Paving Block Porous</i> Pada Pengujian Kekuatan Tekan.....	43
10. Hasil Uji BNT Limbah Bonggol Jagung Terhadap Kekuatan Tekan	44
11. Data Hasil Pengujian Densitas <i>Paving Block Porous</i>	52
12. Uji Lanjut BNT nilai densitas menggunakan aplikasi SPSS	53
13. Data Hasil Pengujian Resapan Air <i>Pavings Block-Porous</i>	53
14. Uji Lanjut BNT nilai penyerapan air menggunakan aplikasi SPSS.....	54
15. Data Hasil Pengujian Infiltrasi <i>Pavings Block-Porous</i>	54
16. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Pavings Block-Porous</i>	55

17. Uji Lanjut BNT nilai kuat tekan menggunakan aplikasi SPSS.....	55
18. Sifat fisika uji mutu <i>paving block</i> SNI 03-0691-1996	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Paving Block</i>	9
2. Diagram Alir Penelitian	23
3. Hasil Bonggol Jagung Yang Telah dicacah	28
4. Hasil Penelitian <i>Paving Block Porous</i>	29
5. Grafik Rata-Rata Densitas <i>Paving Block Porous</i>	31
6. Sampel <i>Paving Block Porous</i> Direndam Hingga Jenuh Selama 24 Jam	33
7. Grafik Rata-Rata Penyerapan Air <i>Paving Block Porous</i>	34
8. Hasil tampak <i>Paving Block Porous</i> C1, C2, C3 dan C4	36
9. Proses Pengujian Infiltrasi <i>Paving Block Porous</i>	38
10. Hasil Rata – Rata Pengujian Infiltrasi <i>Paving Block Porous</i>	38
11. Proses Pengujian Kuat Tekan Pada <i>Paving Block Porous</i>	41
12. Hasil Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan Pada <i>Paving Block Porous</i>	41
13. Alat <i>Hammer Mill</i> (Penggiling/Menghaluskan).....	59
14. Bonggol Jagung di Masukkan ke Dalam Wadah	59
15. Proses Persiapan Bahan Baku Bonggol Jagung	60
16. Persiapan Bahan Baku Pasir.....	60
17. Persiapan Bahan Baku Semen.....	61
18. Pengadukan Bahan Baku Semen+Pasir+Bonggol Jagung+Air	61

19. Hasil <i>Paving</i> yang Telah di Cetak.....	62
20. Proses Perendaman <i>Pavings Block- Porous</i>	62
21. Proses Pengovenan <i>Pavings Block- Porous</i>	63

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah resapan air merupakan daerah yang menjadi tempat air hujan dapat masuk ke dalam lapisan tanah dan terkunci di dalamnya, sehingga air tersebut tidak langsung mengalir ke sungai atau ke laut. Biasanya daerah resapan air ini memiliki banyak pepohonan karena akar pohon merupakan pengunci air yang sangat baik. Daerah resapan air akan dapat mencegah terjadinya banjir dan juga dapat menyimpan air dan menguncinya untuk bisa digunakan di kemudian hari. Namun, kenyataannya sekarang ini menunjukkan bahwa daerah resapan air sudah mulai berkurang, terlebih di daerah perkotaan yang akan sangat sulit untuk menemukan daerah resapan air. Dengan demikian, permasalahan utama adalah tingginya intensitas penggunaan lahan daerah sekitar sempadan sungai yang merubah fungsi utama dari daerah sempadan sebagai daerah resapan air (Farid, 2018).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022 jumlah penduduk per jiwa Provinsi Lampung sebanyak 9.176.546 jiwa. Dengan begitu meningkatnya kebutuhan pembangunan penduduk akan terjadi ketidaksesuaian dalam penggunaan lahan. Hal ini dapat memungkinkan mengurangi daerah resapan air disetiap wilayah Lampung dengan pertumbuhan bangunan yang padat. Sehingga lahan akan kehilangan fungsi konveksi. Jika hal ini akan dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan lahan menjadi banyak dieksploitasi tanpa dijaga kelestariannya. Salah satu perencanaan untuk struktur perkerasan jalan, pada suatu daerah sangat sulit didapat material agregat sebagai lapis pondasi, maka metode stabilisasi menggunakan material tanah yang terdapat pada daerah tersebut merupakan salah satu alternatif dalam perencanaan. Salah satu bahan *additive*

yang sangat baik digunakan adalah semen atau *paving block* (Kezdi, 1979). Semen sebagai bahan *additive* untuk stabilisasi tanah, pertama kali digunakan pada tahun 1953 di Johnsonville (South Carolina, USA), dan sampai saat ini telah banyak digunakan pada konstruksi jalan raya. Campuran antara tanah dan semen pada kadar air tertentu, merupakan *stabilizing agents* yang baik untuk mendapatkan suatu lapis perkerasan yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Dengan bertambahnya area tempat tinggal penduduk, penggunaan semen juga semakin meningkat dalam pembangunan rumah dan jalan. Akibatnya, daerah penyerapan air menjadi berkurang karena semen sulit menyerap air. Semen adalah bahan dasar utama dalam *paving block*. Semen biasanya terdiri dari klinker, gipsum, dan bahan tambahan lainnya. Klinker adalah bahan dasar utama yang dipanaskan hingga suhu tinggi dalam proses pembuatan semen. Proses ini menghasilkan klinker yang sangat padat dan relatif tidak menyerap air. Oleh karena itu, semen memiliki sifat alami yang sulit menyerap air. Untuk itu, dalam membuat *paving*, diperlukan penambahan bahan pengganti semen.

Paving block dibuat dengan cara mencampurkan pada komposisi tertentu semen, pasir dan air, kemudian dilakukan *pressing* dengan intensitas tertentu dan perawatannya dilakukan dengan membasahi permukaan *paving block* dan membiarkan sampai mengeras. Proses pembuatan *paving block* yang banyak dilakukan di Indonesia adalah *home industri* baik dengan sistem penekanan yang konvensional maupun memakai mesin tekan hidrolis. Pembuatan *paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat pukul dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap orang yang mengerjakan sehingga terdapat kekurangan jika menggunakan *paving block* konvensional seperti kuat tekannya rendah dan tidak stabil, sekali cetak hanya menghasilkan satu buah *paving*, dan tidak dapat diproduksi secara massal.

Syarat yang mutlak karakteristik *paving block* yang berkualitas yaitu memiliki daya serap yang rendah terhadap air, karena *paving block* yang bagus tidak menyerap air ke dalam rongga badan *paving*, tapi menyerap melalui celah celah saat pemasangan *paving*. Penambahan abu sekam dan bonggol jagung dalam

adukan *paving block* diharapkan mampu meningkatkan daya resapan airnya tanpa mengurangi kuat tekan *paving block*. Kekuatan *eco paving* akan diuji melalui 3 parameter, yakni kekuatan tekan, tahan air, dan abrasi. Kemudian jika memperhitungkan proses penggilingan bonggol jagung, energi yang digunakan juga lebih besar daripada yang dibutuhkan proses *paving block* konvensional. Kebanyakan *paving block* tidak membutuhkan proses pemanasan dalam pembuatannya.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022 produktivitas jagung nasional pada tahun 2021 mencapai 57,09 ku/ha, sehingga dipastikan akan menghasilkan limbah jagung dalam jumlah yang sangat besar. Selama ini pemanfaatan limbah jagung di Indonesia yaitu sebagai pakan ternak, bahan kerajinan dan bahan bakar briket. Berat jagung, 30% berat tersebut adalah bonggol jagung. Keberadaan limbah bonggol jagung ini melimpah setelah paska panen. Menurut data produksi BPS, diperkirakan limbah bonggol jagung yang dihasilkan di Indonesia sekitar 5,7 juta ton/tahun. Sebagian besar limbah bonggol jagung tidak dimanfaatkan, hanya dibuang dan dibakar sehingga dapat menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global.

Menurut Rahmat (2019), tongkol jagung adalah limbah alam yang dapat dijadikan komposit alami sebagai pemanfaatannya. pada umumnya tongkol jagung mengandung bahan selulosa murni yang dapat menjadi bahan pengisi alternatif karena sifat seratnya yang kuat (modulus tinggi). Antara rantai-rantai selulosa terdapat ikatan hidrogen yang kuat, sehingga menghasilkan struktur kristalin. Dengan adanya penyerapan air pada sela-sela *paving block porous* maka akan membantu mengurangi jumlah air yang berada di jalan karena selain air dapat mengalir ke saluran drainase jalan, air juga dapat menyerap ke *paving block* dan akan meneruskan ke dalam tanah. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi bahan *paving block porous* dengan bonggol jagung dapat menghasilkan pori-pori yang baik untuk menyerap dan meneruskan air ke tanah.

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block porous* adalah semen, pasir, air, dan bonggol jagung. Bahan organik pembuat pori

yang akan terdegradasi ditambahkan dalam campuran semen dan pasir dengan variasi persentase 2%, 4%, 6%, dan 8%. Pada *paving block porous*, terdapat sebaran ruang pori yang memungkinkan untuk menyerap dan meneruskan air dengan baik, serta mencegah terjadinya retakan. Salah satu karakteristik penting dari *paving block porous* adalah adanya pori-pori yang besar. Pori-pori ini berfungsi untuk mengizinkan air untuk menyerap dan meneruskan melalui *paving block* menuju tanah di bawahnya. Dengan adanya ruang pori yang cukup, *paving block* ini dapat mencapai performa yang sangat baik dalam meneruskan air ke dalam tanah.

Penggunaan bahan organik pembuat pori yang akan terdegradasi merupakan aspek kunci dalam pembuatan *paving block porous*. Ketika bahan organik ini terdegradasi, ia akan meninggalkan ruang pori yang sesuai dengan ukurannya. Hal ini memungkinkan untuk terbentuknya pori-pori yang lebih besar pada *paving block*, sehingga kemampuan untuk menyerap dan meneruskan air menjadi lebih efektif. Bonggol jagung memiliki komposisi kimia sebagai berikut: serat jagung sekitar 30-45%, lignin sekitar 15-25%, selulosa sekitar 20-30%, hemiselulosa sekitar 15-25%, dan silika sekitar 0,5-2,5% dari berat bonggol jagung. Ketika dikombinasikan dengan bahan pengikat seperti semen, kandungan-kandungan ini membantu menghasilkan *paving block porous* yang kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan. *Paving block* ini memiliki keunggulan dalam penyerapan dan peresapan air yang baik, serta ketahanan terhadap retakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *paving block* konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat di ambil dari uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *paving block* berbahan dasar pasir dan semen dengan campuran bonggol jagung, di bandingkan *paving block* yang hanya berbahan dasar semen dan pasir?
2. Bagaimana hubungan antara kuat tekan dengan nilai penyerapan air hujan pada *paving block*?

3. Bagaimana pengaruh bonggol jagung terhadap nilai penyerapan air pada *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah bonggol jagung untuk pembuatan *paving block porous*.
2. Menganalisis karakteristik fisik *paving block* bonggol jagung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memanfaatkan bonggol jagung sebagai bahan baku dalam campuran *paving block*.
2. Membuat *paving block* yang dapat meneruskan air dengan baik.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu komposisi bahan baku bonggol jagung mempengaruhi sifat fisik dari *paving block*.

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 bonggol jagung.
2. Dalam pembuatan *Paving block Porous* mampu memenuhi standar SNI- 03-0691-1996.
3. Menganalisis resapan air, kuat tekan, density, laju infiltrasi dan uji tampak

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paving block*

Penggunaan *paving block porous* pertama kali di Amerika Tengah, Amerika Selatan dan Afrika Selatan, kemudian pada tahun 1970-an mulai diperkenalkan di Inggris Raya, Kanada, Australia dan Jepang. *Paving block porous* di Eropa mengalami perkembangan yang signifikan karena berhasil menghilangkan material dari yang tradisional menjadi bentuk desain dan spesifikasi. Oleh karena itu mulai banyak dilakukan penelitian mengenai teknologi, desain dan konstruksi *paving block porous*. Pengaplikasian *paving block porous* telah beragam tidak hanya untuk jalan, tetapi untuk area industri seperti kontainer depot, pertambangan, dan pelabuhan (Adibroto, 2014).

Menurut SNI-03-0691 (1989) mengartikan *paving block* merupakan bata beton untuk lantai. *Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidraulis sejenis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Bata beton lantai berwarna seperti aslinya atau dapat diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai, baik lantai di dalam maupun di luar bangunan Kusmara, (1997) menyatakan bahwa *paving block* adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai bahan penutup halaman tanpa memakai aduk pasangan (mortar), pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lain, sehingga daya serap air dari tanah dibawahnya tetap terjamin dan kemungkinan menggenangnya air di halaman dapat dikurangi. Selain sebagai penutup permukaan tanah dan peresapan air, *paving block* merupakan alternatif baru sebagai sistem perkerasan. Kekuatan *paving block* yang terpasang di atas permukaan tanah ditentukan oleh dua hal, yaitu:

1. Kuat tekan masing-masing elemen *paving block* yang terbuat dari beton dengan mutu tertentu.
2. Gesekan antar elemen *paving block* yang dapat terjadi dengan adanya pasir sebagai bahan pengisi diantara sela-sela *paving block*.

Menurut Andriati (1996), persyaratan ketebalan *paving block* pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya sepeda motor, pejalan kaki.
2. 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya mobil, *pick up*, truk, bus.
3. 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya tronton, loader, crano.

Menurut SNI 03-0691 (1996) mutu *paving block* diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Mutu A : minimal memiliki nilai kuat tekan 35 MPa dimana rata-rata 40 MPa setara dengan K430 hingga K490.
2. Mutu B : minimal nilai kuat tekan 20 MPa dimana rata-rata 20 MPa setara dengan K208 hingga K245.
3. Mutu C : minimal nilai kuat tekan 12,5 MPa dimana rata-rata 15 MPa setara dengan K153 hingga K184.
4. Mutu D : minimal nilai kuat tekan 8,5 MPa dimana rata-rata 10 MPa setara dengan K104 hingga K122.

Untuk mencari nilai kuat tekan MPa pada *paving block*, maka dilakukan beberapa metode. Berikut adalah beberapa metode untuk melakukan uji kuat tekan *paving block* :

1. Metode Struktur

Langkah pertama, potong *paving block* menjadi bentuk kubus. Sesuaikan ukurannya dengan benda uji. Setelah itu, berikan tekanan menggunakan mesin penguji tekan. Tambahkan beban sedikit demi sedikit hingga *paving block* hancur. Perhatikan juga reaksi yang ditimbulkan *paving block* setiap penambahan beban.

Lakukan uji kuat tekan yang akan diperoleh ini setara dengan beban tekan dibagi dengan luas penampang benda uji.

2. Metode Rasio Angka Pantul Menggunakan Mesin *Hammer Test*

Sebelumnya tentukan titik untuk melakukan pengujian. Tentukan titik berdasarkan SNI 03-4803 (1998) dan SNI 03-4430 (1997). Lakukan penembakan di sekitar titik tersebut selama sepuluh kali berturut-turut. Catat masing-masing nilai yang keluar dari mesin *hammer test* dan hitung rata-ratanya. Nilai inilah yang merupakan hasil akhir uji kuat tekan *paving block*.

3. Metode Penguji Serapan Air

Pertama, rendam *paving block* ke dalam air selama 24 jam. Kemudian keringkan *paving block* dengan suhu 105°C. Timbang dua kali sampai selisih penimbangan kurang dari sama dengan 0,2%. Nilai penyerapan ini setara dengan berat *paving block* saat basah dikurangi berat saat kering, kemudian dibagi berat *paving block* saat kering lalu dikali 100%.

Adapun syarat mutu untuk membuat *paving block* menurut (SNI-03-0691-1989), syarat mutu bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

1. Sifat Tampak

Bata beton untuk lantai mempunyai bentuk sempurna tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudutnya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antara konsumen dan produsen. Penyimpangan tebal bata beton (*paving block*) diperkenankan ± 3 mm. *Paving block* di tunjukan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Paving Block*

2.1.1 Bahan Pembuatan *Paving Block*

Kualitas *paving block* ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses percetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik pula. Bahan-bahan pokok *paving block* adalah semen, pasir, air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga *paving block* yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, gips, tras, abu laying, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut:

2.1.2 Semen

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya calcium silicate dan satu atau dua buah bentuk calcium sulfat sebagai bahan tambahan (PT. Semen Padang 1995). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat terjadi suatu masa yang kompak atau padat, semen kira-kira mengisi 10% dari volume beton. Perbedaan susunan kimia

maupun kehalusan butir-butirnya sesuai dengan tujuan pemakaiannya, menurut SNI 15-2049- 1994 semen Portland dibagi menjadi 5 jenis yaitu:

- a) Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain
- b) Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c) Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah proses pengikatan terjadi.
- d) Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan panas hidrasi yang tinggi.
- e) Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen *Portland* terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silica (SiO₂) Oksida alumina (Al₂O₃), dan oksida besi (Fe₂O₃). Kandungan dari keempat oksida kurang lebih 95% dari berat semen dan biasanya disebut “*major oxides*”, sedangkan sisanya sebanyak 5% terdiri dari oksida magnesium dan oksida lain. Ukuran butiran semen portland adalah antara 0,5 dan 100 mikron, dengan rata-rata 20 mikron, untuk butiran yang lebih besar dari di atas tidak pernah berhidrasi lengkap. PT. Semen Padang (1995) menyatakan bahwa sifat-sifat semen menurut pemakaian meliputi:

1. Hidrasi semen

Apabila air ditambahkan kedalam semen Portland maka akan terjadi reaksi antara komponen semen dengan air yang dinamakan hidrasi. Reaksi hidrasi tersebut menghasilkan senyawa dihidrat dalam bentuk cement gel.

2. Setting (pengikatan) dan Hardening (Pengerasan).

Sifat pengikatan pada adonan semen dengan air dimaksudkan sebagai gejala terjadinya kekakuan pada adonan. Dalam prakteknya sifat ikat ini ditunjukkan dengan waktu pengikatan yaitu waktu mulai dari adonan terjadi sampai mulai terjadi kekakuan.

- 1) Pengaruh kualitas semen terhadap kuat tekanan beton
- 2) Sifat yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah kehalusan semen dan

komposisi kimia semen.

a) Kehalusan Semen.

Makin halus semen atau partikel-partikel semen akan menghasilkan kekuatan tekan yang tinggi, karena makin luasnya permukaan yang bereaksi dengan air dan kontak dengan agregat.

b) Komposisi Kimia.

Makin besar kandungan C3A cenderung akan menghasilkan setting time yang pendek, sedangkan semakin besar kandungan gypsum di dalam semen akan menghasilkan setting time yang panjang. Makin besar kandungan C3A akan menghasilkan panas yang tinggi sehingga pengerasan berjalan cepat sedangkan semakin besar C2S akan menghasilkan proses pengerasan yang berjalan lambat.

2.1.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% berat semen saja, namun dalam kenyataannya faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35 (Tjokrodimuljo, 1996). Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.

1. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asamzat organik) tidak lebih dari 15 gram/liter.
2. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/lit.
3. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/lit.

Air harus terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain :

1. Pengaruh Kandungan Asam

Dalam air terhadap kualitas mortar dan beton. Mortar atau beton dapat mengalami

kerusakan oleh pengaruh asam. Serangan asam pada beton atau mortar akan mempengaruhi ketahanan pasta mortar dan beton.

2. Pengaruh Pelarut Carbonat

Pelarut carbonat akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 membentuk CaCO_3 dan akan bereaksi lagi dengan pelarut carbonat membentuk calcium bicarbonate yang sifatnya larut dalam air. Akibatnya beton akan terkikis dan cepat rapuh.

3. Pengaruh Bahan Padat (Lumpur)

Air yang mengandung lumpur atau bahan padat apabila dipakai untuk mencampur semen dan agregat maka proses pencampuran atau pembentukan pasta kurang sempurna, karena permukaan agregat akan terlapisi lumpur sehingga ikatan agregat kurang sempurna antara satu dengan yang lain. Akibatnya agregat akan lepas dan mortar atau beton akan tidak kuat.

4. Pengaruh Kandungan Minyak

Air yang mengandung minyak akan menyebabkan emulsi apabila dipakai untuk mencampur semen. Agregat akan terlapisi minyak berupa film sehingga ikatan agregat satu dengan yang lainnya kurang sempurna. Agregat bisa lepas dan mortar atau beton tidak kuat.

5. Pengaruh Air Laut

Air laut tidak boleh dipakai sebagai media pencampur semen, karena pada permukaan mortar atau beton akan terlihat putih-putih yang sifatnya larut dalam air sehingga lama-lama akan terkikis dan mortar atau beton akan menjadi rapuh.

2.2. Agregat Umum

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai pengisi akan tetapi agregat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton. Agregat terdiri atas agregat anorganik dan agregat organik (Balai Penelitian Ujung Pandang, 1996).

2.2.1 Agregat Anorganik

Agregat dari golongan ini dapat berupa agregat alam atau buatan yang bahan bakunya berasal dari bahan galian. Jenis dari agregat ini yang banyak digunakan untuk menghasilkan unsure bangunan beton antara lain: Pasir, kerikil dan batu pecah, *tras* atau *pozoland*, tanah stabilisasi, kapur, alwa, kwarsa, batu apung, serat asbes.

2.2.2 Agregat Organik

Pada umumnya agregat organik berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah industri hasil pertanian, limbah industri tekstil, limbah industri pengolahan kayu dan lain-lainnya. Persyaratan agregat organik untuk tujuan pembuatan komponen bahan bangunan memerlukan pengolahan terlebih pendahuluan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini diperlukan untuk mengurangi kadar zat ekstraktif seperti gula, tannin dan asam-asam organik dari tumbuh-tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu.

2.3 Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil, hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampuan tinggi. Sebagai pernyataan gradasi dipake nilai presentasi dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam ayakan dengan lubang 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9.6 mm, 4.80 mm, 2.40 mm, 1.2 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm. menurut (SK SNI- T-15-1990-03).

2.3.1 Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah ratio antara masa padat agregat dan masa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Menurut Tjokrodimuljo, 1996) agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya:

1. Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar 2,3 dengan dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa, betonnya disebut beton normal.
2. Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 misalnya magnetic (Fe_3O_2), barites (BaSO_4) atau serbukbesi.
3. Agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Beton dengan agregat ringan mempunyai kuat tarik rendah, modulus elastisitas rendah, serta rayapan dan susutan lebih tinggi.

Berat jenis agregat dibedakan menjadi dua berat jenis mutlak dan berat jenis semu. Berat jenis mutlak jika volume benda padatnya tanpa pori, sedangkan jenis semu volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya (Tjokrodimulyo, 1996).

2.3.2 Kekuatan Dan Keuletan Agregat

Agregat masih layak dipakai jika kekuatan agregat lebih tinggi dari kekuatan beton yang dibuat. Dalam kasus beton kuat tinggi yang mengalami konsentrasi tegangan lokal cenderung mempunyai tegangan lebih tinggi daripada kekuatan seluruh beton, sehingga kekuatan agregat menjadi kritis. Butir agregat dapat bersifat kurang kuat disebabkan oleh dua hal yaitu porositas agregat dan agregat yang terdiri dari bahan yang lemah (Tjokrodimuljo, 1996). Pembuatan *paving* berongga pada umumnya terdiri dari campuran agregat halus, semen, dan air dengan perbandingan tertentu.

Campuran *paving* berongga dapat juga ditambah dengan aditif untuk mendapatkan *paving* yang lebih kuat. Agregat yang digunakan dalam pembuatan *paving* berongga adalah agregat kasar batu kali bulat yang memiliki ukuran 5-10 mm dan

10-20 mm, agregat tersebut sebagai pembanding yang berfungsi untuk mengetahui pengaruh gradasi dalam campuran *paving* berongga terhadap nilai permeabilitas dan kuat tekan yang besar. Adanya pori-pori yang terbentuk pada permukaan *paving* mengakibatkan kuat tekan *paving* berongga lebih rendah dari pada *paving* konvensional sehingga 29 perkerasan *paving* berongga hanya diaplikasikan pada beban lalu lintas ringan seperti jalur pejalan kaki dan ruang terbuka hijau (Mirza, 2018).

2.3.3 Tekstur Permukaan Butir

Tekstur permukaan adalah sifat permukaan yang tergantung pada ukuran permukaan butir termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam dan macam-macam bentuk kekasaran permukaan. Butir-butir agregat dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air yang lebih sedikit daripada butir-butir yang mempunyai permukaan kasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasarannya menambah gesekan antara pasta dan permukaan butir-butir agregat.

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi mobilitas dari beton segarnya maupun daya lekat antara agregat dan pastanya. Kuat tekan antara agregat dan pasta semen tergantung pada tekstur permukaan tersebut. Rekatan tersebut merupakan pengembangan dari ikatan mekanis antar butiran. Agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur permukaan yang kasar dapat meningkatkan rekatan agregat dengan semen sampai 1,75 kali, adapun kuat tekan betonnya dapat meningkat sekitar 20% (Tjokrodimulyo, 1996).

2.4 Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) merupakan tanaman rumput-rumputan dan berbiji tunggal (monokotil). Jagung merupakan tanaman rumput kuat, sedikit berumpun dengan batang kasar dan tingginya berkisar 0,6-3 m. Tanaman jagung termasuk jenis tumbuhan musiman dengan umur \pm 3 bulan (Nuridayanti, 2011). Kedudukan

taksonomi jagung adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Kingdom : Plantae
2. Divisi : Spermatophyta
3. Subdivisi : Angiospermae
4. Kelas : Monocotyledone
5. Ordo : Graminae
6. Famili : Graminaceae
7. Genus : *Zea*
8. Spesies : *Zea mays L.* (Paeru dan Dewi, 2017).

2.4.1 Tongkol Jagung atau Bonggol Jagung

Tongkol jagung atau bonggol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Bonggol terbungkus oleh kelobot (kulit buah jagung). Secara morfologi, bonggol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi, Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Bonggol jagung muda, disebut juga babycorn, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Bonggol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon. Bonggol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulose dan selulose. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Salah satu limbah organik yang ada di Indonesia adalah limbah bonggol jagung. Limbah bonggol jagung secara produktivitas per hektar menduduki tempat terendah dibandingkan limbah pertanian lainnya. Tetapi karena areal tanaman jagung yang cukup luas dan umur tanamannya relatif pendek (75-120 hari setelah masa tanam) sehingga panen bisa diperoleh beberapa kali dalam setahun akibatnya hasil produksi dan total limbahnya cukup berimbang dengan limbah pertanian lainnya kecuali padi. Sisa pengolahan industri pertanian pada jagung akan menghasilkan limbah berupa bonggol jagung yang jumlahnya akan terus bertambah seiring dengan peningkatan kapasitas produksi (Mahardika dan Dewi,

2014).

Di Indonesia banyak kota penghasil limbah bonggol jagung, salah satunya adalah Kota Bogor. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, produksi jagung pada tahun 2017 sebesar 2.518.894 Ton. Mahardika dan Dewi menyatakan, sisa pengolahan industri pertanian pada jagung akan menghasilkan limbah berupa bonggol jagung yang jumlahnya akan terus bertambah seiring dengan peningkatan kapasitas produksi. Pengolahan limbah bonggol jagung saat ini mulai berkembang. Bonggol jagung pun memiliki beragam manfaat, yaitu sebagai pakan ternak, bahan kerajinan dan sebagai bahan bakar alternatif (Fuadona, 2017).

Sebagai bahan kerajinan, bonggol jagung dimanfaatkan menjadi bahan baku dalam pembuatan kerajinan seperti dekorasi rumah, peralatan rumah tangga, peralatan kantor, merchandise, hingga produk fesyen. Adapun produk kerajinan limbah bonggol jagung dalam ranah fesyen yaitu berupa tas anyaman berbahan dasar limbah bonggol jagung. Produk kerajinan olahan limbah bonggol jagung ini merupakan inovasi dari seorang pengrajin yang bernama Eddie Juandie. Beliau telah menghabiskan waktu delapan tahun untuk meneliti limbah bonggol jagung. Akan tetapi, dalam ranah fesyen, tas anyaman bonggol jagung tidak diproduksi lagi oleh pengrajin Eddie dikarenakan tingkat kerumitan yang sangat tinggi.

Sebuah perusahaan di Iowa, AS berhasil memanfaatkan bonggol jagung sebagai berbagai produk yang ramah lingkungan. Bonggol memiliki sifat-sifat seperti salah satu bagiannya keras dan sebagian bersifat menyerap (*absorbent*), juga sifatsifat yang merupakan gabungan beberapa sifat, seperti: tidak terjadi reaksi kimia bila dicampur dengan zat kimia lain (*inert*), dapat terurai secara alami dan ringan sehingga bonggol jagung merupakan bahan ideal campuran pakan, bahan campuran insektisida dan pupuk. Serta dapat digunakan sebagai alas hewan peliharaan karena alami, bersih dan dapat mengurangi bau tidak sedap.

Penggunaan bonggol jagung untuk keperluan bahan bakar sekitar 90% sedangkan limbah batang dan daun sekitar 30% dari potensi yang ada. Bonggol jagung memiliki kandungan karbon yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

untuk mengeringkan 6 ton jagung dari kadar air 32.5% sampai 13.7% bb selama 7 jam diperlukan sekitar 30 kg bonggol jagung kering per jam (Alkuino, 2000).

Menurut ACI (*American Concrete Institut*) 522R-10 mengenai *Pervious Concrete*, beton berpori memiliki kuat tekan sebesar 400 sampai 4000 psi (2,8 MPa sampai dengan 28 MPa). Berat jenis beton *porous* umumnya berkisar 70% dari beton konvensional atau beton normal, jika dibuat dengan menggunakan bahan yang sama. Berat jenis beton *porous* bervariasi dari 1602 sampai 1922 kg/m³. Beton *porous* dapat diaplikasikan di area parkir, jalur jalan dengan lalu lintas ringan, trotoar pejalan kaki serta permukiman yang berwawasan lingkungan.

Berdasarkan SNI 03-0691 (1996) *paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Salah satu inovasi dan alternatif yang dilakukan dengan cara melakukan penambahan bahan tambah baik yang bersifat sebagai filler maupun penambahan serat fiber dalam material penyusun *paving block*. Bahan pengisi pori atau disebut juga sebagai filler merupakan bahan berupa mineral agregat yang umumnya berupa tepung yang lolos saringan no. 200. Fungsi penggunaan dari filler adalah untuk mengisi rongga-rongga (*voids*) diantara agregat sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya menjadi lebih besar.

Bahan-bahan yang dapat berfungsi sebagai *filler* dapat berupa *fly-ash* dan *slag* (sisa benda tambang) yang biasa digunakan karena sifat *pozzolanic*-nya (Susilowati, 2011). Dalam SNI 03- 1729 (2002) disebutkan beton serat mempunyai sifat daktilitas, yaitu kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastik bolak-balik berulang diluar batas leleh pertama, sambil mempertahankan daya dukung bebannya. Penambahan serat pada beton menaikkan penyerapan energy dari matrik campuran, yang berarti penambahan kapasiatas beton terhadap *fatigue* dan *impact*.

Struktur *paving* alternatif dari campuran bahan limbah plastik, *paving block* ini dibuat dengan bahan dasar plastik polyethylene (PE) dan bottom ash (BA), serta

dengan tambahan pasir sebagai agregatnya. PE merupakan termoplastik yang mempunyai sifat lentur karena memiliki struktur rantai C yang panjang. Karena itu, mereka tidak mudah retak, pecah atau melengkung (Fadhilatul, 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Desember 2022. Pembuatan *paving block porous* dengan campuran bonggol jagung telah dilakukan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Beton Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini :

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

- a. Cetakan *paving*, sebagai alat pencetak *paving block porous* yang berbentuk heksagon.
- b. Timbangan, sebagai alat ukur berat pasir, semen dan bonggol jagung.
- c. Sendok semen, sebagai alat pengaduk pembuatan adonan bahan.
- d. Sendok semen, sebagai alat pengaduk pembuatan adonanbahan.
- e. Pisau, sebagai alat pencacah bonggol jagung.
- f. Ember, sebagai wadah pembuatan adonan *paving*.
- g. Gelas ukur, sebagai alat ukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan adonan *paving block porous*.
- h. Penggaris, sebagai alat ukur tinggi, lebar dan sisi-sisi *paving block porous*.
- i. Papan, sebagai alat peletakan *paving block porous* yang sudah dicetak.

- j. Alat Proving Ring, sebagai sebagai alat untuk menguji daya tekan *paving block* yang telah dicetak.
- k. Alat tulis, sebagai alat mencatat kebutuhan penting selama penelitian.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Semen dan pasir, dibutuhkan sebagai bahan utama pembuat *paving block porous*.
- b. Air, dibutuhkan sebagai pengikat bahan-bahan yang digunakan.
- c. Bonggol jagung, dibutuhkan sebagai limbah biomasa untuk pembuat pori pada *paving block porous*.

3.3. Metode Penelitian

Tabel 1. Perlakuan Penelitian *Paving Block Porous*

Perlakuan	Semen+Pasir	Bonggol Jagung
C1	98%	2%
C2	96%	4%
C3	94%	6%
C4	92%	8%

Rancangan percobaan penelitian ini terdiri dari *destructive* dan *non destructive*. Masing-masing rancangan percobaan terdiri dari 4 taraf yaitu : C1, C2, C3, dan C4 dengan 5 ulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), sehingga penelitian ini membutuhkan 20 sampel untuk uji *destructive* dan 20 sampel untuk uji *non destructive*.

1. Perlakuan pertama(C1) : semen + pasir (98%) + bonggol jagung(2%)
2. Perlakuan kedua(C2) : semen + pasir (96%)+ bonggol jagung(4%)
3. Perlakuan ketiga(C3) : semen + pasir (94%) + bonggol jagung(6%)
4. Perlakuan keempat (C4) : semen + pasir (92%) + bonggol jagung(8%)

Perlakuan penelitian ini menggunakan bahan baku pasir, semen dan bonggol jagung. Dimana C adalah campuran pasir+semen dan bonggol jagung. Total presentase sewaktu pembuatan semen+pasir+bonggol jagung = 2300 gram. Perlakuan semen dan pasir yaitu 1 : 3 dengan cetakan *paving block porous* yang berbentuk hexagon.

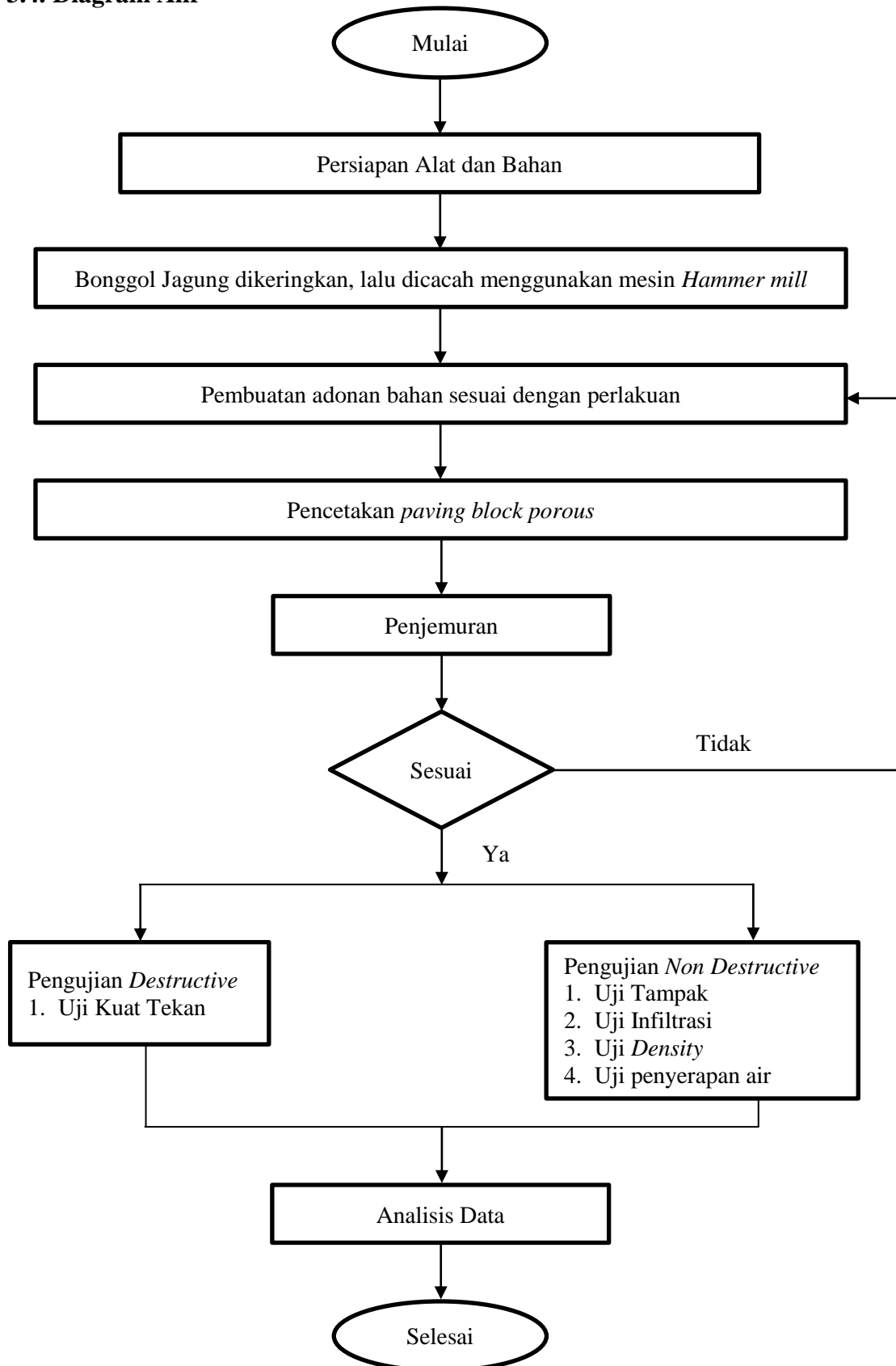
Tabel 2 Rancangan Percobaan *Destructive*

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	Ulangan 5
C1	C1U1	C1U2	C1U3	C1U4	C1U5
C2	C2U1	C2U2	C2U3	C2U4	C2U5
C3	C3U1	C3U2	C3U3	C3U4	C3U5
C4	C4U1	C4U2	C4U3	C4U4	C4U5

Tabel 3. Rancangan Percobaan *Non Destructive*

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	Ulangan 5
C1	C1U1	C1U2	C1U3	C1U4	C1U5
C2	C2U1	C2U2	C2U3	C2U4	C2U5
C3	C3U1	C3U2	C3U3	C3U4	C3U5
C4	C4U1	C4U2	C4U3	C4U4	C4U5

3.4. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.5. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan keberhasilan dilakukan terhadap *paving block porous*, produk diamati dan diuji apakah sesuai atau tidak dengan standar mutu *paving block porous*.

3.5.1. Pengujian *Non Destructive*

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 untuk *Paving Block*, ada beberapa parameter yang menjadi syarat kualitas *paving block* yaitu densitas, uji serap, uji infiltrasi dan uji tampak.

3.5.1.1. Uji Densitas

Paving block porous akan diuji dengan menimbang berat benda uji/*paving block porous* dan menghitung volume *paving block porous*. Densitas merupakan massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi nilai densitas rata-rata suatu benda, maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya. Pengujian densitas dilaksanakan berdasarkan SNI 01-4449-2006.

$$\rho = m/v \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

ρ = densitas (gr/cm³)

m = massa (gr)

v = volume (cm³)

3.5.1.2. Uji Penyerapan Air

Uji Penyerapan air dilakukan setelah umur *paving* 24 hari untuk mengetahui berapa persentase penyerapan air oleh *paving*, dengan melakukan perendaman *paving* dalam waktu 24 jam dan dikeringkan, pengeringan selama 24 jam untuk mengetahui berat kering *paving* (SNI-03-0691-1996). Menurut (SNI 03-0691-1996) penyerapan air maksimum pada suatu *paving block* mutu A adalah maksimal 3%. Adapun rumus dari uji ini ialah :

$$\text{Resapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

A = berat *paving* basah (gram)

B = berat *paving* kering (gram)

3.5.1.3. Uji Tampak

Tujuan dilakukannya uji tampak ini adalah untuk menguji *paving block* agar bagian sudutnya tidak mudah dihancurkan dengan tangan serta memiliki permukaan yang rata dan tidak retak atau cacat.

3.5.1.4. Uji Infiltrasi

Dalam proses pengujian infiltrasi, sampel ditempelkan plastik yang cukup tebal lalu beri dua tanda di plastik tersebut untuk menandakan mulai menghitung waktu dan untuk memberhentikan waktu. Siapkan *stopwacth* dan masukkan air hingga air berada diatas tanda lalu mulai menghitung jika air sudah sejajar dengan tanda dan berhenti menghitung jika air sudah berada di tanda kedua. Lalu data yang didapat dimasukkan ke dalam rumus.

$$I = 4V/D^2\pi t \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

I = laju infiltrasi (mm/s)

V = volume air yang lolos (mm³)

D = diameter plastik (mm)

T = waktu yang dibutuhkan meloloskan air (s)

3.5.2. Pengujian *Destructive*

Pengujian dengan merusak material bertujuan untuk menguji performa dari material suatu benda.

3.5.2.1. Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan tujuan untuk melihat daya tahan *paving block* terhadap kuat tekan yang diberikan. Menurut (SNI-03-1974-1990) kuat tekan beban beton adalah besarnya beban persatuan, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Adapun rumus dari kuat tekan sendiri yaitu

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm²)

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), untuk selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan parameter yang diamati. Data dianalisis menggunakan sidik ragam satu arah (*One Way ANOVA*) dan selanjutnya dilakukan uji BNT apabila uji anova menunjukkan perbedaan signifikan dengan menggunakan program aplikasi SPSS. Uji lanjut BNT dilakukan dengan mencari nilai LSD 0,05 antara selisih rata-rata kelompok dengan persamaan:

$$\text{BNT} = (t_{0,05, \text{dbd}}) \sqrt{\frac{MK_d}{N_1} + \frac{MK_d}{N_2}} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

MK_d : Rerata kuadrat dalam

N₁ : Banyaknya ulangan perlakuan 1

N₂ : Banyaknya ulangan perlakuan 2

t_{0,05} : Nilai tabel t pada taraf alpha 0,05

Dbd : Derajat kebebasan dalam

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah di laksanakan diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Pengaruh limbah bonggol jagung terhadap *Paving Block Porous* pada penelitian ini adalah semakin banyak menggunakan serat limbah bonggol jagung maka rongga pori-pori pada *paving block porous* akan semakin banyak, begitu pula sebaliknya jika menggunakan serat limbah bonggol jagung yang lebih sedikit maka rongga pori-pori yang dihasilkan pada *paving block porous* akan semakin sedikit. Rongga pori-pori yang lebih banyak pada *paving block porous* berpengaruh pada daya serap air yang semakin besar tetapi daya kuat tekannya semakin kecil.
2. Berdasarkan penelitian ini, ditemukan karakteristik fisik dari *paving block* yang menggunakan bonggol jagung. Pengamatan non-destruktif menunjukkan bahwa uji densitas pada perlakuan C1 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 1,628 g/cm³. Sementara itu, uji penyerapan air menghasilkan rentang nilai antara 12,97% hingga 23,908%. Nilai uji infiltrasi diperoleh sebesar 0,274 mm/s. Pada uji tampak, faktor C4 menghasilkan bentuk tekstur *paving* yang sesuai, karena menghasilkan tekstur yang baik dan tidak terdapat celah atau cacat saat *paving* telah dicetak.
3. Pada pengamatan destruktif, uji kuat tekan menunjukkan bahwa nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan C1 sebesar 6,47 MPa.
4. Setelah melalui pengujian empat variasi perlakuan, dapat disimpulkan bahwa tidak ada sampel yang memenuhi standar uji mutu sesuai dengan SNI 03-0691-1996 untuk *paving block*.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk mencari formula atau perlakuan yang dapat meningkatkan kualitas *paving block* sehingga dapat memenuhi standar uji mutu yang ditetapkan. Selain itu, Uji SEM diperlukan untuk mengetahui ukuran pori-pori dan sebaran biomassa pada setiap variasi *paving block porous*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd. Rakhim, N., Nurnawaty. 2015. Kapasitas Infiltrasi Tanah Timbunan Dengan Tutupan *Paving* Blok (Uji Model Laboratorium). *Prosiding Sntt Fgdt. Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- ACI 522R. 2010. Report on Pervious Concrete. American Concrete Institute.
- Adibroto, F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan *Paving Block*. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol 10. No 01. Hal 1-11.
- Alkuino E.L. 2000. Gasifying farm wastes as source of cheap heat for drying paddy` and corns. *International Rich Research Organization*. Philipines
- Andre, 2012. Studi Sifat Mekanik *Paving Block* Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton Dan Serbuk Kerang. Skripsi. Universitas Indonesia
- Andriati. 1996. Penelitian Pemanfaatan Semen Abu Terbang Untuk Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Penelitian Permukiman I*. Vol XII. No 1-2.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia, 2021 (Hasil Survei Ubinan). BPS-RI. Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 1996, SNI 03-0691-1998. Bata Beton *Paving Block*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 1991. SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Badan Standar Nasional. 2002. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam) (SNI 03-6861.1-2002). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan : Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 1997. Metode Angka Pantul Beton yang Sudah Mengeras. SNI 03-4803-1998. BSN, Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 1997. Metode Pengujian Elemen Struktur Beton dengan Alat Palu Beton Tipe N dan NR. SNI 03-4430-1997. BSN, Jakarta
- Badan Standart Nasional. 2002.SNI 03-1729-2002 Beton serat. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Christine, A, dkk. 2017. *Uji Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Paving Block Dengan Bahan Pasir Kasar, Batu kacang, dan Pasir DPU*. 1994. SNI 15 – 2049 – 1994 Portland Semen. Jakarta.
- Farid. W. 2018. Daerah Resapan Air. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Fuadona, F. 2016. Bonggol Jagung si Limbah yang Bernilai Ekonomi dan Historis. Retrieved from Bandung Merdeka: [https:// bandung.merdeka.com/gaya hidup/bonggol-jagung-si-limbah-yang-bernilai-ekonomis-dan-historis 160114f.html](https://bandung.merdeka.com/gaya-hidup/bonggol-jagung-si-limbah-yang-bernilai-ekonomis-dan-historis-160114f.html).
- Juwanto, Fitriani, R., Turyanto, Andriani, A. S. R., Prasetyo, O. 2019. Pemanfaatan Bahan Additive Abu Batang Jagung dan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Beton Ringan Ramah Lingkungan
- Kezdi, A. 1979. *Stabilized earth road*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Lempang, M. 1996. Jenis-jenis kayu untuk pembangunan kapal kayu tradisional propinsi Sulawesi Selatan. *Buletin Penelitian Kehutanan* No.2 tahun 1996 hal.56-76. Balai Penelitian Kehutanan, Ujung Pandang.
- Mahardika, & Dewi, F. R. 2014. Analisis Pengembangan Usaha Pemanfaatan Limbah Bonggol Jagung Menjadi Produk Kerajinan Multiguna. *Jurnal Manajemen dan Organisasi* Vol V No 3, 2.
- Nuridayanti, Eka Fitri Testa. 2011. “Uji Toksisitas Akut Ekstrak Air Rambut Jagung (*Zea mays* L.) Ditinjau dari Nilai LD50 dan Pengaruhnya terhadap Fungsi Hati dan Ginjal pada Mencit” (*Skripsi S-1 Progdik Ekstensi*). Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Paeru, RH., dan Dewi, TQ. 2017. *Panduan Praktis Budidaya Jagung*. Jakarta : Penebar Swadaya. Cetak 1.
- Putri, E.E., Ismeddiyanto, Suryanita, R. 2019. Sifat Fisik *Paving Block* Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *Jurnal Teknik*. Vol 13 (1) : 1 – 8.
- Rahmat, Muhammad, SAR. 2019. Analisis Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Biobriket Arang Campuran Tempurung Kemiri dan Tongkol Jagung Menggunaka Perekat Tepung Tapioka. Skripsi. Institut Teknologi Nasional: Malang.

- Rifqi, Mirza Ghulam, dkk. 2018. *Karakteristik Paving Berongga menggunakan Material Batu Kali Bulat Berbasis Ramah Lingkungan*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi.
- Rohma, F. 2020. *Pembuatan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik Polyethylene, Bottom Ash Hasil Insenerasi Dan Bahan Tambahan Pasir* Jurusan Kimia FMIPA, UNES. Hal 35.
- SNI 03-0691. 1996. Bata Beton (*Paving Block*). Jakarta :Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 01-4449-2006 Badan Standard Nasional, Daftar Standar Asing yang Digunakan sebagai Acuan Normatif pada Proses Perumusan SNI.
- Suprpto, H.S. dan Rasyid, M.S. 2002. *Bertanam Jagung*. Penebar Swadaya, Jakarta. 55 hal.
- Susilowati. 2011. Pemanfaatan Serbuk Marmer Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen pada Campuran Beton Normal. *Skripsi*. Lampung: Universitas Bandar Lampung.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton* . Yogyakarta : Nafiri
- Trisna, H., Mahyudin, A., 2012. Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk Dengan Penambahan Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrate).*Jurnal Fisika Unand* Vol. 1 No.1