

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAKAO SEBAGAI BAHAN
PEMBUAT PORI PADA *ECO PAVING* BLOCK**

(Skripsi)

Oleh:

Erlangga



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAKAO SEBAGAI BAHAN PEMBUAT PORI PADA *ECOPAVING* BLOCK

Oleh

Erlangga

Curah hujan yang tinggi sepanjang tahun 2018-2019 mengakibatkan genangan air pada daerah perumahan. Hal ini diakibatkan oleh tidak terdapat daerah resapan air yang cukup, karena daerah tertutup perumahan sehingga tidak dapat meneruskan air. Sehingga dibutuhkan pembuatan *paving block* yang dapat menyerap air hujan ke tanah. Tujuan dari penelitian ini yaitu memanfaatkan limbah Kulit Kakao untuk pembuatan eco-paving block dan menganalisis karakteristik fisik eco-paving block Kulit Kakao. Tahapan pembuatan *paving block* pada penelitian ini yaitu kulit kakao dipotong-potong berukuran kecil, setelah dikeringkan, dan dilakukan pembakaran agar kulit kakao berubah menjadi arang. Setelah itu dilakukan pembuatan *paving block* sesuai dengan perlakuan yang sudah ditetapkan. Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan dengan komposisi yang berbeda-beda yaitu perlakuan 1 dengan semen + pasir 98% + 2% arang, perlakuan 2 dengan semen + pasir 96% + 4% arang, perlakuan 3 dengan semen + pasir 94% + 6% arang, dan perlakuan terakhir yaitu semen + pasir 92% + 8% arang.

Pengaruh limbah kulit kakao diharapkan dapat meningkatkan infiltrasi terhadap *Eco-Paving Blocks* pada penelitian ini. *Paving block* limbah kulit kakao yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai uji densitas rata-rata yaitu 1670,751 kg/m³ hingga 1929,642 kg/m³. Uji resapan air didapat nilai rata-rata sebesar 14,61% perlakuan satu, 11,18% perlakuan 2, 19,82% perlakuan 3, dan 15,19% perlakuan 4. Untuk uji infiltrasi didapat nilai terbesar yaitu pada perlakuan 1 yaitu 0,355 mm/s. Uji tampak diperoleh dengan bentuk tekstur paving yang sesuai di dapat pada faktor P2 dikarenakan tekstur yang dihasilkan bagus dan tidak ada celah atau cacat pada saat paving telah di cetak. Sedangkan pada uji kuat tekan didapat nilai rata-rata yang menurun secara signifikan dari variasi P1 hingga variasi P4. Nilai tertinggi perlakuan P1 dengan nilai sebesar 0,0154 MPA, sedangkan nilai terendah terjadi pada perlakuan P4 dengan nilai sebesar 0,0030 MPA. Namun pada penelitian ini ada beberapa parameter yang belum memenuhi kriteria paving standar mutu D.

Kata Kunci: Eco-paving block, limbah kulit kakao

ABSTRACT

UTILIZATION OF COCOA SHELL WASTE AS MATERIAL FOR ECOPAVING BLOCK

By

Erlangga

High rainfall throughout 2018-2019 resulted in waterlogging in residential areas. This is due to the fact that there are not enough water catchment areas, because the area is closed to housing so that water cannot pass through. So it is necessary to make paving blocks that can absorb rainwater to the ground. The purpose of this research is to utilize cocoa shell waste to manufacture eco-paving blocks and to analyze the physical characteristics of cocoa shell eco-paving blocks. The steps for making paving blocks in this study were that the cocoa shells were cut into small pieces, after being dried, and fired so that the cocoa shells turned into charcoal. After that, paving blocks are made according to the predetermined treatment. The treatment in this study consisted of 4 treatments with different compositions, namely treatment 1 with cement + 98% sand + 2% charcoal, treatment 2 with cement + 96% sand + 4% charcoal, treatment 3 cement + 94% sand + 6% charcoal, and the last treatment is cement + 92% sand + 8% charcoal.

The effect of cocoa shell waste is expected to increase infiltration of Eco-Paving Blocks in this study. The paving block of cocoa shell waste produced in this study has an average density test value of 1670.751 kg/m³ to 1929.642 kg/m³. The water absorption test obtained an average value of 14.61% for treatment one, 11.18% for treatment 2, 19.82% for treatment 3, and 15.19% for treatment 4. For the infiltration test, the largest value was obtained in treatment 1, namely 0.355 mm /s. The visible test is obtained with the shape of the appropriate paving texture obtained on the P2 factor because the resulting texture is good and there are no gaps or defects when the paving has been printed. Meanwhile, in the compressive strength test, the average value decreased significantly from the P1 variation to the P4 variation. The highest value was in treatment P1 with a value of 0.0154 MPA, while the lowest value occurred in treatment P4 with a value of 0.0030 MPA. However, in this study there were several parameters that did not meet the criteria for quality standard paving D.

Keywords: Eco-paving block, cocoa shell waste

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAKAO SEBAGAI BAHAN
PEMBUAT PORI PADA *ECOPAVING*S BLOCK**

Oleh
Erlangga

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAKAO
SEBAGAI BAHAN PEMBUAT PORI PADA
ECOPAVING'S BLOCK**

Nama Mahasiswa : **Erlangga**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1614071056

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

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

NIP 198905202015042001

Dr. Drs. M. Amin, M. Si.

NIP 1961022019880031002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

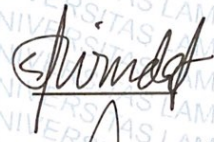
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

NIP 1962101098901002

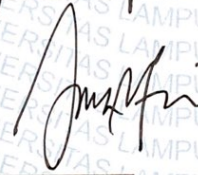
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Dr. Drs. M. Amin, M. Si.**



Penguji


Bukan Pembimbing : **Dr. Siti Suharyatun, S. TP., M. Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Mei 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Erlangga** NPM **1614071056**. 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) Dr. Drs. M. Amin, M. Si. 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, 25 Mei 2023
Yang membuat pernyataan



(Erlangga)

NPM. 1614071056

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung pada tanggal 13 April 1998, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Ferdiansyah dan Ibu Febrianti. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 11 Ogan Komering Ulu pada tahun 2004 dan diselesaikan pada tahun 2010 dan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Ogan Komering Ulu pada tahun 2010 – 2013 dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 11 Ogan Komering Ulu pada tahun 2013 – 2016.

Pada tahun 2016, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun 2016, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata Tematik periode II tahun 2021 di Desa Lubuk Batang Baru, Kecamatan Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan selama 40 hari. Pada bulan Januari sampai Februari 2021, penulis melaksanakan Praktik Umum di Balai Pelatihan Pertanian Lampung, Natar, Kecamatan Lampung Selatan, Lampung dan menyelesaikan laporan PU dengan judul Mempelajari Sistem Hidroponik DFT Pada Tanaman Kangkung (*Kangkung*).

Karya ini untuk
Ibuku Febrianti
Ayahku Ferdiansyah
Kakaku M. Kevin Arigi dan adikku Febiola Tri Melina

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 Limbah Kulit Kakao Sebagai Bahan Pembuat Pori Pada *Ecopavings Block*” 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.TP., M.Si., M.Sc. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan saran hingga penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Drs. M. Amin, M.Si. selaku pembimbing dua sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si. selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;
6. Ibu Febrianti, Ayah Ferdiansyah, dan Kakaku M. Kevin Arigi dan Adikku Febiola Tri Melina, 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. Bagus, Firman, Fajar Simanjuntak, Yuko, Iqbal, Alda, Tari, Intan dan Wita 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,... 2023

Penulis

Erlangga

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Daerah Resapan Air.....	5
2.2. Paving Block	6
2.3. Bahan Pembuatan Paving Block	9
2.3.1. Semen	10
2.3.2. Air.....	11
2.3.3. Agregat	13
2.4. Kakao	17
2.5. Kulit Kakao	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat.....	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.2.1. Alat	19
3.2.2. Bahan.....	20
3.3. Metode Penelitian.....	20
3.4. Parameter Penelitian.....	21
3.4.1. Uji Densitas.....	21
3.4.2. Uji Penyerapan Air.....	22
3.4.3. Uji Kuat Tekan.....	22
3.4.4. Uji Tampak	23
3.4.5. Uji Infiltrasi.....	23
3.5 Diagram Alir	24
3.6 Analisis Data.....	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 <i>Eco-Pavings Block</i>	26
4.2 Pengamatan <i>Non Destructive</i>	27
4.4.1 Densitas	27
4.4.2 Resapan Air.....	29
4.4.3 Uji Tampak	33
4.4.4 Uji Infiltrasi	34
4.3 Pengamatan <i>Destructive</i>	37
4.3.1 Kuat Tekan.....	37

V. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian	47
Lampiran 2. Perhitungan	53
Lampiran 3. Gambar Kegiatan	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. <i>Paving Block</i>	9
2. Diagram Alir Penelitian	24
3. Hasil Penelitian <i>Eco-Pavings Block</i>	26
4. Grafik Rata-Rata Densitas <i>Eco-Pavings Block</i>	27
5. Proses Uji Penyerapan Air Pada <i>Paving Block</i>	29
6. Grafik Rata-Rata Resapan Air <i>Eco-Pavings Block</i>	30
7. Hasil tampak <i>Eco-Pavings Block</i> P1, P2, P3 dan P4	33
8. Proses Pengujian Infiltrasi <i>Eco-Paving Block</i>	35
9. Hasil Rata – Rata Pengujian Infiltrasi <i>Eco-Paving Block</i>	36
10. Proses Pengujian Kuat Tekan Pada <i>Eco-Paving Block</i>	38
11. Persiapan Bahan Baku Kulit Kakao	55
12. Pemotongan Kulit Kakao	55
13. Penimbangan Bobot Kulit Kakao Sebelum di Bakar	56
14. Kulit Kakao Setelah di Haluskan	56
15. Kulit Kakao di Masukkan kedalam Wadah sebelum dibakar.....	57
16. Hasil Pembakaran Kulit Kakao Manjadi Arang	57
17. Proses Penimbangan Bahan Baku Pasir	58
18. Proses Penimbangan Bahan Baku Semen	58
19. Proses Penimbangan Bahan Baku Arang dari kulit Kakao	59
20. Proses Penimbangan Berat <i>Eco-Pavings Block</i>	59
21. Proses Perendaman <i>Eco-Pavings Block</i>	60
22. Proses Peng-Ovenan <i>Eco-Pavings Block</i>	60
23. Proses Pengambilan <i>Eco-Pavings Block</i> dari Oven	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Sifat fisika <i>Paving block</i>	7
2. Kombinasi Perlakuan Percobaan	20
3. Rancangan Percobaan <i>Destructive</i>	21
4. Rancangan Percobaan <i>Non Destructive</i>	21
5. Uji Anova Pengaruh Limbah Kulit Kakao Terhadap Uji Densitas	29
6. Hasil Uji BNT Penambahan Arang Limbah Kulit Kakao Terhadap Nilai Resapan Air	32
7. Klasifikasi Uji Tampak pada <i>Eco-Pavings Block</i>	34
8. Uji Anova Pengaruh Limbah Kulit Kakao Terhadap <i>Eco-Paving Block Porous</i> Pada Pengujian Infiltrasi.	37
9. Uji Anova Pengaruh Limbah Kulit Kakao Terhadap <i>Eco-Paving Block</i> Pada Pengujian Kekuatan Tekan.	40
10. Hasil Uji BNT Penambahan arang Limbah Kulit Kakao Terhadap Nilai Kuat Tekan	41
11. Data Hasil Massa Awal <i>Eco-Pavings Block</i>	47
12. Data Hasil Pengujian Densitas <i>Eco-Pavings Block</i>	47
13. Data Hasil Pengujian Resapan Air <i>Eco-Pavings Block</i>	48
14. Data Hasil Pengujian Infiltrasi <i>Eco-Pavings Block</i>	49
15. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Eco-Pavings Block</i>	50
16. Uji Lanjut BNT Nilai Kuat Tekan Menggunakan Aplikasi SPSS.....	51
17. Uji Lanjut BNT Nilai Penyerapan Air Menggunakan Aplikasi SPSS	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk kawasan perkotaan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat terutama untuk kebutuhan dasar seperti permukiman serta infrastruktur dasar. Pemanfaatan ruang cenderung mengakibatkan bertambahnya luas kawasan terbangun pada suatu wilayah. Bertambahnya luas kawasan terbangun tentunya berakibat pada daerah resapan air. Daerah resapan air merupakan sesuatu hal penting yang harus ada di setiap wilayah. Hal tersebut tidak hanya akan berhubungan dengan peristiwa banjir namun juga berhubungan dengan keberadaan cadangan air di Bumi. Daerah resapan air merupakan daerah yang akan menjadi tempat air hujan dapat masuk ke dalam lapisan tanah, sehingga tidak langsung mengalir ke sungai atau ke laut. Biasanya daerah resapan air tersebut memiliki banyak pepohonan karena akar pohon merupakan penahan air yang sangat baik. Daerah resapan air akan mencegah terjadinya banjir, tanah longsor dan juga dapat menyimpan air di dalam tanah dan menguncinya untuk bisa digunakan dikemudian hari. Namun, pada kenyataannya untuk sekarang ini menunjukkan bahwa daerah resapan air sudah mulai berkurang, terlebih terjadi di daerah perkotaan yang akan sangat sulit untuk menemukan daerah resapan air (Farid, 2018).

Dengan berkurangnya daerah resapan air tersebut maka berbagai hal yang tidak diinginkan dan akan mudah terjadi bencana alam seperti terjadinya banjir, tanah longsor dan juga kekeringan di kemudian hari. Dahulu di kota-kota besar, disekitaran sungai akan dapat ditemui daerah resapan air sehingga air hujan dapat masuk ke tanah dan tidak langsung mengalir ke sungai, sehingga tidak cepat meluap sebagai banjir. Jika diambil contoh perkotaan di Bandar Lampung banyak daerah resapan air yang diaspal yang dijadikan jalan raya atau bahkan dijadikan

perumahan atau lainnya, yang mengakibatkan banyak jalanan di Bandar Lampung yang tergenang oleh air dikarenakan jalanannya itu tidak memiliki pori yang mengakibatkan air hujan tidak tembus atau tidak diteruskan ke dalam tanah. Berdasarkan pencatataan sejarah kejadian bencana pada situs dibi.bnpb.go.id, bencana banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi di Kota Bandar Lampung. Sepanjang tahun 2010 hingga tahun 2019 telah terjadi 14 kali banjir dari 26 total kejadian bencana di Kota Bandar Lampung. Pada umumnya banjir yang terjadi di Kota Bandar Lampung umumnya bersifat genangan dengan tinggi maksimal sekitar dua meter dan tidak separah yang terjadi di kota besar lainnya seperti Jakarta (BPBD Kota Bandar Lampung, 2019)

Oleh sebab itu seharusnya disetiap daerah perumahan atau pun dipinggiran jalan harus memiliki daerah resapan air mau itu berupa hamparan tanah yang berupa taman ataupun trotoar yang memiliki pori seperti *paving block* sehingga jika terkena hujan, air tersebut diteruskan kedalam tanah oleh pori yang terdapat di *paving block* sehingga meminimalisir terjadinya banjir.

Paving block merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang 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). *Paving block* mempunyai fungsi untuk menutupi permukaan tanah, seperti trotoar, pengerasan areal parkir, dan pengerasan jalan kelas ringan. *Paving block* sendiri juga memiliki keunggulan dari pada penutup permukaan tanah yang lain dan memiliki kemampuan penyerapan air yang lebih baik dibandingkan dengan aspal atau beton radymix dan berat *paving block* yang relatif lebih ringan dari pada cor beton atau pun aspal, dan daya resap air yang baik akan menjaga keseimbangan kandungan air tanah, namun untuk *paving block* jenis biasa ini masih memiliki kekurangannya yaitu ruang pori yang masih sedikit maka, *eco-pavings block* merupakan salahsatu solusi untuk meningkatkan daya serap air yang lebih baik untuk kedepannya

Eco-paving block merupakan produk *conblock* yang terbuat dari limbah atau plastik jenis tertentu, *Conblock* sendiri merupakan jenis material bangunan yang

digunakan untuk perkerasan jalan, yang secara konvensional terbuat dari campuran beton dan memiliki dimensi teratur. Untuk pembuatan *eco-paving block*, pencampuran semen dan pasir untuk membuat beton diganti dengan pencampuran limbah atau plastik tertentu dengan pasir dalam takaran tertentu.

Kulit buah kakao merupakan produk samping dari pengolahan biji kakao. Sekitar 74% komposisi kulit kakao dari buah coklat matang belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga hanya menjadi limbah produk pertanian. Menurut penelitian pakar, ternyata kulit kakao mengandung selulosa sekitar 23-54%. Kulit buah kakao juga memiliki kandungan lignin sebesar 60,67%, selulosa (holoselulosa) 36,47% dan hemiselulosa 18,90% (Harsini dan Susilowati, 2010). Kandungan tersebut menindikasikan bahwa kulit buah kakao dapat diolah menjadi arang yang mengandung banyak karbon dengan adanya komposisi tersebut penyerapan air pada sela-sela *eco-pavings block* akan membantu mengurangi jumlah air yang berada di jalan karena selain air dapat mengalir ke saluran drainase jalan, air juga dapat menyerap ke *pavingblock* dan akan meneruskan ke dalam tanah. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi bahan *eco-pavings block* dengan kulit kakao dapat menghasilkan pori-pori yang baik untuk menyerap dan meneruskan air ke tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas masalah yang perlu dirumuskan, yaitu

1. Bagaimana karakteristik *eco-paving block* berbahan dasar pasir dan semen dengan campuran kulit kakao, di bandingkan *paving block* yang hanya berbahan dasar semen dan pasir
2. Bagaimana hubungan antara kuat tekan dengan nilai penyerapan air hujan pada *eco-paving block*?
3. Bagaimana pengaruh kulit kakao terhadap nilai penyerapan air pada *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memanfaatkan limbah Kulit Kakao untuk pembuatan *eco-paving block*.
2. Menganalisis karakteristik fisik *eco-paving block* Kulit Kakao

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu komposisi bahan baku kulit Kakao mempengaruhi sifat fisik dari *paving block*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu

1. *Eco-Paving Block* menggunakan bahan baku kulit Kakao.
2. Dalam pembuatan *Eco-Paving Block* mampu memenuhi standar SNI- 03-0691-1996.
3. Menganalisis resapan air, kuat tekan, *density*, laju infiltrasi dan uji tampak

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Resapan Air

Resapan air tanah atau yang selanjutnya akan disebut sebagai resapan air merupakan bagian dari infiltrasi yang masuk kedalam tubuh air tanah melalui zona tidak jenuh, sungai atau danau (Seiler dan Gat, 2007). Infiltrasi yaitu suatu proses meresapnya air hujan dan air lainnya di permukaan tanah menuju lapisan air tanah melalui permukaan tanah (SetyawanPurnama, 2010). Resapan air tanah ada yang porus, sangat permeable dan ada yang sulit meloloskan air, sehingga infiltrasi berjalan sangat lambat.

Air membutuhkan media untuk proses peresapannya, dalam hal ini permukaan tanah merupakan media resapan air. Media resapan terdiri dari dua jenis yaitu media resapan air alami dan media resapan air buatan. Media resapan air alami biasanya adalah permukaan tanah yang di atasnya terdapat vegetasi contohnya hutan, kebun, belukar, sawah dan pekarangan . Media resapan air buatan contohnya sumur, waduk buatan dan situ buatan. Proses meresapnya air secara umum terjadi melalui dua proses secara berurutan yaitu infiltrasi dan perkolasi. Infiltrasi merupakan pergerakan air dari atas permukaan tanah menuju kedalam permukaan tanah. Perkolasi merupakan pergerakan air kebawahdari zona tak jenuh ke zona jenuh air.

Menurut Seiler dan Gat (2007) Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya infiltrasi air adalah:

1. Dalamnya genangan di permukaan tanah, semakin tinggi genangan maka tekanan air untuk meresap ke dalam tanah semakin besar.
2. Kadar air dalam tanah, semakin kering tanah infiltrasi semakin besar.

3. Pemampatan tanah, akan memperkecil porositas, pemampatan dapat terjadi karena pukulan butir-butir hujan, penyumbatan pori oleh butir halus, karena injakan manusia, binatang dan lain sebagainya
4. Tumbuh-tumbuhan, jika tertutup oleh tumbuhan akan semakin besar.
5. Struktur tanah, yaitu ada rekahan daya infiltrasi akan memperbesar.
6. Kemiringan lahan dan temperatur air (mempengaruhi kekentalan).

Daerah resapan air yaitu suatu permukaan yang mampu meresapkan air hujan kedalam permukaan tanah sehingga berfungsi sebagai penangkap air, pengatur tata air dan meminimalisir terjadinya banjir terhadap suatu lahan. Daerah resapan air bermacam-macam jenisnya seperti contohnya ruang terbuka hijau atau resapan air buatan berbentuk teknologi seperti contohnya biopori. (Pradanesti, 2010)

2.2. Paving Block

Paving Block Bata beton (*Paving Block*) merupakan salah satu jenis beton non struktural yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan jalan, pelataran parkir, trotoar, taman dan keperluan lainnya. *Paving block* terbuat dari campuran semen Portland tipe I dan air serta agregat sebagai bahan pengisi. *Paving block* dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisi dan digunakan untuk lantai baik didalam maupun diluar bangunan. Adapun klasifikasi *paving block* menurut (SNI 03 – 0691 – 1989), a). Digunakan untuk jalan, b). Digunakan untuk pelataran parkir, c). Digunakan untuk pejalan kaki, d). Digunakan untuk taman dan pengguna lain

Syarat mutu dari *paving block* menurut (SNI 03 – 0691 – 1989) antara lain :

- a. Sifat tampak *Paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpuhkan dengan kekuatan jari tangan.
- b. Ukuran *Paving block* harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%
- c. Sifat fisika *Paving block* harus mempunyai sifat-sifat berikut ini :

Tabel 1. Sifat fisika *Paving block*

Mutu	Kuattekan (Mpa)		Beban tekan (mm/menit)		Penyerapan air Rata-rata max
	rata-rata	minimal	rata-rata	minimal	%
A	40	35	0,090	0,013	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 03 – 0691–1996

Sifat-sifat Fisik *Paving Block* Menurut (SNI) *Paving block* ketahanan terhadap natrium sulfat pada apabila diuji dengan cara seperti pada butir tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1 % menurut (Burhanuddin., dkk, 2018).

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

- a. 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensiterbatas, misalnya : sepeda motor,pejalankaki.
- b. 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, pick up,truk,bus.
- c. 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya: *tronton, loader,crano.*

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*.

1. 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%. Masing-masing nilai yang keluar dari mesin hammer test dan hitung rata-ratanya. Nilai inilah yang merupakan hasil akhir uji kuat tekan *paving block*.

2. 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%.

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-03-0691-1990), 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*

2.3. Bahan Pembuatan *Paving Block*

Ketahanan *Paving Block* dapat dilihat dari bahan bahan yang digunakan adapun bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang di pakai. Semakin baik kualitas bahan dasar, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan teliti, proses percetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik. Komponen bahan pembuatan *paving block* adalah semen, pasir, air dalam komposisi tertentu. Ada pula *paving block* yang memakai bahan tambahan antara lain kapur, gips, tras, abu layang, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut:

2.3.1. Semen

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat (Pangaribuan, 2012).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Hidrolis berarti sangat senang bereaksi dengan air, senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen *portland* bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) dan kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air. Reaksi semen dengan air berlangsung secara irreversible, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula.

Beberapa jenis semen menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) antara lain :

a. *PortlandCement*

Adalah jenis yang paling umum dari semen dalam penggunaan umum di seluruh dunia karena merupakan bahan dasar beton, dan plesteran semen.

b. *Super MasonryCement*

Semen ini lebih tepat digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonnya maksimal K225. Dapat juga digunakan untuk bahan baku pembuatan genteng beton, *hollow brick*, *paving block*, tegel dan bahan bangunan lainnya.

c. *Oil Well Cement*

Merupakan semen khusus yang lebih tepat digunakan untuk pembuatan sumur minyak bumi dan gas alam dengan konstruksi sumur minyak

bawah permukaan laut dan bumi. Untuk saat ini jenis OWC yang telah diproduksi adalah class G, HSR (*High Sulfat Resistance*) disebut juga sebagai "*BASIC OWC*". Bahan *additive* tambahan dapat ditambahkan / dicampurkan hingga menghasilkan kombinasi produk OWC untuk pemakaian pada berbagai kedalaman dan temperatur.

d. *Portland Pozzolan Cement*

Adalah semen hidrolis yang dibuat dengan menggiling clinker, gypsum dan bahan pozzolan. Produk ini lebih tepat digunakan untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang, seperti: jembatan, jalan raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigasi dan fondasi pelat penuh.

e. Semen Putih

Digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai filler atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) limestone murni.

f. *Portland Composite Cement*

Digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan penggunaan OPC dengan kuat tekan yang sama. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan OPC, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus.

2.3.2. Air

Beton merupakan campuran antara semen, agregat, air, dan kadangkadang memakai bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan non kimia pada persentase tertentu. Campuran tersebut bila dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka, akan mengeras seperti batuan. Pengerasan yang terjadi diakibatkan oleh reaksi kimia antara air dan semen. Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukannya, maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodinuljo, 1996).

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan pokok yang terdiri dari agregat halus biasanya berupa pasir, agregat kasar yang berupa kerikil atau batu pecah, bahan ikat semen dan air. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur dan dituangkan pada cetakan dan dibiarkan, yang nantinya mengeras seperti batuan. Pengerasan tersebut terjadi oleh adanya reaksi kimia antara air dan bahan ikat semen yang berlangsung selama waktu tertentu, dan semakin bertambah keras seiring pertambahan umurnya. Beton yang sudah menjadi keras dianggap sebagai batu tiruan (Tjokrodimulyo, 1996). Campuran beton yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Kekuatan (*strength*) tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
2. Tahan lama (*awet*), yaitu mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Kemudahan pengerjaan (*workability*), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran beton untuk diaduk, dituangkan dan dipadatkan.

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air tahan aus, tahan cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil, elastisitasnya (modulus elastisitas) tinggi. Oleh karena itu penyempurnaan sifat-sifat beton harus diperhatikan pula sifat kekurangan beton. Sifat-sifat beton pada umumnya digolongkan menjadi dua, yaitu sifat yang berhubungan dengan kelebihan beton dan sifat yang berhubungan dengan kekurangan beton (Tjokrodimulyo, 1996).

1. Sifat kelebihan beton
 - a. Beton harganya relatif murah. Hal ini dikarenakan bahan penyusun beton menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil memungkinkan harga beton jadi agak lebih mahal.
 - b. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai

sifat tahan terhadap perkaratan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat dengan cara yang baik kuat tekannya sama dengan batuan alami.

- c. Beton segar dapat dengan mudah diangkat maupun dibentuk apapun dan ukuran berapapun bergantung keinginan. Cetakan dapat pula dipakai ulang beberapa kali.
- d. Kuat tekannya yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan dapat dikatakan mampu menahan struktur berat.
- e. Beton segar dapat disemprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun disisipkan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- f. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat yang posisinya sulit.
- g. Beton termasuk tahan aus dan tahan panas akibat kebakaran sehingga biaya perawatannya termasuk rendah.

2. Sifat kekurangan Beton

- a. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi tulangan.
- b. Beton sulit kedap air sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air.
- c. Beton bersifat getas, sehingga harus dihitung secara detail.

2.3.3. Agregat

Agregat merupakan material alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan campuran beton. Agregat menempati +70% volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat apapun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang penting untuk pembuatan beton. Mengingat bahwa agregat merupakan jumlah yang cukup besar dari volume beton dan sangat mempengaruhi sifat beton, maka perlu suatu material ini diberi perhatian yang lebih detail dan teliti dalam setiap pembuatan suatu campuran beton. Disamping itu, agregat dapat dapat mengurangi penyusutan akibat perkerasan beton dan juga mempengaruhi koefisien pemuaian akibat suhu panas, pemilihan jenis agregat yang akan dipilih tergantung pada mutu agregat, ketersediannya di lokasi, harga serta jenis konstruksi yang akan menggunakannya.

Agregat digolongkan menjadi 2 macam, yaitu agregat alam dan agregat buatan, agregat alam merupakan agregat yang bentuknya alami, terbentuk berdasarkan aliran air sungai dan degradasi. Agregat yang terbentuk dari aliran air sungai berbentuk bulat dan licin, sedangkan agregat yang terbentuk dari proses degradasi berbentuk kubus (bersudut) dan permukaannya kasar. Sedangkan agregat 8 buatan merupakan agregat yang berasal dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu. Banyaknya hal yang harus diketahui mengenai agregat, karna setiap pekerjaan konstruksi apapun, agregat merupakan hal yang sangat penting, untuk itu diperlukan pemahaman yang lebih mengenai agregat supaya menghasilkan konstruksi yang baik dan berkualitas. Menurut Sukirman (2003), agregat merupakan buti-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil (fragmen-fragmen) yang berfungsi sebagai bahan campuran atau pengisi dari suatu beton.

- Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur karena faktor
- Cuaca, sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpurnya melebihi 5% maka pasir harus di cuci.

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. 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.

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 bverat 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).

4. 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 ($BaSO_4$) atauserbukbesi.
- 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 semua. Berat jenis mutlak jika volume benda padatnya tanpa pori, sedangkan jenis semua volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya (Tjokrodimulyo, 1996).

5. 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 (Tjokrodinuljo, 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 (Pratama, 2018).

6. 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 pasta. 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. Kakao

Klasifikasi tanaman kakao adalah sebagai berikut, Kingdom: *Plantae*; Divisio: *Spermatophyta*; Class: *Dicotyledoneae*; Ordo: *Malvales*; Family: *Sterculiaceae*; Genus: *Theobroma*; Spesies: *Theobroma cacao L.* (Samudra, 2005). Kakao merupakan tanaman perkebunan secara umum tanaman kakao dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu Forastero, Criollo, dan Trinitario yang merupakan hasil persilangan antara Forastero dengan Criollo. Varietas kakao hibrida adalah varietas kakao Trinitario yang memiliki kemampuan produksi lebih tinggi daripada varietas Criollo dan Forastero (Surti, 2012).

Varietas kakao yang di gunakan adalah varietas Hibrida F1. Hibrida F1 Salah satu upaya yang telah dikembangkan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao untuk mendapatkan kultivar kakao unggul. Untuk menghasilkan Hibrida F1 unggul yang berproduksi tinggi dan resisten terhadap serangan penyakit busuk buah kakao akibat infeksi *Phytophthora palmivora* perlu digunakan tetua donor yang mempunyai sifat resisten dan tetua penerima yang mempunyai daya hasil tinggi (Kurniasih., dkk, 2011).

2.5. Kulit Kakao

Kulit Buah Kakao (KBK) merupakan limbah perkebunan yang dihasilkan tanaman kakao (*Theobroma cacao. L.*). Kulit buah kakao mempunyai komposisi gizi setara dengan komposisi gizi rumput sehingga biomasa KBK sangat potensial sebagai pakan alternatif untuk menggantikan rumput (Puastuti dkk., 2009).

Buah kakao terdiri dari 74% kulit buah, 2% plasenta dan 24% biji. Kulit buah kakao terdiri dari 10 alur (5 dalam dan 5 dangkal) berselang seling. Permukaan

buah ada yang halus dan ada yang kasar, warna buah beragam ada yang merah hijau, merah muda dan merah tua (Poedjiwidodo, 1996).

Ketersediaan kulit buah kakao cukup banyak karena sekitar 75% dari satu buah kakao utuh adalah berupa kulit buah, sedangkan biji kakao sebanyak 23% dan plasenta 2%. Ditinjau dari kandungan zat-zat makanan kulit buah kakao dapat dijadikan sebagai pakan karena mengandung protein kasar 11,71%, serat kasar 20,79%, lemak 1,80% dan BETN 34,90% (Nuraini & Mahata 2009). Menurut Amirroenas (2003), kulit kakao mengandung selulosa 36,23%, hemiselulosa 1,14% dan lignin 20% - 27,95%. Kulit Kakao belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga hanya menjadi limbah produk pertanian. Kandungan abu limbah kulit kakao dapat berfungsi sebagai clay untuk pembuatan batu semen. Dengan demikian abu hasil pembakaran kulit kakao dapat dijadikan batu bata kuat dan tidak mudah pecah karena didalamnya mengandung 71% SiO₂ yang merupakan bahan utama dalam pembuatan semen (Wahyuni dan Hendrawan, 2019).

Dengan adanya pemanfaatan limbah kulit Kakao ini dapat di jadikan salah satu terobosan bahan campuran semen Organik yang kedepannya dapat menggantikan semen sebagai salah satu bahan baku pembuatan *Eco-Paving Block*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Maret 2022. Bertempat 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

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

- a. Timbangan, sebagai alat ukur berat pasir, semen dan kulit kakao.
- b. Cetakan *paving*, sebagai alat pencetak *eco-paving block* yang berbentuk heksagon.
- c. Sendok semen, sebagai alat pengaduk pembuatan adonanbahan.
- d. Pisau, sebagai alat pencacah Kulit Kakao.
- e. Ember, sebagai wadah pembuatan adonan *paving*.
- f. Gelas ukur, sebagai alat ukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan adonan *eco-pavings block*.
- g. Penggaris, sebagai alat ukur tinggi, lebar dan sisi-sisi *eco-paving block*.
- h. Papan, sebagai alat peletakan *eco-paving block* yang sudah di cetak.
- i. Alat *Proving Ring*, sebagai sebagai alat untuk menguji daya tekan *paving block* yang telah dicetak.
- j. Alat tulis, sebagai alat mencatat kebutuhan penting selama penelitian.

3.2.2. Bahan

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan berupa agregat organik kulit kakao, kulit kakao terlebih dahulu dipotong-potong sampai kulit kakao berukuran kecil. Setelah itu kulit kakao dijemur agar kulit kakao dapat mudah saat dibakar. Pembakar bertujuan agar kulit kakao dapat menjadi arang. Arang ini lah yang jadi pendukung atau penambah dalam pembuatan paving. Sedangkan campuran lain yaitu pasir+semen dan air yang cukup. Komposisi yang digunakan untuk pencampuran bahan adalah 1:3 dimana pasir lebih banyak dibandingkan dengan semen. Setelah itu dilakukan sesuai dengan perlakuan yang sudah ditetapkan.

3.3. Metode Penelitian

Percobaan ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan yaitu sebagai berikut:

1. Perlakuan pertama(A) : Semen + pasir (98%) + kulit kakao (2%)
2. Perlakuan kedua(B) : Semen + pasir (96%) + kulit kakao (4%)
3. Perlakuan ketiga(C) : Semen + pasir (94%) + kulit kakao (6%)
4. Perlakuan keempat (D) : Semen + pasir (92%) + kulit kakao (8%)

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan Percobaan

Perlakuan	Semen+Pasir	Arang Kulit Kakao
P1	98%	2%
P2	96%	4%
P3	94%	6%
P4	92%	8%

Perlakuan penelitian ini menggunakan bahan baku pasir, semen dan arang kulit kakao. Dimana P adalah pasir dan semen sedangkan U adalah kulit kakao. Perlakuan semen dan pasir yaitu 1 : 3 dengan cetakan *eco-paving block* yang berbentuk *hexagon*.

Tabel 3. Rancangan Percobaan *Destructive*

	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V
Perlakuan P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
Perlakuan P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
Perlakuan P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5
Perlakuan P4	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4	P4U5

Tabel 4. Rancangan Percobaan *Non Destructive*

	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V
Perlakuan P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
Perlakuan P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
Perlakuan P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5
Perlakuan P4	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4	P4U5

3.4. Parameter Penelitian

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

3.4.1. Uji Densitas

Eco-pavings block akan diuji dengan menimbang berat benda uji *eco-pavings block* dan menghitung volume *eco-pavings block*. 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 ASTM C 1688 M -10.

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

Dengan:

ρ = densitas(gr/cm^2)

m = massa (gr)

v = volume (cm^2)

3.4.2. Uji Penyerapan Air

Uji Penyerapan air dilakukan setelah umur paving 28 hari untuk mengetahui berapa persentasi 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 :

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

Dimana :

A = berat paving sebelum direndam (gram)

B = berat paving setelah di oven (gram)

3.4.3. 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

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm^2)

Kuat tekan rata-rata dari contoh paving dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji.

3.4.4. 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. Sesuai dengan standar SNI 03-0691 (1989) dimana *paving block* harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapikan dengan tangan.

3.4.5. 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 stopwatch dan masukkan air hingga air berada di atas 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.

$$I = \frac{4V}{D^2 t} \dots\dots\dots (4)$$

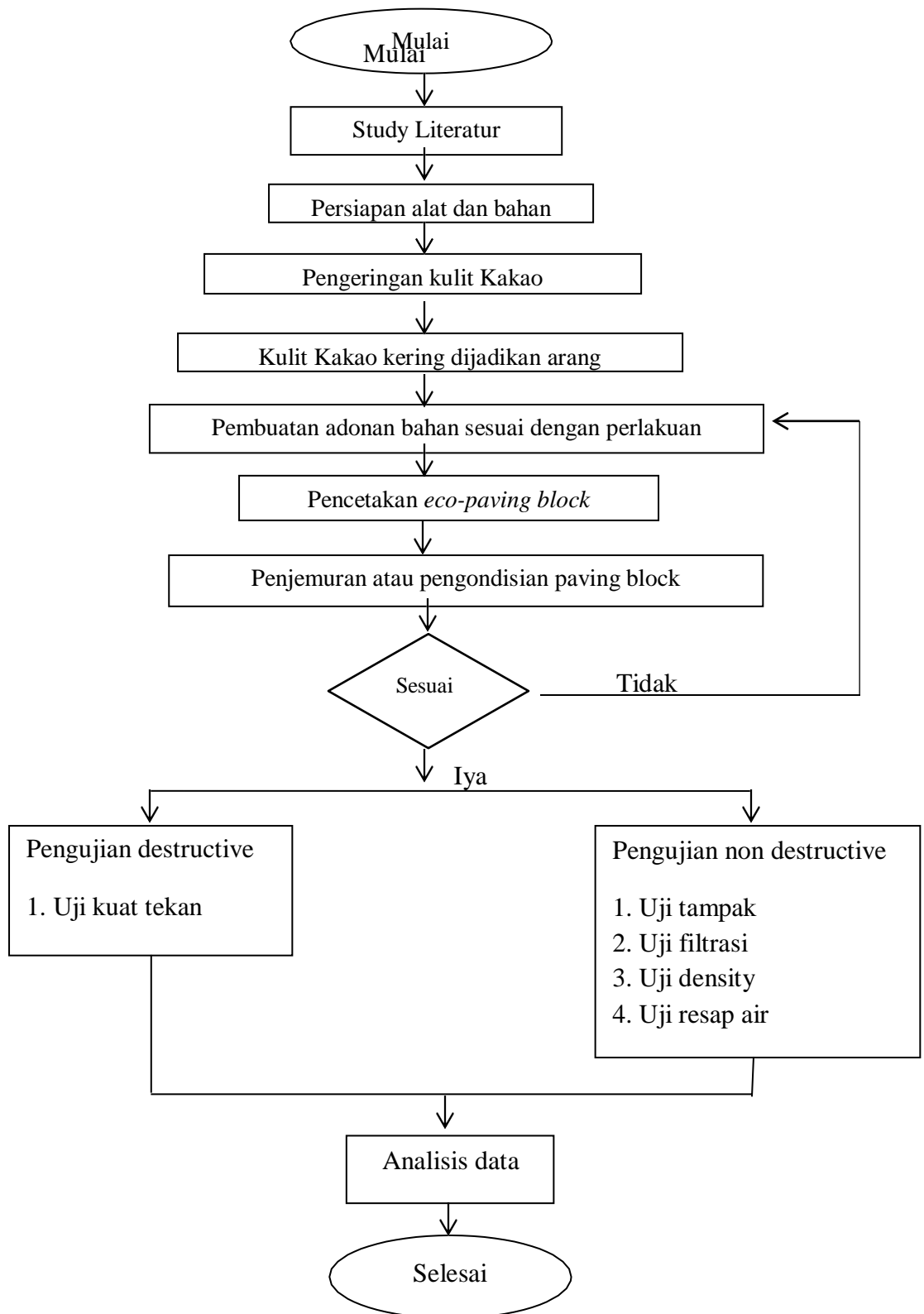
I = laju infiltrasi(mm/s)

V = volume air yang lolos(mm³)

D = diameter kulit kakao (mm)

T = waktu yang dibutuhkan meloloskan air(s)

3.5 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan metode Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan analisis one way anova yang menggunakan aplikasi spss dalam mengelolanya, lalu di sajikan dengan menggunakan tabel pada mircosoft excel.

V. KESIMPULAN

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

1. Pada penelitian ini telah berhasil diproduksi *paving block* dari limbah kulit Kakao dengan persentase yang berbeda beda pada setiap perlakuan. Perlakuan pertama yaitu pasir, semen 98%, dan arang kulit Kakao 2%. Perlakuan kedua yaitu pasir, semen 96%, dan arang kulit Kakao 4%. Perlakuan pertiga yaitu pasir, semen 94%, dan arang kulit Kakao 6%. Perlakuan terakhir yaitu pasir, semen 92%, dan arang kulit Kakao 8%.
2. *Paving block* limbah kulit kakao yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai uji densitas rata-rata yaitu 1670,751 kg/m³ hingga 1929,642 kg/m³. Uji resapan air didapat nilai rata rata sebesar 14,61% perlakuan satu, 11,18% perlakuan 2, 19,82% perlakuan 3, dan 15,19% perlakuan 4. Untuk uji infiltrasi didapat nilai terbesar yaitu pada perlakuan 1 yaitu 0,355 mm/s. Uji tampak diperoleh dengan bentuk tekstur paving yang sesuai di dapat pada faktor P2 dikarenakan tekstur yang dihasilkan bagus dan tidak ada celah atau cacat pada saat paving telah di cetak. Sedangkan pada uji kuat tekan didapat nilai rata-rata yang menurun secara signifikan dari variasi P1 hingga variasi P4. Nilai tertinggi perlakuan P1 dengan nilai sebesar 0,0154 MPA, sedangkan nilai terendah terjadi pada perlakuan P4 dengan nilai sebesar 0,0030 MPA.

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.
- ASTM C 1688M. 2010. *Standar Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete*.
- Ananto., P. K. 2017. Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen. Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Aceh.
- Andriati. 1996. Penelitian Pemanfaatan Semen Abu Terbang Untuk Pembuatan Paving Block. *Jurnal Penelitian Pemukiman*. Volume 12 (1-2).
- American Society for Testing and Material C-00-2005 (*Standard Pengujian Densitas Benda Uji*).
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung (Gatot Sugianto). (2019, Oktober 4). *History Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung*. (M. P. Agustri, & W. Wibisono, Interviewers).
- Burhanuddin, Basuki, dan Darmanijat. 2018. Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. Volume 18 (1).
- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Erlinawati., L. D., Setiawan., A., dan Riyanto., E. 2022. Studi Eksperimen Pemanfaatan Bahan Tambah Abu Batu Terhadap Beton Porous Menggunakan Agregat Kasar Clereng. *Jurnal Teknik Sipil Surya Beton*. Volume 6 (2).

- Harsini T. dan Susilowati. 2010. Pemanfaatan kulit buah kakao dari limbah perkebunan kakao sebagai bahan baku pulp dengan proses organosol. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Volume 2(2).
- Kurniasih, S. A., Rubiyo, A., Satiawan, Purwantara, dan Sudarsono. 2011. Analisis Keragaman Genetik Plasma Nutfah Kakao (*Theobroma Cacao L*) Berdasarkan Marka SSR. *Jurnal Litri*. Volume 17 (4) : 156-162.
- Nuraini dan Mahata, M. E. 2009. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Fermentasi Sebagai Pakan Alternatif Ternak di Daerah Sentra Kakao Padang Pariaman.
- Masthura, Daulay, A. H., dan Widya, E. 2021. Uji Fisik Paving Block Dengan Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*). *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Volume 14 (8) : 156 – 165.
- Pratama, M. M. A. 2013. Perilaku Lentur Balok Beton Gradasi Dengan Menggunakan Tulangan Maksimum. *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 10 (2).
- Pangaribuan, B. 2012. *Cement Manufacturing Proses*. Holcium Indonesia. Jakarta.
- Poedjiwidodo, Y. 1996. *Sambung Samping Kakao*. Trubus Agriwidya.
- Pranawati, N. 2010. Potensi Kawasan Resapan Kota Surakarta. *Tugas Akhir Program Sarjana*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UNS. Surakarta.
- Puastusi, W., dan Susana, I. W. R. 2014. Potensi dan Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Sebagai Pakan Alternatif Ternak Rumanansia. *Watarzoa*. Volume 24 (3).
- 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.
- Sailer, K.P., dan Gat, J.R. 2007. *Groundwater Rachange From Run_off, Infiltration and Percolation*. The Netherlands. Springer.
- SetyawanPurnama. 2010. *Hidrologi Air Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- 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.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Grafika YuanaMarga. Bandung.

- Surti, K. 2012. Pemanfaatan Marka Molekuler untuk Mendukung Perakitan Kultivar Unggul Kakao (*Theobroma Cacao L*). *Skripsi*. Program Studi Agronomi. Institut Pertanian Bogor.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodimujo. 1996. TeknologiBeton. Nafiri. Yogyakarta.
- Wahyuni, D., dan Dermawan, A. 2019. Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao Sebagai Pewarna Alami Pada ProdukFesyen. *E-proceeding of Art and Desain*. Volume 6 (3).
- Yusrianti, Noverman, dan Hapsari, O. E. 2019. Analisi Sifat Fisik Penyerapan Air Pada Paving Block Dengan Campuran Variasi Abu Ketel dan Limbah Botol Plastik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Volume 5(1)