

# **SKRIPSI**

## **KARAKTERISTIK *PAVING BLOCK* DENGAN SUBSTITUSI ABU BOILER KELAPA SAWIT YANG BERASAL DARI CANGKANG DAN SERAT KELAPA SAWIT**

### ***CHARACTERISTICS OF PAVING BLOCK WITH SUBSTITUTION OF PALM BOILER ASH FROM PALM SHELLS AND FIBERS***



**Romeo Crisna Fahlevy**  
**05021382126072**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

## SUMARRY

**ROMEO CRISNA FAHLEVY.** *Characteristics of Paving blocks with Palm Oil Boiler Ash Substitution from Palm Shells and Fibers (Supervised by TAMARIA PANGGABEAN).*

*This study aims to test the characteristics of Paving blocks with palm oil boiler ash substitution from palm oil shells and fibers, this study was conducted in October 2024 to April 2025 in Palembang, South Sumatra and for Paving block testing carried out at Sucopindo and the Biosystems Laboratory, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, this study uses an experimental method to test the effect of palm oil boiler ash substitution on the characteristics of Paving blocks. Experiments were carried out with variations in the percentage of palm oil boiler ash substitution in the mixture. The parameters observed in this study were compressive strength, water absorption, density and visible properties. a. Palm oil boiler ash substitution 10%. Palm oil boiler ash substitution 15% c. 20% palm oil boiler ash. The compressive strength of Paving blocks increases with the addition of the percentage of palm oil boiler ash where the percentage of 10% average compressive strength is 45.04 kg/cm<sup>2</sup>, the percentage of 15% average compressive strength is 71.45 kg/cm<sup>2</sup>, and the percentage of 20% with an average compressive strength of 84.93 kg/cm<sup>2</sup>. The water absorption of Paving blocks decreases with the addition of palm oil boiler ash, Percentage 10% average water absorption is 15.06%, percentage 15% water absorption is 6.45%, and percentage 20% water absorption is 5.35%.*

**Keywords:** *Paving block, Coconut Oil Boiler Ash, Palm Oil Shell, Palm Oil Fiber.*

## RINGKASAN

**ROMEO CRISNA FAHLEVY.** Karakteristik *Paving block* Dengan Substitusi Abu Boiler Kelapa Sawit Yang Berasal Dari Cangkang dan Serat Kelapa Sawit Dibimbing oleh **TAMARI PANGGABEAN**).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik *Paving block* dengan substitusi abu boiler kelapa sawit yang berasal dari cangkang dan serat kelapa sawit, penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 sampai April 2025 di Palembang Sumatera Selatan dan untuk pengujian *Paving block* dilakukan di Sucopindo dan laboratorium biosistem, energi dan drafting Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menguji pengaruh substitusi abu boiler kelapa sawit terhadap karakteristik *Paving block*. Eksperimen dilakukan dengan variasi persentase substitusi abu boiler kelapa sawit pada campuran. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah kuat tekan, daya serap air, densitas dan sifat tampak. a. Substitusi abu boiler kelapa sawit 10%. Substitusi abu boiler kelapa sawit 15% c. abu boiler kelapa sawit 20%. Kuat tekan *Paving block* meningkat dengan seiring penambahan persentase abu boiler kelapa sawit dimana persentase 10%. Kuat tekan rata-rata 45,04 kg/cm<sup>2</sup>, persentase 15% kuat tekan rata-rata 71,45 kg/cm<sup>2</sup>, dan persentase 20% dengan kuat tekan rata-rata 84,93 kg/cm<sup>2</sup>. Penyerapan air *Paving block* menurun seiring penambahan abu boiler kelapa sawit, Persentase 10% penyerapan air rata-rata 15,06%, persentase 15% penyerapan air 6,45%, dan persentase 20% penyerapan air 5,35%.

Kata Kunci: *Paving block*, Abu Boiler Kelapa Sawit, Cangkang Kelapa Sawit, Serat Kelapa Sawit.

# **SKRIPSI**

## **KARAKTERISTIK *PAVING BLOCK* DENGAN SUBSTITUSI ABU BOILER KELAPA SAWIT YANG BERASAL DARI CANGKANG DAN SERAT KELAPA SAWIT**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian Pada Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya



Romeo Crisna Fahlevy  
05021382126072

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

### KARAKTERISTIK *PAVING BLOCK* DENGAN SUBSTITUSI ABU BOILER KELAPA SAWIT YANG BERASAL DARI CANGKANG DAN SERAT KELAPA SAWIT

#### SKRIPSI

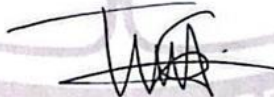
Sebagai Syarat Untuk Mendapat Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Romeo Crisna Fahlevy  
05021382126072

Indralaya, Juni 2025

Menyetujui,  
Pembimbing



Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si.  
NIP. 197707242003122003



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.  
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul "Karakteristik *Paving Block* Dengan Substitusi Abu Boiler Kelapa Sawit Yang Berasal Dari Cangkang Dan Serat Kelapa Sawit" oleh Romeo Crisna Fahlevy telah dipertahankan dihadapan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Juni 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji

Komisi Penguji

1. Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si Pembimbing  
NIP. 197707242003122003
2. Prof. Dr.Ir. Amin Rejo, M.P. Penguji  
NIP. 196101141990011001

  
(.....)

  
(.....)



Indralaya, Juni 2025

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian



02 JUL 2025

  
Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.  
NIP. 197506102002121002

  
Dr. Puspitahati, S.TP., M.P.  
NIP. 197908152002122001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Romeo Crisna Fahlevy

NIM : 05021382126072

Judul : Karakteristik *Paving Block* Dengan Substitusi Abu Boiler Kelapa Sawit  
Yang Berasal Dari Cangkang Dan Serat Kelapa Sawit

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan ada unsur plagiarisme dalam skripsi ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 30 Juni 2025



Romeo Crisna Fahlevy

## **RIWAYAT HIDUP**

Romeo Crisna Fahlevy, lahir di Desa Menang Raya, Kecamatan Pedamaran, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 1 Desember 2003. penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara, orang tua penulis bernama Bapak Sapril Jaya dan Ibu Juliani.

Penulis memiliki riwayat pendidikan Sekolah Dasar di SDN 5 Pedamaran selama 6 tahun dinyatakan lulus pada 2015 setelah lulus pendidikan sekolah dasar, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Pedamaran. Selama 3 tahun dinyatakan lulus pada 2018, penulis melanjutkan pendidikannya ke sekolah tingkat atas di SMAN 1 Pedamaran selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2021. Tahun 2021 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur ujian seleksi mandiri (USM) dan sampai dengan penulisan proposal penelitian ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa aktif dari Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama perkuliahan penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Universitas Sriwijaya sebagai Anggota Departemen Humas (2023-2024). Penulis juga mengikuti Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI) dan telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik-99 Universitas Sriwijaya serta Magang di PT. Perkebunan Nusantara IV Reg 7 Kebun Betung.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Karakteristik *Paving block* Dengan Substitusi Abu Boiler Kelapa Sawit Yang Berasal Dari Cangkang Dan Serat Kelapa Sawit" Penulisan skripsi merupakan salah satu tugas dan persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak pihak dan rekan-rekan yang telah turut andil membantu menyelesaikan pembuatan skripsi, terutama kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan saya nikmat sehat dan kesempatan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Kepada orang tua dan keluarga tercinta terima kasih atas segala jasa, do'a, semangat dan segala yang telah diberikan kepada penulis, baik materi maupun non materi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen Pembimbing akademik dan skripsi Dr. Tamaria Panggabean., S.TP., M.Si. yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan penulis bimbingan, arahan, masukan, saran, serta motivasi demi terselesainya Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya, baik dari materi, ide, serta pemahaman yang disampaikan sehingga penulis membutuhkan bimbingan dan arahan yang lebih. Maka dari itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang dapat membuat ~~proposal~~ ini menjadi lebih baik lagi agar bermanfaat untuk masa yang akan datang.

Indralaya, Juni 2025

Romeo Crisna Fahlevy

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas segala bentuk bantuan, bimbingan, dukungan, kritik, saran dan pengarahan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat dan lindungan yang melimpah bagi penulis dalam setiap aktivitas.
2. Kedua orang tua tersayang Bapak Sapril dan Ibu Juliani Terima kasih atas semua cinta, doa, dan dukungannya sampai penulis bisa sampai tahap ini, untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Sriwijaya. Serta saudara tersayang, Aditya, Tristan, dan Keisa.
3. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas waktu dan bantuan yang diberikan kepada penulis selaku mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Bapak Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
5. Yth. Ibu Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian
6. Yth. Ibu Dr. Puspitahati, S.TP., M.P., selaku koordinator Program Studi Teknik Pertanian.
7. Yth. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang dengan ikhlas membimbing, mendidik, dan mengajarkan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
8. Yth. Ibu Dr. Tamaria Panggabean S.TP., M.Si., terima kasih banyak ibu atas semua bantuan selama penyusunan skripsi ini, semua saran, bimbingan, dan motivasi yang telah ibu berikan, maafkan kami yang selalu merepotkan ibu. Semoga Ibu sehat selalu.

9. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP., selaku dosen penguji skripsi, terima kasih banyak pak sudah memberikan banyak arahan, saran agar penulisan skripsi ini dapat ditulis dengan sebaik mungkin.
10. Admin Fakultas Pertanian Palembang (mbak Siska) dan admin Jurusan Teknologi Pertanian (mba Nike dan kak John) atas semua informasi, bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
11. Teman seperjuangan selama perkuliahan Nyoman, Fajar, Dafa, Faiz dan Alif terima kasih atas dukungan dan kebersamaan kita dari maba sampai sekarang. Terima kasih karena telah menjadi teman yang ada dalam suka dan duka. Semoga kita semua bertemu pada tangga kesuksesan.
12. Teman-teman Teknik Pertanian kelas Palembang angkatan 21 atas kenangan, pembelajaran dan pengalaman yang berkesan.
13. Kakak tingkat dan adik tingkat yang telah memberikan cerita dan motivasi selama proses perkuliahan.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Dengan segala kerendahan hati penulis mempersembahkan skripsi ini dengan harapan agar bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juni 2025

Romeo Crisna Fahlevy

## DAFTAR ISI

|                                                 | Halaman |
|-------------------------------------------------|---------|
| KATA PENGANTAR.....                             | ix      |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....                       | x       |
| DAFTAR ISI .....                                | xi      |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | xii     |
| DAFTAR TABEL .....                              | xiii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                           | xiv     |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....                        | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....                       | 1       |
| 1.2. Tujuan .....                               | 2       |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....                    | 3       |
| 1.1. <i>Paving block</i> .....                  | 3       |
| 1.2. Syarat Mutu <i>Paving block</i> .....      | 3       |
| 1.3. Cangkang Kelapa Sawit.....                 | 4       |
| 1.4. Serat Kelapa Sawit.....                    | 5       |
| 1.5. Metode Pembuatan <i>Paving block</i> ..... | 5       |
| 1.5.1. Metode Konvensional .....                | 6       |
| 1.5.2. Metode Mekanis.....                      | 6       |
| BAB 3. METODOLOGI.....                          | 8       |
| 3.1. Waktu dan Tempat.....                      | 8       |
| 3.2. Alat dan Bahan .....                       | 8       |
| 3.3. Metode Penelitian .....                    | 8       |
| 3.4. Prosedur Penelitian .....                  | 9       |
| 3.4.1. Pembuatan <i>Paving block</i> .....      | 9       |
| 3.4.2. Cara Kerja Pengujian Kuat Tekan.....     | 10      |
| 3.4.3. Cara Kerja Uji Penyerapan Air .....      | 10      |

|                                                       | <b>Halaman</b> |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| 3.4.4. Perhitungan Densitas <i>Paving block</i> ..... | 11             |
| 3.5. Analisis Data .....                              | 11             |
| 3.6. Parameter Penelitian .....                       | 12             |
| 3.6.1. Kuat Tekan .....                               | 12             |
| 3.6.2. Penyerapan Air .....                           | 12             |
| 3.6.3. Densitas .....                                 | 13             |
| 3.6.4. Ukuran <i>Paving block</i> .....               | 13             |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....                      | 14             |
| 4.1. <i>Paving block</i> Hasil Penelitian .....       | 14             |
| 4.2. Sifat Tampak .....                               | 14             |
| 4.3. Kuat Tekan <i>Paving block</i> .....             | 15             |
| 4.4. Penyerapan Air .....                             | 17             |
| 4.5. Densitas .....                                   | 18             |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....                     | 21             |
| 5.1. Kesimpulan .....                                 | 21             |
| 5.2. Saran .....                                      | 21             |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                  | 22             |
| LAMPIRAN .....                                        | 24             |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                       | Halaman |
|-------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1. Diagram alir penelitian .....             | 25      |
| Lampiran 3. Hasil Pembuatan <i>Paving block</i> ..... | 14      |
| Lampiran 4. Sifat Tampak <i>Paving block</i> .....    | 15      |
| Lampiran 5. Gambar Alat .....                         | 26      |
| Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....              | 27      |

## DAFTAR TABEL

|                                           | Halaman |
|-------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Mutu <i>Paving block</i> ..... | 4       |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                       | Halaman |
|-------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1. Diagram alir penelitian .....             | 25      |
| Lampiran 3. Hasil Pembuatan <i>Paving block</i> ..... | 14      |
| Lampiran 4. Sifat Tampak <i>Paving block</i> .....    | 15      |
| Lampiran 5. Gambar Alat .....                         | 26      |
| Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....              | 27      |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri kelapa sawit termasuk salah satu sektor industri terbesar di Indonesia. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup signifikan, salah satunya adalah cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit dan serat kelapa sawit ini biasa digunakan sebagai bahan bakar boiler namun pemanfaatannya masih belum maksimal dan sebagian masih menjadi limbah (abu boiler), oleh karena itu, melihat potensi abu boiler kelapa sawit yang sangat banyak, penelitian mengenai pemanfaatan abu boiler sebagai bahan substitusi pada pembuatan *paving block* menarik untuk dikembangkan.

Abu boiler yang berasal dari proses pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit merupakan potensi sumber daya baru yang memiliki peluang untuk dikembangkan serta dimanfaatkan secara lebih optimal. Hal tersebut tentunya memungkinkan optimalisasi nilai ekonomi cangkang kelapa sawit dan serat kelapa sawit dan dapat mengurangi limbah yang ada dilingkungan. Pemanfaatan cangkang sawit dan serat kelapa sawit kelak diharapkan dapat dimaksimalkan salah satunya dengan menggunakan cangkang dan serat sawit sebagai pengganti pasir alam dan semen pada *paving block* (Sahid, 2024).

Serat kelapa sawit, atau sering disebut sebagai "fiber" kelapa sawit, adalah sisa hasil pengolahan buah kelapa sawit yang tersisa setelah minyak diekstraksi. Serat ini berasal dari mesokarp (bagian daging buah), serat ini biasa digunakan sebagai bahan bakar boiler dan akan menjadi abu, Abu serat kelapa sawit merupakan produk sampingan dari proses pembakaran limbah padat kelapa sawit yang berasal dari material berserat. Abu ini dapat diklasifikasikan sebagai bahan pozzolan karena mengandung kadar silika yang relatif tinggi. Mengacu pada standar ASTM C 618, suatu material dapat dikategorikan sebagai pozzolan apabila mengandung tiga komponen utama, yaitu silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (Mildawati et al., 2023).

Abu yang dihasilkan dari pembakaran boiler biasanya tidak digunakan, dan biasanya hanya digunakan sebagai pengeras jalan. Abu cangkang kelapa mengandung bahan yang dapat memengaruhi kekuatan beton (Angoro et al., 2023). Abu boiler dari pembakaran limbah kelapa sawit kaya akan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang dapat meningkatkan sifat mekanik dan termal dari *paving block*. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan abu boiler sebagai bahan pengganti parsial pasir dalam pembuatan *paving block* dapat menghasilkan produk dengan karakteristik yang lebih baik, seperti daya serap air yang lebih rendah dan kekuatan tekan yang lebih tinggi. Penambahan abu kerak boiler sebagai substitusi sebagian agregat halus berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Irwansyah (2024), *paving block* dengan komposisi abu kerak boiler sebesar 10% menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,15 MPa. Sementara itu, pada proporsi pemakaian sebesar 50%, kuat tekan yang dihasilkan meningkat menjadi 12,78 MPa.

*Paving block* merupakan salah satu produk material konstruksi yang lazim diaplikasikan pada pekerjaan perkerasan jalan, halaman, trotoar, dan area sejenis lainnya. Proses produksinya menggunakan komposisi material yang serupa dengan beton, yaitu terdiri atas semen, agregat (pasir), dan air. Selain itu, prosedur pengujian terhadap sifat mekanik seperti kuat tekan, daya serap air, serta metode perawatan hingga mencapai umur beton tertentu juga memiliki kesamaan (Nugroho, 2013). Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996, *paving block* atau beton bata diartikan sebagai komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya, air, dan agregat, dengan kemungkinan penambahan material lain sepanjang tidak mengurangi kualitas produk akhir.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengkaji karakteristik *paving block* yang disusun dengan substitusi abu boiler kelapa sawit, yang diperoleh dari hasil pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, R. S., Bimantio, M. P., dan Adisetya, E. 2023. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Campuran pada Pembuatan *Paving block*. AGROFORETECH, 1(3): 1984-1991.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-0691-1996: Bata Beton (*Paving block*).
- Irwansyah, M., dan Sihombing, A. T. 2020. Analisa Penggunaan *Paving block* Sebagai Pengganti Aspal Beton Pada Lapisan Permukaan Jalan Dengan Menggunakan Abu Kerak Boiler. Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan.
- Irwansyah, M., Mariani, N., dan Farizal, T. 2024. Analisa Mortar Dengan Substitusi Agregat Abu Kerak Boiler Terhadap Kuat Tekan Pada *Paving block*. Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi. 10(1): 262-271.
- Layang, S., dan Pera, W. P. 2020. Utilization Of Palm Oil Shell Waste AS Alternative Additives In Manufacturing *Paving block*. BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan. 8(1): 30-35.
- Mildawati, R., Dewi, S. H., dan Alqudrisyam, F. I. M. 2023. Pengaruh Abu *Fiber* Kelapa Sawit Pada Campuran *Paving block* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air. SAINSTEK. 11(2): 106-113.
- Muhammad Sahid, M. S. 2024. Pembuatan *Paving block* Menggunakan Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Pasir. Doctoral Dissertation, Universitas Sulawesi Barat.
- Prianti, E., Malino, M. B. A., dan Lapanporo, B. P. 2015. Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Parsial Pasir Pada Pembuatan Beton. Positron. 5(1).
- Riadi, H., dan Danil, D. 2016. Pemanfaatan Bahan Limbah Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengisi Agregat Kasar Pada Beton. Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan, 1(2): 80-85
- Susanti, D., Santoso, S., dan Putri, A. 2022. "Sustainable Construction: Using Waste Materials In Concrete Production". International Journal of Environmental Science and Technology. 19(5): 3103-3112.
- Setyo Utomo, B., dan Djati, G. 2021. Kajian Analisis Kuat Tekan Dan Penyerapan Air *Paving block* Dengan Bahan Campuran Abu Boiler, Fly Ash, Dan Abu Serbuk Kayu. Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tumingan, T., Mardhanie, A. B., dan Pratama, A. K. 2021. Pemanfaatan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dan Plastik Jenis Ldpe Sebagai Bahan Campuran Dalam Pembuatan Bata Beton. In Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M). 1(6): 91-96.

- Vefringga, F. 2021. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving block*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Wibowo, A. 2017. Perbandingan Kuat Tekan Dan Serapan Air *Paving block* Hydraulic Dengan Variasi Campuran Semen. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jawa Tengah.
- Opirina L, dan Sari DP. 2018. Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Kuat Tarik belah Beton Normal. *Jurnal Portal*. 2(11).
- Prianti, E. 2015. Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Parsial Pasir Pembuatan Beton. *POSITRON*. (5): 26 – 29.
- Rachmi. Y, dan Gufron A. 2017. Tandan Kosong Cangkang Kelapa Sebagai Briket. *Jurnal IPTEK*. 2 (1): 79 – 87.
- Anggoro, R. S., Bimantio, M. P., dan Adisetya, E. 2023. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Campuran pada Pembuatan *Paving block*. 3 (1).
- Aji, A.R. 2022. Pengaruh Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan, Ketahanan Aus, dan Penyerapan Air pada *Paving block* Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ismail, M. N. 2021. Pemanfaatan Limbah Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit dalam Pembuatan Batoko [Utilization of Oil Palm Shell Combustion Waste in Brick Making]. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*. 10: 54-60.
- Mulyati, dan Budiono, A. 2022. Optimasi Kuat Tekan *Paving block* Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Pemadatan Berlapis.
- Wiratno, Layang, S., dan Pera, W. P. 2020. Utilization of Palm Oil Shell Waste as Alternative Additives in Manufacturing *Paving block* (Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Alternatif Bahan Tambah dalam Pembuatan *Paving block*). *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 8(1): 30-35.
- Gusni V, H. H. 2019. Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*. 6: 79-87.
- Rahmadiany L, Mazaya H, Purwanto D, dan Adi RY. 2017. Analisa Campuran Beton Dengan Perbandingan Volume Dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang. *Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro*. 6 (2): 55-69.
- Sinulingga, K. 2014. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Dan Abu Boiler Kelapa Sawit Terhadap Efisiensi. *Jurnal Sainika*. 14 (1): 54 -63.