



## **Pemanfaatan abu sekam padi dan abu boiler kelapa sawit sebagai pengganti parsial semen pada pencampuran paving block**

Dhiyazra Iklasul Jaladri<sup>a\*</sup>, Hartono<sup>a</sup>, Shifa Fauziyah<sup>a</sup>

<sup>a\*</sup>,<sup>a</sup> *Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia*

### ARTICLE INFO

#### **Corresponding author:**

Email:

[idthiyaz@gmail.com](mailto:idthiyaz@gmail.com)

#### **Article history:**

Received : 08 July 2024

Accepted : 25 July 2024

Publish : 30 December 2024

#### **Keywords:**

cement, palm oil boiler, partial, paving block, rice husk ash

### ABSTRACT

*Plantations in Indonesia are vast and numerous. Various types of plantation products are produced every year; examples of plantations are oil palm and rice husk. These two plantations have their waste during the process of becoming finished materials. Examples of these two wastes are oil palm boiler ash and rice husks. These two wastes can be used as a partial substitute for cement because they have several compounds similar to cement. This study used the two wastes as a partial replacement for the cement used to manufacture environmentally friendly paving blocks. This study used substitution variations of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% with a FAS value 0.4. The tests that are used are compressive strength tests and water absorption tests. The optimum compressive strength results in each variation is 0%=25,17 Mpa, 2%=25,88 Mpa, 4%=25,93 Mpa, 6%=26,35 Mpa, and 8%=25,35%. For the optimum results of absorption in each variation is 0% = 3.52%, 2% = 2.41%, 4%= 3.50%, 6% = 4.70%, and 8% = 4.27%. According to SNI 03-0691-1996, it can be categorized as a quality B paving block for parking use. The conclusion is that adding the two wastes can increase the compressive strength until it reaches the optimum point of 6%; meanwhile, for the water absorption capacity, the variation increase can be increased because of the water absorption on the paving block.*

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

## **1. Pendahuluan**

Perkembangan infrastruktur semakin lama akan semakin berkembang. Dewasa ini peningkatan jumlah kebutuhan dari bahan – bahan penyusun konstruksi juga akan semakin meningkat. Khususnya pada konstruksi jalan yaitu bata beton / paving block. Perkembangan didalam infrastruktur jalan di Indonesia cenderung akan semakin berkembang juga seiring dengan berjalannya waktu. Penggunaan paving block pada saat ini sangat banyak digunakan khususnya pada jalan – jalan perumahan, trotoar, area ruko, dan masih banyak lagi penggunaan dari paving block ini. (Telaumbanua, 2016).

Melihat perkembangan penggunaan paving block yang semakin meningkat tentunya penggunaan dari bahan penyusun paving block akan semakin meningkat juga. Menurut (Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata Beton (Paving block). “ Bata beton (*paving block*) merupakan suatu bahan konstruksi yang terbuat dari beberapa campuran yaitu semen portland, air bersih, serta penambahan agregat maupun tidak ditambahkan yang tentunya tidak akan mengurangi kualitas dari paving block itu sendiri.”. Berdasarkan SNI tersebut bisa dikatakan bahan dari penyusun paving block adalah air, semen, dan pasir. Ketiga bahan tersebut merupakan bahan inti dalam penyusunan paving

block, tetapi bisa ditambahkan dengan bahan campuran lain sebagai substitusi parsial. Bahan yang dapat disubstitusi yaitu semen dan pasir. (Chairunnisa, 2022).

Indonesia merupakan salah satu produsen nomor satu dunia serta nomor satu untuk luas area perkebunan kelapa sawit. (Buku-Statistik-Perkebunan-2019-2021). Berdasarkan data tersebut tentunya di Indonesia juga terdapat banyak pabrik – pabrik pengolahan kelapa sawit. Output yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit salah satunya adalah biomasa. (Dan, 2015). Menurut British Standard (BS EN-206-1) abu boiler adalah bahan sisa dari pembakaran cangkang dan termasuk dalam klasifikasi agregat ringan. Senyawa yang terkandung dalam abu boiler yaitu silika ( $\text{SiO}_2$ ) 68,82% adb, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 3,08%, kalsium (Ca) 6,95% adb dan magnesit ( $\text{MgO}$ ) 4,35% adb dan terdapat unsur – unsur yang lainnya. (Dan, (2015). dengan adanya senyawa  $\text{SiO}_2$  yang cukup tinggi yaitu sebesar 68,82% diharapkan bisa menjadi bahan dari substitusi parsial semen.

Disisi lain Indonesia merupakan salah satu negara agraris pada Kawasan asia tenggara. Dengan begitu produksi pertanian yaitu salah satunya padi akan menghasilkan limbah pada proses pembuatannya. Limbah yang dihasilkan salah satunya adalah sekam padi (Dwi Hartantyo, 2017). Abu sekam padi terbuat dari pembakaran dengan suhu berkisar 500 hingga 600°C. (Putro, 2007). Sekam padi juga mengandung senyawa silika sebesar 86% hingga 97% berat kering ( Houston 1972 ). Tentunya dengan kandungan silika sebesar itu akan memungkinkan dapat menjadikan abu sekam padi sebagai bahan dari substitusi parsial semen.

Dari kedua bahan campuran diatas terdapat refrensi dari penelitian – penelitian terdahulu. Salah satunya yaitu “ Pengaruh Abu Sekam Padi dan Abu Boiler Kelapa Sawit Sebagai Campuran Terhadap Kekuatan Beton“. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mendapatkan komposisi ideal dari penambahan abu sekam padi dan abu boiler kelapa sawit dengan komposisi 5%,10%,15%, dan 20%. Dari penelitian tersebut mendapatkan komposisi optimum yaitu terdapat pada campuran 5%. Dengan berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian kali ini menggunakan metode substitusi parsial semen dari kedua bahan tersebut dengan beberapa variasi campuran. Diharapkan dengan metode substitusi ini akan meningkatkan mutu dari *paving block* itu sendiri.

Berdasarkan kandungan dari kedua bahan substitusi tersebut yaitu abu boiler kelapa sawit dengan abu sekam padi diharapkan pada penelitian kali ini akan dapat memenuhi standar SNI 03-0691- 1996 dan diharapkan juga pada penelitian kali ini akan juga mengurangi limbah yang sudah tidak terpakai lagi serta memanfaatkannya dengan sebaik mungkin.

## 2. Data dan metode

### 2.1. Metode penelitian

Pada penelitian kali ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di kedua tempat yaitu laboratorium bahan dan konstruksi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan tempat usaha rumahan *paving block* daerah meteseh, Semarang, Jawa Tengah. Terdapat 5 variasi bahan tambah dengan abu boiler kelapa sawit dan abu sekam padi yaitu dengan persentase 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Jumlah sampel adalah 36 buah dengan masing-masing variasi terdapat 4 sampel benda uji dengan umur *paving block* 7 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan dan daya serap air.

### 2.2. Pengolahan bahan tambah

Pada penelitian ini dipakai bahan tambah yaitu abu boiler kelapa sawit dan abu sekam padi sebagai pengganti parsial semen. Supaya kedua bahan tersebut bisa menjadi pengganti parsial semen, maka harus memiliki sifat-sifat yang mirip dengan semen. Selain dari kandungannya kedua bahan tersebut sifat tampaknya juga harus sama seperti semen yaitu lolos saringan nomor 200 (0,0075 mm). Adapun contoh abu boiler kelapa sawit dan abu sekam padi ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Abu boiler kelapa sawit dan abu sekam padi

**2.3. Metode pengujian daya serap air**

Pengujian daya serap dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *paving block* menyerap air. Pengujian daya serap ini dilakukan dengan cara merendam *paving block* ke dalam air selama satu hari, kemudian menimbang berat basah pada masing-masing *paving block*. Setelah itu dimasukan kedalam oven selama 24 jam. Apabila 24 jam maka *paving block* ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat kering. Pengujian ini berdasarkan dengan SNI-03-0691-1996.

**2.4. Metode pengujian kuat tekan**

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat *paving block* menerima gaya tekan sampai mencapai keruntuhan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan *paving block* sampai mengalami keruntuhan dengan *Compression Testing Machine*. Pengujian ini berdasarkan dengan SNI-03-0691-1996.

**2.5. Job mix design**

Rancangan komposisi bahan penyusun *paving block* direncanakan sesuai dengan persentase substitusi parsial semen dengan menggunakan bahan tambah. Adapun *job mix design* pembuatan *paving block* disajikan pada Tabel 1.

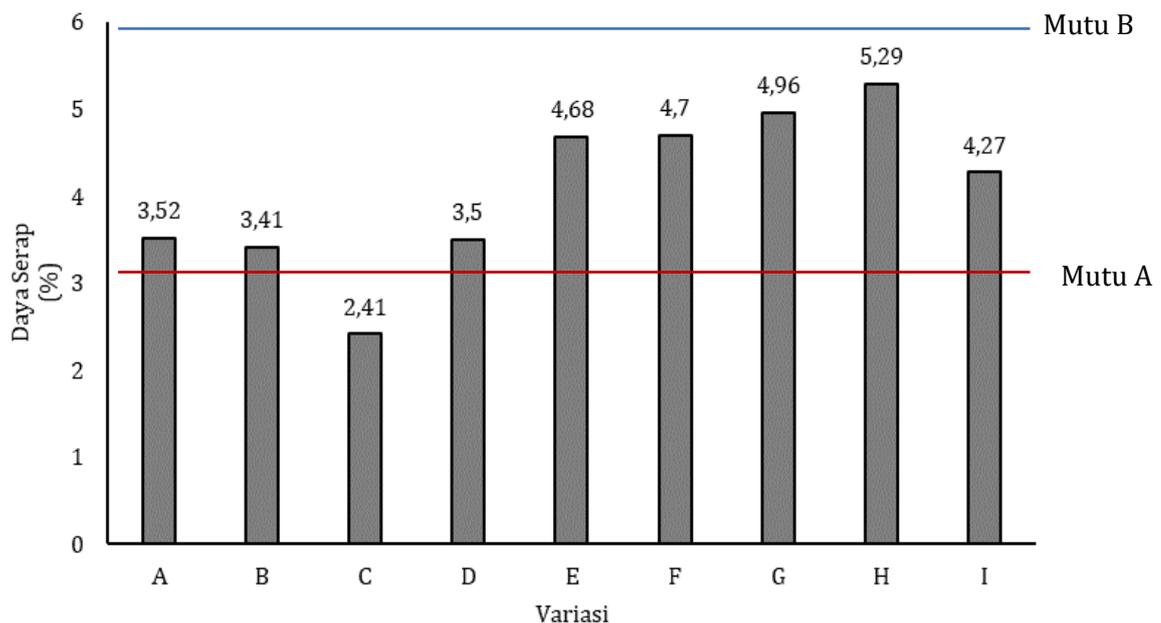
**Tabel 1.** *Job mix design*

Material	Variasi								
	0 %	2 %	4 %	6 %	8 %				
Semen (gr)	630	617,4	604,8	592,2	579,6				
Air (ml)	252	252	252	252	252				
Pasir (gr)	2670	2670	2670	2670	2670				
Abu Boiler Kelapa Sawit	0 gr	1,5%	0,5%	2,5%	1,5%	3,5%	2,5%	4,5%	3,5%
		4,8 gr	1,3 gr	8 gr	3,9 gr	11,2 gr	6,5 gr	14,4 gr	9,1 gr
Abu Sekam Padi	0 gr	0,5%	1,5%	1,5%	2,5%	2,5%	3,5%	3,5%	4,5%
		1,3 gr	4,8 gr	3,9 gr	8 gr	6,5 gr	11,2 gr	9,1 gr	14,4 gr
Nama Sampel	A	B	C	D	E	F	G	H	I

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1. Pengujian daya serap air

Pengujian daya serap air merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui seberapa besar *paving block* akan menyerap air. Berdasarkan SNI-03-0691-1996 semua variasi dalam penelitian ini dikategorikan sebagai *paving block* mutu B kecuali pada variasi 2%(1,5% ASP dan 0,5% ABS) dalam uji daya serap. Hasil optimum didapatkan pada variasi 2% (1,5% ASP dan 0,5% ABS) dengan daya serap air sebesar 2,41% dan dapat dikategorikan sebagai *paving block* mutu A sesuai dengan SNI-03-069-1996. Berdasarkan penelitian terdahulu dengan judul “Pengaruh Campuran Partikel Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton” telah dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada campuran abu boiler kelapa sawit untuk mengamati morfologi pori-pori pada sampel yang diberi campuran abu boiler kelapa sawit. Dari uji SEM didapatkan dengan adanya bahan tambah abu boiler kelapa sawit memiliki pori-pori yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa bahan tambah,tetapi dengan adanya bahan tambah ini akan menghambat dari pengikatan dengan semen karena dapat menyerap air lebih cepat dibandingkan dengan tanpa bahan tambah. Lalu untuk bahan tambah abu sekam padi berdasarkan penelitian terdahulu yang berjudul “Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Bata Merah Di Desa Tegalombo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati” semakin banyak persentase dari abu sekam padi akan meningkatkan daya serap air. Dari kedua teori tersebut maka bisa disimpulkan bahwa kombinasi dari kedua bahan tambah yaitu abu boiler kelapa sawit dan abu sekam padi ini akan mencapai titik optimum pada persentase tertentu karena semakin besar persentase dari kedua bahan tambah ini akan berdampak pada pengikatan semen yang berakibat banyaknya rongga sehingga nilai daya serap air akan semakin besar. Adapun hasil pengujian daya serap air disajikan pada Gambar 2.

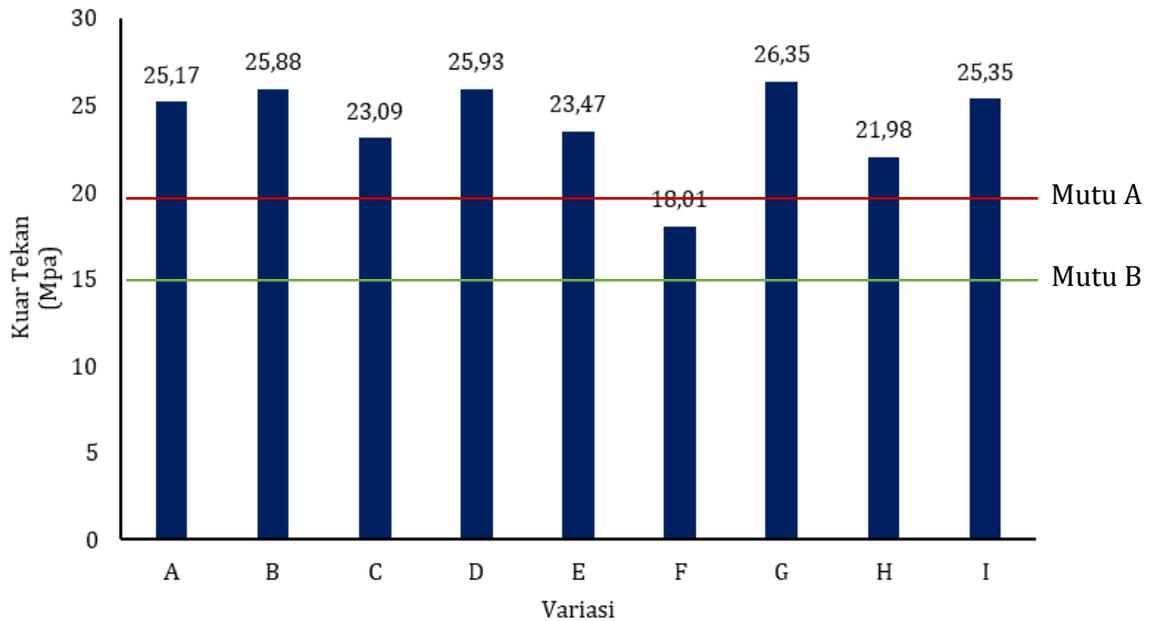


Gambar 2. Grafik uji daya serap air

#### 3.2. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan merupakan salah satu pengujian pada *paving block*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat *paving block* menahan beban vertikal hingga mengalami keruntuhan. Berdasarkan SNI - 03 - 0691 - 1996 semua jenis variasi termasuk dalam kategori mutu kelas B kecuali pada variasi 6% (3,5% ABS dan 2,5% ASP) yang termasuk pada kategori mutu kelas C. Hasil optimum diperoleh pada variasi 6%(3,5% ASP dan 2,5% ABS). Berdasarkan penelitian terdahulu dengan judul “Pengaruh Campuran Partikel Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton” variasi optimum untuk kuat tekan dengan bahan tambah abu boiler kelapa sawit berada pada angka 3% hal ini dikarenakan semakin besar persentase abu boiler kelapa sawit akan menghambat

dari pengikatan semen itu sendiri lalu untuk pengaruh abu sekam padi berdasarkan penelitian terdahulu dengan judul “Pengaruh Abu Sekam Padi dan Abu Boiler Kelapa Sawit Sebagai Campuran Terhadap Kekuatan Beton” persentase optimum berada pada persentase 6% karena pengaruh silika (SIO<sub>2</sub>) akan meningkatkan kuat tekan karena reaksi silika dan kapur bebas pada beton. Berdasarkan penelitian terdahulu ketika kedua bahan tambah dicampurkan akan menghasilkan silika yang amorf yang dimana SIO<sub>2</sub> dari kedua bahan tambah ini akan bereaksi dengan Kalsium Hidroksida (Ca(OH<sub>2</sub>)) yang menghasilkan Kalsium Silikathidrat (C-Si-Hgel) yang akan meningkatkan daya ikat pada beton. Berikut grafik pada pengujian kuat tekan. Adapun hasil pengujian kuat tekan pada *paving block* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik uji kuat tekan

### 3.3. Analisis perbandingan harga produksi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dilihat bahwa variasi optimum yaitu pada variasi 6% (3,5% ASP dan 2,5% ABS), maka untuk perbandingan harga produksi dengan campuran konvensional disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Biaya produksi *paving block* konvensional

Variasi (%)	Semen (Rp)	Pasir (Rp)	ABS (Rp)	ASP (Rp)	Total biaya (Rp)
0	3.528,00	2.883,60	0	0	6.411,6

Tabel 3. Biaya produksi *paving block* variasi

Variasi (%)	Semen (Rp)	Pasir (Rp)	ABS (Rp)	ASP (Rp)	Total biaya (Rp)
6	3.316,32	2.883,60	189,80	680,96	7.070,68

Hasil perhitungan analisis harga untuk menentukan biaya produksi *paving block* terdapat kenaikan biaya setiap bertambahnya variasi. Untuk biaya produksi 1 *paving block* konvensional yaitu senilai Rp.,6.411,6 sedangkan untuk biaya produksi dengan variasi optimum bahan tambah dapat mengeluarkan biaya produksi senilai Rp., 7.070,68

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Uji kuat tekan dan uji daya serap air yang telah dilakukan hasil optimum yang diperoleh yaitu untuk kuat tekan berada pada variasi 6% dengan 3,5% dari abu sekam padi dan 2,5% dari abu boiler kelapa sawit dengan kuat tekan sebesar 26,35 Mpa. Sedangkan untuk daya serap air hasil optimum diperoleh pada variasi 2% dengan 1,5% abu boiler kelapa sawit dan 0,5% abu sekam padi sebesar 2,41% . Berdasarkan SNI 03 – 0691 – 1996 kuat tekan pada variasi 6% termasuk dalam kategori mutu kelas B, sedangkan untuk daya serap pada variasi 2% termasuk dalam kategori mutu kelas A.
- 2) Hasil optimum pada uji kuat tekan didapat pada variasi 6% (3,5% ASP dan 2,5% ABS) yaitu sebesar 26,35 Mpa sedangkan untuk variasi minimum didapat pada variasi 6% (3,5% ABS dan 2,5% ASP) yaitu sebesar 18,01 Mpa. Untuk pengujian daya serap air didapatkan hasil optimum pada variasi 2% (1,5% ASP dan 0,5% ABS) yaitu sebesar 2,41% sedangkan untuk variasi minimum didapat pada variasi 8% (4,5% ABS dan 3,5% ASP) yaitu sebesar 5,29%.
- 3) Berdasarkan hasil perhitungan untuk harga pembuatan *paving block* didapat untuk harga *paving block* konvensional lebih murah dibandingkan dengan bahan tambah. Untuk variasi konvensional didapat harga senilai Rp. 6.411,60. Sedangkan untuk variasi optimum yaitu pada variasi 6% (3,5% ASP dan 2,5% ABS) didapat harga senilai Rp., 7.070,68.

#### Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Universitas Diponegoro, Dosen pembimbing beserta seluruh pihak yang telah membantu proses keberlangsungan pelaksanaan hingga akhir penelitian ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan juga untuk teman-teman yang sudah membantu penelitian ini.

#### Referensi

- BUKU-STATISTIK-PERKEBUNAN-2019-2021-OK.
- British Standard. (2006). Concrete-Complementary British Standard to BS EN 206-1-Part1. Method of Specifying and Guidance for the Specifier. BS 8500-1:2006. British Standard.
- Chairunnisa, N., Nurwidayati, R., Khatimi, H., Di, A., & Selatan, K. (2022). Sosialisasi Dan Implementasi Eco paving block Untuk Pemberdayaan Masyarakat Industri Kecil. 1(Maret), 7–13.
- Dan, H., Pemanfaatan, K., Padat, L., Cangkang, A., Serat, D., Sawit Dari Boiler, K., Bata, P., & Ringan, B. (2015). JURNAL RISET TEKNOLOGI INDUSTRI 120.
- Dwi Hartantyo, S. (2017). STUDI PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT TEKAN BETON.
- Fajar Agung, G. M., Rizal Hanafie Sy, M., & Mardina, P. (2013). EKSTRAKSI SILIKA DARI ABU SEKAM PADI DENGAN PELARUT KOH (Vol. 2, Issue 1).
- Gunawan, H. C., Mungok, C. D., & Lestyowati, Y. (2018). PEMANFAATAN ABU BOILER CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON.
- Hadi, S. (2020). ANALISIS JENIS PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON (Vol. 3, Issue 1).
- Houston, D.F., 1972. Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemist, Inc. Minnesota.
- Hasil, J., Fisika, P. B.,Yani, P., Sinulingga, K., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2021). EINSTEIN (e-journal) PENGARUH CAMPURAN PARTIKEL ABU BOILER CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN BETON.
- Ismunadji, M., Partohardjono.S., Syam.M., Widjono. A. 1988. Hara dan Mineral Tanaman Padi, Balai Penelitian Tanaman Pangan. Bogor. Hal 31
- Kusnan, I. (2016). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari.
- Nugroho, D., Andi Saputra, A., Kunci, K., Bata, B., Sekam Padi, A., Bakar,S., Garam, K., Serap Air, D.,& Tekan, K. (2019). PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUALITAS BATA MERAH DI DESA TEGALOMBO, KECAMATAN DUKUHSETI, KABUPATEN PATI.
- Nurzal, O. :, & Mahmud, D. J. (2013). PENGARUH KOMPOSISI FLY ASH TERHADAP DAYA SERAP AIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK. In Jurnal Teknik Mesin (Vol. 3, Issue 2).
- Putro, A.L., Dan Prasetyoko, D., 2007. Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintetis Zeolit ZSM-5 Tanpa Menggunakan Tempat Organik. Akta Kimindo. Vol 3(1), hal. 33-36

- Sandya, Y., & Musalamah, S. (2019). PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI SEMEN PADA BETON GEOPOLIMER.  
Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata beton (Paving block). Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional.  
Standar Nasional Indonesia -03-6827-2002 Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil  
Telaumbanua, N. (2016). PEMANFAATAN CARBON CURING AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM CAMPURAN BATA BETON (PAVING BLOCK) DITINJAU DARI DAYA SERAP AIR DAN KUAT TEKAN. Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains, 2(2), 96–108.