



Pengaruh Penambahan Arang Pelepah Sawit terhadap Sifat Mekanik Batu Bata Merah

Cory Dian Alfarisi^{1*}, Padil², Drastinawati³, Wisrayetti⁴, Nurfatihayati⁵, Yelmida A⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Kimia D-III, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

^{*}Koresponden Penulis : cory.dian@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Batu bata merah (*red bricks*) adalah salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan untuk membuat dinding rumah. Pada penelitian ini adalah pembuatan batu bata dengan penambahan arang pelepah sawit dalam proses pembuatannya. Tujuan pada penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh penambahan arang pelepah sawit pada pembuatan batu bata merah ditinjau dari kuat tekan, daya serap air (*Suction rate*) dan kerapatan semu (*Apparent density*). (2) Membandingkan hasil semua pengujian dengan SNI 15-2094-2000. Pembuatan batu bata percobaan diawali dengan menambahkan tanah liat dengan arang pelepah sawit yang sudah dihaluskan dengan perbandingan rasio 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 dan 80:20, kemudian dicetak, dikeringkan, dibakar dan diuji sifat mekanik baru bata. Pada penelitian ini diperoleh kuat tekan batu bata yang masuk kelas 100 adalah rasio 100:0 dan 95:5 yaitu 11,75 Mpa dan 10,10 Mpa, kemudian batu bata kelas 50 adalah rasio 90:10 dan 85:15 yaitu 8,08 Mpa dan 6,27 Mpa. Daya serap air batu bata yang memenuhi SNI 15-2094-2000 adalah rasio 100:0 dan 95:5 yaitu 18,65% dan 19,74%. Kerapatan semu batu bata yang memenuhi SNI 15-2094-2000 adalah rasio 100:0, 95:5, 90:10 dan 85:15 yaitu masing-masing 1,63 g/cm³, 1,54 g/cm³, 1,37 g/cm³ dan 1,24 g/cm³. Batu bata yang memenuhi standar dan direkomendasikan sebagai batu bata pasangan dinding adalah batu bata dengan rasio 95:5.

Kata kunci: *Apparent density*, Batu bata, Rasio, Sifat Mekanik, *Suction Rate*.

Edisi Januari 2023

ABSTRACT

Brick is a building material that is often used for residential walls. The bricks in this study were bricks with the addition of palm frond charcoal in the manufacturing process. The aims of this study were (1) to determine the effect of adding palm stem charcoal on the manufacture of red bricks in terms of compressive strength, water absorption (Suction rate) and apparent density (apparent density). (2) Comparing the test results with the SNI 15-2094-2000 standard. The manufacture of experimental bricks begins with adding clay with pulverized palm frond charcoal in a ratio of 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 and 80:20, then molded, dried, burned and tested for new mechanical properties. brick. In this study, the compressive strength of bricks that enter class 100 is a ratio of 100:0 and 95:5 namely 11.75 Mpa and 10.10 Mpa, then bricks grade 50 is a ratio of 90:10 and 85:15 which is 8.08 Mpa and 6.27 Mpa. The water absorption capacity of bricks that meet the requirements of SNI 15-2094-2000 is a ratio of 100:0 and 95:5, namely 18.65% and 19.74%. The apparent density of bricks that meet the requirements of SNI 15-2094-2000 are the ratios of 100:0, 95:5, 90:10 and 85:15, which are 1.63 g/cm³, 1.54 g/cm³, 1.37 g/cm³ and 1.24 g/cm³. Bricks that meet the standards and are recommended as masonry bricks are bricks with a ratio of 95:5.

Keywords: *Apparent density, Grade, Ratio, Mechanical Properties, Suction Rate*

doi: 10.33474/e-jbst.v8i2.498

Diterima tanggal 6 November 2022 – Diterbitkan Tanggal 21 Januari 2023

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Pendahuluan

Batu bata adalah salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan dalam pembuatan konstruksi bangunan baik gedung, perumahan maupun pondasi. Adapun tahapan proses pengerjaan batu bata adalah penggalian tanah liat, pembuatan adonan tanah liat, mencetak, pengeringan, pembakaran pada temperatur tinggi sampai matang dan mengalami perubahan warna [3].

Dalam proses membuat batu bata tidak hanya kegiatan mencetak tanah, pengeringan dan membakar namun perlu menambahkan bahan campuran agar menjadi batu bata yang berkualitas sesuai dengan standar. Penambahan bahan campuran ini bertujuan agar kualitas bahan utama pembuatan batu bata yaitu tanah liat (*clay*) mempunyai kualitas yang lebih baik.

As, dkk [1] menyatakan bahwa memanfaatkan bahan organik yang sudah tidak dipakai (limbah) dalam pembuatan batu bata adalah salah satu alternatif untuk menekan biaya produksi dan mengecilkan jumlah campuran tanah liat. Pemanfaatan limbah yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu limbah pelepah sawit. Pemanfaatan limbah pelepah sawit ini sangat menguntungkan karena limbah pelepah sawit sangat mudah ditemukan.

Pelepah kelapa sawit merupakan limbah padat dari pohon sawit yang belum banyak dimanfaatkan. Kandungan senyawa kimia pelepah sawit adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin secara berurutan yaitu 33,7%, 35,9%, dan 17,4%. Berdasarkan kandungan pelepah kelapa sawit dapat digunakan seratnya sebagai bahan baku industri.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan campuran yaitu arang pelepah sawit yang sudah dihaluskan. Bahan lain yang digunakan adalah air dan tanah liat (*clay*) yang diperoleh dari Desa Badak Kecamatan Tenayan Raya. Menggunakan alat-alat seperti yaitu : cangkul, timbangan, ember, dandang, lesung, ayakan 20 mesh, mesin pencetak batu bata (*extruder*), tungku pembakaran, timbangan analitik, oven dan alat uji kuat tekan batu bata

Metode

Kondisi operasi tetap pada penelitian ini mengacu pada penelitian Mahlindo, dkk [4] dan kondisi yang sudah digunakan pabrik yaitu: pengadukan adonan batu bata dilakukan hingga homogen, adonan mentah didiamkan selama 2 hari, lama pengeringan (diangin-anginkan) selama 7 hari, dan lama pembakaran selama 4 hari. Adapun yang menjadi kondisi operasi berubah pada penelitian ini yaitu perbandingan massa tanah liat (*clay*) terhadap massa bahan campuran (arang pelepah sawit) dalam 1 sampel batu bata. Kondisi operasi berubah pada penelitian ini merujuk pada parameter penelitian yang dilakukan oleh Mahlindo, dkk [4]. Adapun kondisi berubah dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Variasi Kondisi Penelitian

Kode jenis sampel	Jumlah sampel (buah)	Rasio Campuran bahan pada Sampel	
		Tanah Liat (<i>clay</i>) (%)	Arang Pelepah Sawit (%)
T0	5	100%	0%
T1	5	95%	5%
T2	5	90%	10%
T3	5	85%	15%
T4	5	80%	20%



Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah air, tanah liat dan arang pelepah sawit yang sudah dihaluskan. Tanah liat dan air diperoleh di area pabrik batu bata di Desa Badak Kecamatan Tenayan Raya. Sedangkan arang pelepah sawit yang sudah halus didapatkan dari dua proses. Proses pertama adalah pengambilan pelepah sawit yang diambil dari kebun kelapa sawit masyarakat. Kemudian pelepah sawit tersebut dibersihkan dari daun-daun yang ada di bagian sisi pelepah sawit. Pelepah sawit yang sudah bersih dari daun kemudian dipotong kecil-kecil, dimana bertujuan untuk mempercepat pengeringan saat dilakukan penjemuran di bawah cahaya matahari langsung selama 3 hari penjemuran. Pengeringan tersebut bertujuan untuk upaya pengecilan angka kadar air pada pelepah sawit, sehingga mudah untuk dilakukan karbonisasi. Proses kedua yaitu proses karbonisasi dan penghalusan dimana pelepah sawit yang sudah dijemur selama 3 hari dilakukan pembakaran agar terbentuk menjadi arang. Langkah pertama yaitu beberapa pelepah sawit tersebut dimasukkan kedalam wadah (dandang). Kemudian dibakar dengan bantuan minyak tanah sebagai pembakaran awal. Setelah itu ditambahkan pelepah sawit ke dalam wadah hingga terisi penuh. Wadah ditutup rapat dengan tutup yang sudah diberi lubang untuk aerasi, dimana lubang tersebut berfungsi sebagai tempat keluar asap pembakaran dan oksigen yang masuk tidak banyak sehingga pelepah sawit tidak menjadi abu saat dibakar. Pembakaran selama 2 jam dan dilakukan beberapa kali pengadukan, hal ini bertujuan agar pelepah sawit menjadi arang secara merata. Ketika pelepah sawit sudah menjadi arang keseluruhan, kemudian dilakukan pendinginan.

Arang yang sudah dingin dimasukkan kedalam lesung untuk dihaluskan. Hasil penghalusan tersebut diayak dengan ayakan 5 mesh untuk memisahkan yang halus dengan yang kasar. Arang yang masih berukuran kasar dilakukan penghalusan ulang menggunakan lesung hingga didapatkan arang yang halus. Arang yang sudah halus dengan ukuran arang 5 mesh tersebut dilakukan penghalusan kembali menggunakan *blender*, kemudian diayak kembali menggunakan ayakan dengan ukuran 20 mesh. Pengalusan ini dilakukan agar didapatkan ukuran arang yang lebih halus dan berukuran sama, agar dalam pengaplikasiannya dengan tanah liat tercampur merata di keseluruhan bagian tanah liat, sehingga memberikan pengaruh yang lebih maksimal terhadap produksi batu bata merah dalam upaya meningkatkan kualitas batu bata.

Dalam membuat batu bata, tanah liat terlebih dahulu ditambahkan air sehingga membentuk tanah liat yang memiliki tekstur lunak. Tanah liat yang sudah lunak ditambahkan arang pelepah sawit yang sudah dihaluskan dengan perbandingan rasio sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Semua bahan dicampurkan dan diaduk hingga bahan menyatu secara merata atau homogen [4]. Adonan yang sudah jadi kemudian dibiarkan selama 3 hari agar memberikan kesempatan air terserap sempurna didalam tanah liat agar menjadi stabil, sehingga ketika dibentuk tidak terjadi penyusutan [3].

Adonan yang sudah didiamkan selama 3 hari dilanjutkan dengan proses pencetakan menggunakan alat *extruder*. Bahan mentah dimasukkan kedalam *hopper input* bahan kemudian digiling oleh *roller*, hasil penggilingan masuk ke tabung *screw* dimana pada bagian ini bahan mentah ditekan keluar sehingga ada tekanan pada bahan mentah dan berlanjut ke *hopper output*, pada bagian ini bahan mentah menjadi padat karena tekanan yang diberikan oleh *screw* kemudian keluar melalui pintu *output* dan dilanjut pemotongan adonan menjadi batu bata menggunakan benang. Batu bata hasil pencetakan diberi tanda sesuai dengan rasio pencampuran untuk mempermudah pengidentifikasi masing-masing sampel. Batu bata yang sudah selesai dicetak kemudian dianginkan dengan cara disusun di dalam bedeng (tempat pengeringan) selama 16 hari pengeringan. Lama pengeringan batu bata lebih dari kondisi operasi tetap, karena pada saat proses pengeringan kondisi lingkungan di pabrik batu bata sering hujan, sehingga memperpanjang waktu proses pengeringan.

Batu bata kering kemudian disusun di tungku perapian dan dibakar selama 4 hari. Pembakaran tersebut menggunakan pembakaran bertahap yaitu tahap penguapan, tahap oksidasi dan tahap pembakaran penuh. Tahapan pembakaran ini dilakukan agar pembakaran terjadi secara merata dan juga menjaga kualitas batu bata. Tahap penguapan dilakukan selama 2 x 24 jam, kemudian dilanjutkan tahap oksidasi yaitu tahap dimana terjadi pembakaran sampah-sampah (karbon) yang tadi di dalam tanah liat yang dilakukan pada hari ketiga selama 1 x 24 jam dan kemudian dilanjutkan ke tahap pembakaran penuh atau tahap pemadatan yang dilakukan pada hari keempat

selama 1 x 24 jam. Api dalam proses pembakaran tidak boleh mengalami padam karena dapat mengganggu kualitas batu bata sehingga harus selalu dikontrol selama 4 x 24 jam. Batu bata yang sudah di bakar selama 4 hari, kemudian didinginkan selama 2 hari di dalam tungku menggunakan suhu udara luar.

Hasil dan Diskusi

Hasil Pengujian Kuat Tekan: Kuat tekan batu bata merah adalah besarnya beban dibagi persatuan luas yang menjadikan batu bata menjadi hancur jika diberi tekanan [7]. Hasil dari pengujian kuat tekan batu bata dengan penambahan arang pelepah sawit dapat dilihat langsung pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Hubungan antara Rasio Tanah Liat : Arang Pelepah Sawit terhadap Kuat Tekan

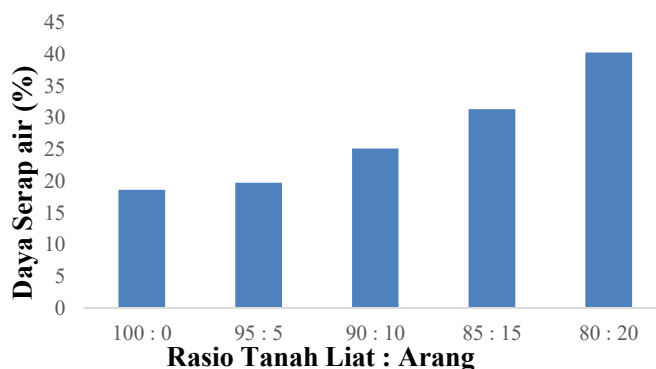
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan arang pelepah sawit pada batu bata percobaan menyebabkan penurunan grafik kuat tekan batu bata yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh dua faktor yang mempengaruhi terjadinya penurunan kuat tekan. Pada faktor pertama dikarenakan adanya ikatan baru yang terbentuk pada tanah liat, yaitu ikatan antar arang pelepah sawit dengan tanah liat dan ikatan antar arang pelepah sawit itu sendiri yang sifatnya lebih lemah dari pada ikatan antar tanah liat [4], sehingga ketika persentase penambahan pelepah sawit semakin banyak maka semakin kecil nilai kuat tekan batu bata.

Kemudian, faktor kedua yaitu pengaruh lama pembakaran batu bata. Rahmawati dan Sunarsih [9] mengatakan bahwa semakin lama waktu dalam proses pembakaran akan mempengaruhi air yang berada dalam pori tanah liat mengalami penguapan dan mempengaruhi molekul-molekul tanah liat saling tarik menarik (merapat). Pemberian arang dengan jumlah tertentu dilakukan bertujuan untuk menyeimbangkan ikatan antar molekul tanah liat, karena SiO_2 pada arang dapat mengisi pori tanah liat yang kosong itu [9]. Namun, pada penelitian ini menggunakan pembakaran yang cukup lama yaitu 4 x 24 jam dan dengan suhu yang tinggi yaitu 1.020°C , sehingga menyebabkan arang pelepah sawit pada batu bata ikut terbakar dan meninggalkan jejak pori pada batu bata, hal ini mempengaruhi ikatan partikel-partikel tanah liat saling menjauh dan batu-bata mengalami penurunan kekuatan yang signifikan [12]. Pada rasio 100:0 sampai 95:5 masih memenuhi SNI 15-2094-2000 yaitu masuk pada mutu batu bata kelas 100. Sedangkan pada rasio 90:10 dan 85:15 masuk pada mutu batu bata kelas 50. Pada rasio 80:20 tidak memenuhi SNI 15-2094-2000 karena memiliki nilai kuat tekan di luar SNI yang sudah ditetapkan.

Penambahan arang pelepah sawit pada penelitian ini yaitu semakin besar penambahan arang pelepah sawit pada batu bata, maka semakin kecil nilai kuat tekan batu bata tersebut. Hal ini bertolak belakang nilai kuat tekannya jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan pada penelitian yang dilakukan oleh Mahlindo, dkk [4] yaitu semakin besar penambahan pelepah sawit pada batu bata maka semakin besar pula nilai kuat tekan batu bata yang didapatkan, hal ini dikarenakan suhu pembakaran batu bata

yang digunakan. Hasil pengujian kuat tekan batu bata yang diperoleh yaitu penambahan pelepah sawit 0%, 5%, dan 10% memiliki nilai kuat tekan berturut-turut yaitu 17,1 N/mm², 18,3 N/mm², dan 20,5 N/mm².

Hasil Pengujian Daya Serap Air (*Suction Rate*): Menurut Huda dan Hastuti [3] yaitu tidak hanya pengujian kuat tekan bata merah, persyaratan yang wajib juga dimiliki bata merah adalah daya serap air (*suction rate*), karena bata merah memiliki sifat berupa bahan kering yang mengakibatkan batu bata mampu menyerap air. Hasil dari pengujian daya serap air batu bata yang sudah dilakukan dengan menambahkan arang pelepah sawit dapat dilihat langsung pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Hubungan antara Rasio Tanah Liat : Arang Pelepah Sawit terhadap Daya Serap Air (*Suction Rate*)

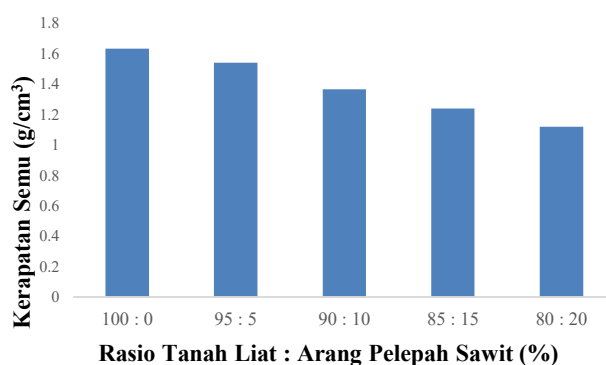
Hasil pengujian daya serap air batu bata merah yang disajikan pada Gambar 2 memberikan informasi bahwa terjadi kenaikan nilai daya serap air seiring bertambahnya komposisi arang pelepah sawit pada batu bata. Batu bata tanpa campuran arang pelepah sawit mempunyai nilai daya serap air yang paling rendah yaitu 18,65%. Batu bata dengan penambahan arang pelepah sawit sebesar 5% mengalami kenaikan nilai daya serap air tetapi tidak begitu signifikan dengan batu bata tanpa campuran arang pelepah sawit yaitu 19,74% dan selisih keduanya hanya sebesar 1,09%. Batu bata dengan penambahan arang pelepah sawit 10%, 15% dan 20% memiliki nilai daya serap air pada batu bata masing-masing adalah 25,14%, 31,36% dan 40,28%, terlihat terjadi kenaikan yang begitu signifikan seiring bertambahnya arang pelepah sawit pada batu bata. Batu bata tanpa campuran arang pelepah sawit (100:0) memiliki daya serap air terendah dikarenakan dalam proses pembakaran terjadi penguapan air pada batu bata dan ikatan antar tanah liat itu sendiri mengalami peningkatan, sehingga terjadi saling tarik menarik dan mengakibatkan ruang kosong hasil penguapan mengecil atau berkurang [3]. Namun, pada batu bata dengan penambahan arang pelepah sawit mengalami kenaikan nilai daya serap air seiring bertambahnya arang pelepah sawit pada batu bata, hal ini dikarenakan pembakaran yang digunakan pada penelitian ini menggunakan waktu pembakaran yang cukup lama yaitu selama 4 x 24 jam dan juga melewati tahap ketiga yaitu tahap pembakaran penuh, dimana suhu yang digunakan bisa mencapai 920 °C sampai 1.020°C [11].

Pembakaran dengan waktu yang lama dan dengan suhu yang tinggi akan mengakibatkan arang mengalami deformasi menjadi abu dan meninggalkan ruang kosong atau pori-pori pada batu bata, sehingga memberikan ruang pada air untuk memenuhi bagian pori-pori pada batu bata saat proses penyerapan. Arang yang dibakar pada suhu yang tinggi akan terbakar dan menjadi abu. Semakin lama pembakaran dengan suhu tinggi maka semakin banyak arang yang terbakar menjadi abu, sehingga banyak rongga-rongga yang terbentuk di dalam batu bata [9]. Jadi, seiring bertambahnya persentase arang pelepah sawit pada batu bata maka semakin besar pula air yang diserap karena banyaknya pori yang terbentuk akibat arang yang mengalami deformasi menjadi abu.

Berdasarkan SNI 15-2094-2000 dari kelima rasio yaitu 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 dan 80:20, hanya rasio 100:0 dan 95:5 yang memenuhi SNI 15-2094-2000 yaitu daya serap air dibawah 20%,

sehingga masih dalam batas yang diperbolehkan dan dapat disarankan sebagai batu bata pasangan dinding. Namun, untuk rasio batu bata 90:10, 85:15 dan 80:20 tidak disarankan sebagai batu bata pasangan dinding, karena daya serap airnya tergolong tinggi. Nilai daya serap air yang tinggi pada batu bata memberikan pengaruh terhadap adukan semen yang diaplikasikan pada batu bata, yaitu air pada adukan diserap batu bata dan adukan semen untuk merekatkan antar batu bata tidak berfungsi atau menjadi lemah[2].

Hasil Pengujian Kerapatan Semu (*Apparent Density*): Standar kerapatan semu minimum batu bata yaitu $1,2 \text{ g/cm}^3$ sesuai SNI 15-2094-2000. Berdasarkan Gambar 3 terlihat jelas bahwa seiring dengan penambahan arang pelepah sawit pada batu bata percobaan, maka semakin turun kerapatan semu batu bata tersebut, hal ini dikarenakan oleh berat jenis arang pelepah sawit yang kecil dari pada berat jenis tanah liat, sehingga ketika batu bata ditambahkan arang maka akan menggantikan tanah liat sebagai bahan utama batu bata sehingga kerapatan semu batu bata menjadi kecil [9].



Gambar 3. Hubungan antara Rasio Tanah Liat : Arang Pelepah Sawit terhadap Kerapatan Semu (*Apparent Density*)

Jika satu batu bata tanpa bahan campuran memiliki berat 1,2 kg maka satu batu bata yang terbuat dari tanah liat dan arang pelepah sawit sebagai bahan campurannya memiliki berat $<1,2 \text{ kg}$ dengan volume yang sama, karena perbedaan berat jenis keduanya. Selain itu, disebabkan oleh perubahan partikel arang menjadi abu pada batu bata percobaan yang dipengaruhi oleh pembakaran yang lama dan menggunakan suhu tinggi. Arang yang dibakar pada suhu panas pembakaran yang tinggi akan menjadi bahan bakar batu bata itu sendiri, sehingga menyebabkan batu bata banyak meninggalkan rongga yang mempengaruhi menurunnya kerapatan semu [8]. Pada rasio 80:20 memiliki rata-rata nilai kerapatan semu terendah yaitu $1,12 \text{ g/cm}^3$, nilai kerapatan semu tersebut berada di bawah syarat SNI 15-2094-2000 yaitu batas minimum kerapatan semu sebesar $1,2 \text{ g/cm}^3$. Namun, pada batu bata dengan rasio 100:0, 95:5, 90:10 dan 85:15 memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 yaitu dengan nilai masing-masing sebesar $1,63 \text{ g/cm}^3$, $1,54 \text{ g/cm}^3$, $1,37 \text{ g/cm}^3$ dan $1,24 \text{ g/cm}^3$.

Kesimpulan

Penambahan arang pelepah sawit berpengaruh terhadap kuat tekan, daya serap air dan kerapatan semu batu bata. Semakin besar jumlah arang pelepah sawit yang ditambahkan pada batu bata maka semakin kecil pula kuat tekan batu bata dan juga kerapatan semu. Tetapi daya serap air bertambah besar seiring bertambahnya jumlah arang pelepah sawit pada batu bata. Kuat tekan batu bata yang memenuhi SNI 15-2094-2000 kelas 100 adalah rasio 100:0 dan 95:5 yaitu 11,75 Mpa dan 10,10 Mpa dan bisa digunakan pada pembuatan batu bata, untuk batu bata yang masuk kelas 50 adalah 90:10 dan 85:15 yaitu 8,08 Mpa dan 6,27 Mpa. Daya serap air batu bata rasio 100:0 dan 95:5 yaitu 18,65% dan 19,74% adalah yang memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 dengan batas daya serap maksimal 20%. Kerapatan



semu batu bata yang berdasarkan SNI 15-2094-2000 yaitu diatas dari 1,2 g/cm³ adalah rasio 100:0, 95:5, 90:10 dan 85:15 dengan nilai masing-masing yaitu 1,63 g/cm³, 1,54 g/cm³, 1,37 g/cm³ dan 1,24 g/cm³.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan keikutsertaan hairul muhsinin dan Charles pasaribu dalam kegiatan ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] As, F.K., Novareza, O dan Santoso, P.B. (2017). *Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Kelapa dan Abu Serbuk Gergaji*. Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu dan Call For Paper. Universitas Stikubank Semarang.
- [2] Handayani, S. (2010). Kuaitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, Vol. 1 No. 2 Hal : 41-50
- [3] Huda, M. dan Hastuti, E. (2012). Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata. *Neutrino*, Vol 4 No 2 Hal : 142-152.
- [4] Mahlindo, T.S., Aji, S. dan Anggraini, S. (2019). Pengaruh Penambahan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Campuran Terhadap Sifat Mekanik Kuat Tekan dan Porositas Batu Bata. *Agro Fabrica. Jurnal Ilmiah Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet*, Vol. 1 No. 2 Hal : 45-51
- [5] Nurhidayah, A.S. (2005). Pemanfaatan Daun Kelapa Sawit Dalam Bentuk Wafer Ransum Komplet Domba. Skripsi, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- [6] Prayuda, H., Setyawan, E.A. dan Saleh, F. (2018). Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Batu Bata Merah Di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, Vol. 1 No. 2 Hal : 94-104
- [7] Rahman, H.A., Wisnumurti, dan A. Zacob. (2016). Uji Kuat Tekan Bata Merah menggunakan Mortar Pasir Kwarsa. Malang. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 1 No. 2 Hal : 1-13.
- [8] Rahmawati, A. dan Saputro, I.N. (2015). Penambahan Abu Jerami dan Abu Sekam Padi pada Campuran Batu Bata untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional. *Eco Rekayasa*, Vol. 11 No. 1 Hal : 16-22
- [9] Rahmawati, A. dan Sunarsih, E.S. (2015). Manfaat Penambahan Karbon dari Material Limbah pada Batu Bata Tradisional. *Techno*, Vo. 6 No. 2 Hal : 98-109
- [10] Sahmadi. (2006). Pengaruh Intensitas pencahayaan terhadap arah pertumbuhan kelapa sawit. Departemen Pertanian Fakultas Pertanian USU, Medan.
- [11] Suwardono. (2002). *Mengenal Pembuatan Bata, Genteng, Genteng Berglasir, Cetakan Pertama*. CV. Yrama Widya : Bandung
- [12] Zuraida, S. (2012). Pengaruh Penambahan Karbon Tempurung Kelapa dan Variasi Lama Pembakaran Terhadap Karakteristik Fisis dan Mekanis Batu Bata. Skripsi, Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret : Surakarta.