

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

2.1 Batu Bata Merah

Salah satu bahan dasar dalam pembuatan pasangan dinding yang biasa digunakan sejak dulu oleh masyarakat Indonesia karena mudah dijumpai adalah batu bata merah, batu bata sendiri sudah menjadi bagian yang wajib ada pada saat membangun rumah mulai dari masa lalu hingga masa kini. Bata merah masih menjadi salah satu pilihan utama oleh masyarakat di Indonesia karena lebih sering digunakan untuk menjadi pasangan dinding untuk rumah tinggal karena sudah teruji kekuatan dan daya tahannya serta mudah untuk menjumpainya di daerah manapun. (Rori et al., 2020).

Salah satu bahan yang paling krusial pada saat pembuatan pasangan dinding merupakan batu bata merah. Batu bata merah dapat dibuat dengan campuran air dan tanah liat, dengan atau tanpa bahan campuran. Proses pembuatannya meliputi penggalian tanah, pencampuran bahan, pencetakan, pengeringan, dan pembakaran dengan menggunakan suhu tinggi hingga matang, berubah warna, dan mengeras. Setelah dingin, batu bata ini menjadi kuat dan tetap utuh walaupun terendam dalam air (Ardi, 2016).

Berdasarkan (SNI-15-2094-2000, n.d.), batu bata merah pejal adalah salah satu komponen untuk membuat pasangan dinding yang biasanya berbentuk prisma persegi panjang.



Gambar 2. 1 Batu Bata Merah

2.2.1 Mutu Batu Bata Merah

Menurut SNI-15-2094-2000 pasangan dinding yang menggunakan batu bata merah memiliki syarat spesifikasi sebagai berikut:

1. Sifat tampak

Dinding yang menggunakan bata pejal harus berbentuk balok segi empat dengan setiap rusuknya berbentuk siku, memiliki permukaan yang datar dan tidak memiliki adanya retakan.

2. Ukuran

Berikut merupakan toleransi dari ukuran batu bata merah berdasarkan SNI-15-2094-2000:

Tabel 2. 1 Ukuran dan toleransi batu bata merah

Modul	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65 ± 2	90 ± 2	190 ± 4
M-5b	65 ± 2	100 ± 2	190 ± 4
M-6a	52 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6b	55 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6c	70 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6d	80 ± 3	110 ± 2	230 ± 5

Sumber: SNI-15-2094-2000

2.2.2 Kuat Tekan Batu Bata Merah

Kuat tekan merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa kuat suatu material dapat menahan beban sebelum menjadi rusak atau terjadi keretakan. Nilai kuat tekan pada batu bata merah mencerminkan tingkat kualitasnya, yang dipengaruhi oleh suhu saat pembakaran, tingkat porositas, serta jenis bahan baku yang digunakan (Ardi, 2016).

Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan pada batu bata merah adalah *compression strength*. Uji kuat tekan ini dapat dilakukan setelah bata merah dibakar dan dibiarkan dingin (Kawa et al., 2018). Berdasarkan SII-0021-78 dan PBUI 1982 bata dibagi menjadi 6 kelas, sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Kuat tekan rata-rata batu bata merah

Kelas	Kuat tekan rata-rata batu bata	
	Kg/cm ²	N/mm ²
25	25	2,5
50	50	5,0
100	100	10,0
150	150	15,0
200	200	20,0
250	250	25,0

Sumber: SII-0021-1978

Berdasarkan SNI-10,1978:6 tiga kategori batu bata merah dibedakan berdasarkan kekuatan tekannya, sebagai berikut:

- a. Nilai kuat tekan $>100 \text{ kg/cm}^2$ pada bata merah termasuk kedalam tingkat I.
- b. Nilai kuat tekan $100 \text{ kg/cm}^2 - 80 \text{ kg/cm}^2$ pada batu bata merah termasuk kedalam tingkat II.
- c. Nilai kuat tekan kurang dari 80 kg/cm^2 pada batu bata merah termasuk kedalam tingkat III.

Adapun fungsi dari ketiga kategori diatas adalah ;

- a. Tingkat I, memiliki fungsi untuk dinding penahan beban dan dinding konvensional
- b. Tingkat II, memiliki fungsi untuk dinding konvensional tapi tidak boleh berada di luar ruangan langsung.
- c. Tingkat III, memiliki fungsi sebagai dinding taman atau *landscape* yang tidak menahan beban.

Rumus kuat tekan dapat dilihat pada persamaan (1):

$$F = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- F = kuat tekan (kg/cm^2)
P = beban maksimum (kg)
A = luas rata-rata benda uji (cm^2)

2.2.3 Densitas (Kerapatan Batu Bata Merah)

Massa jenis atau rapat massa merupakan rasio antara massa suatu zat dengan volumenya. Semakin besar massa dalam setiap satuan volumenya, semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, sebaliknya jika densitas (massa jenis) rendah cenderung menyerap air dalam jumlah lebih besar yang dapat mengurangi kekuatan bahan tersebut (Kapasiang et al., 2017). Batu bata merah harus memiliki kepadatan $1,2 \text{ gr/cm}^3$. Rumus densitas (kerapatan batu bata merah) dapat dilihat pada persamaan (2):

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

P = Densitas suatu bahan (gr/cm^3)

m = Massa kering benda uji (gr)

V = Volume benda uji (cm^3)

2.2.4 Daya Serap Air Batu Bata Merah

Daya serap air menghubungkan volume pori-pori terbuka dengan volume seluruh benda yang dinyatakan dalam (%). Karena memiliki daya serap yang tinggi, batu bata dan campuran mortar dapat terpengaruh akibat kadar air pada campuran terserap kedalam batu bata merah. Akibatnya, proses pengerasan campuran tidak optimal, sehingga kekuatannya menjadi berkurang, daya serap air yang tinggi adalah hasil dari kadar pori yang tinggi pada bata, yang menunjukkan bahwa batu bata tidak terlalu padat (Sulistia, 2023).

Persentase air yang dapat diserap batu bata merah maksimum sebesar 20% sesuai dengan standar SNI-15-2094-200. Rumus daya serap air dapat dilihat pada persamaan (3).

$$\frac{A-B}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: aaa

A = Berat massa basah (gr)

B = Berat massa kering (gr)

2.2 Tanah Liat

Partikel mineral dalam tanah liat yang biasa disebut sebagai lempung, dihasilkan dari silika dan memiliki ukuran sekitar 4 mikrometer. Tanah liat mengandung silika yang telah ditumbuk halus, aluminium, atau aluminium leburan. Mayoritas elemen yang membentuk komposisi bumi adalah silikon, oksigen, dan aluminium. Beberapa tanah liat dihasilkan oleh panas bumi, sedangkan yang lainnya tercipta ketika asam karbonat melapukkan batuan silika (Mulya, 2019).

Tanah liat memiliki komposisi kimia yang memiliki banyak variasi tergantung dari sumbernya, tetapi secara umum, tanah liat memiliki kandungan dari bahan organik dan juga campuran dari beberapa material. Komponen utama yang terdapat

pada tanah liat meliputi lempung, alumina (Al_2O_3), silika (SiO_2), garam mineral, air, dan berbagai macam bahan organik lainnya (Firnas & Mahardhika, 2023).

Tanah liat biasanya memiliki warna-warna seperti merah, abu-abu, cokelat, kehijauan, merah muda, cokelat tua, hitam, dan putih. Kombinasi bahan organik dan oksida besi sering kali menjadi penyebab warna yang berbeda saat ditemukan dalam tanah alami. Warna tersebut dapat berkisar dari coklat tua hingga coklat merah, atau kuning kecoklatan, tergantung pada jumlah kotoran dan oksida besi yang ada. Untuk kandungan oksida besi, kisaran umumnya adalah 2-5%. Tanah dengan warna yang lebih gelap biasanya mencapai kematangan pada suhu yang lebih rendah. (Hastutiningrum, 2013).



Gambar 2. 2 Tanah Liat

2.3 Sekam Padi

Padi merupakan tanaman penghasil beras yang termasuk dalam salah satu komoditas makanan pokok terbesar di dunia. Saat ini, padi menempati posisi ketiga dalam produksi pangan global. Kondisi ini juga terlihat di Benua Asia, yang menjadi wilayah utama bagi para petani penghasil beras, produksi beras mencapai total 90% dari jumlah produksi di dunia. Indonesia sendiri adalah salah satu penghasil beras terbanyak di dunia, menempati urutan ketiga setelah Tiongkok dan India. Di kawasan ASEAN, beras banyak dibudidayakan karena wilayahnya memiliki kondisi yang sangat mendukung, seperti iklim tropis yang hangat dan curah hujan tinggi yang ideal untuk pertumbuhan tanaman padi (Herwanto et al., 2019).

Padi (*oryza sativa*) adalah jenis tanaman yang sangat sering dibudidayakan di Indonesia karena dari tanaman ini dapat menghasilkan beras yang sering

dikonsumsi sebagai makanan pokok di Indonesia. Dimana salah satu produk pertanian utama Indonesia adalah padi. Produksi padi Indonesia mencapai angka 70,85 juta ton gabah kering giling (GKG) pada tahun 2014 yang mana mengalami penurunan hasil panen sebanyak 0,43 juta ton (0,61%) (Basit, 2020).

Sekam padi memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan alternatif karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia. Sekam padi merupakan limbah yang dihasilkan dari padi yang sudah diambil bulir berasnya. Sekam padi memiliki ciri-ciri yang bersifat kasar dengan gizinya yang sedikit dan memiliki jumlah kandungan abu yang sangat kaya. Proses pembakaran sekam padi dengan pengaturan suhu yang tepat dapat menghasilkan abu sekam dengan kandungan silika yang cukup banyak. Selama proses pembakaran ini, zat organik lainnya dapat dihilangkan dari sekam padi meninggalkan hanya silika yang sangat kaya. (SAINTEK Patompo et al., 2023).

Limbah kulit beras atau biasa disebut sekam padi banyak ditemukan di tempat penggilingan padi. Bulir beras yang digiling akan menghasilkan sekitar 22% berat sekam padi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada proses pembakaran batu bata merah. Sekam padi dibakar pada suhu 500-600 hingga menghasilkan abu silika. Sumber silika yang signifikan adalah sekitar 20% dari abu sekam padi, karena memiliki karakteristik sebagai bahan pozzolan. Salah satu manfaat abu sekam padi pada bahan bangunan adalah sebagai pengeras pada batu bata merah. (Basry & Amir, 2019).



Gambar 2. 3 Sekam Padi

2.4 Abu Bonggol Jagung

Selain beras dan gandum, jagung adalah salah satu komoditas pangan yang cukup diminati di dunia dalam memproduksi karbohidrat. Karena alasan ini, jagung merupakan biji-bijian pokok di sejumlah negara, termasuk di Amerika Tengah dan Selatan. Di beberapa wilayah tertentu di Afrika dan Indonesia, hal yang sama juga berlaku (Simanjuntak et al., 2020).

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) termasuk kedalam jenis rumput-rumputan yang memiliki biji tunggal (monokotil). Jagung adalah salah satu tanaman rumput-rumputan yang kuat, dengan ciri khas berbatang kasar yang memiliki tinggi antara 0,6-3 m. Jagung merupakan tanaman yang biasanya ditanam musiman selama musim kemarau dengan durasi tanam $\pm$ 3 bulan dalam sekali proses panen (F. U. Pratama et al., 2023).

Tanaman Jagung merupakan salah satu komoditas utama palawija di Indonesia yang dapat ditinjau dari penggunaan hasil dan aspek pengusahaan, yaitu sebagai salah satu bahan makanan dan pakan untuk ternak. Seiring dengan meningkatnya bahan baku pakan ternak maupun makanan pokok kebutuhan akan tanaman jagung meningkat cukup tinggi. Jagung yang dimanfaatkan sebagai pakan unggas menyumbang sekitar 50% dari total bahan baku yang diolah. Tingginya permintaan terhadap jagung sebagai pakan ternak yang terus meningkat juga menghasilkan volume limbah yang besar, termasuk limbah berupa bonggol jagung (Febriati et al., 2019).

Bonggol jagung mengandung hemiselulosa 30 – 35%, lignin 10 – 20% dan selulosa sebanyak 40 – 45% sedangkan kandugan yang ada dalam abu bonggol jagung memiliki jumlah silika sebanyak lebih dari 60% dengan jumlah unsur – unsur lain yang ada dilamnya (Maharani, 2021).

Pembakaran bonggol jagung menghasilkan abu bonggol jagung yang mengandung silika yang sangat kaya sebesar 67,41%, sehingga dapat dibuat sebagai adsorben (Fathurrahman et al., 2022). Sebagai sumber silika, abu bonggol jagung dibuat melalui pembakaran suhu tinggi dalam proses termal. Ketika memanfaatkan perubahan suhu 500°-700°C untuk mengoptimalkan dan mensintesis nanosilika dari bonggol jagung, ditemukan bahwa sumber silika terbaik

adalah bonggol jagung yang dibakar pada suhu 500° dan 700°C. Selama investigasi ini, kalsinasi selama dua jam pada suhu 700° C digunakan untuk mengolah serbuk bonggol jagung secara termal. Fase proses ini sangat penting karena, dalam proses panas, bahan selain silika dapat terurai dan hilang (R. O. Pratama, 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Fathurrahman et al., 2022) dilakukan pembakaran bonggol jagung yang telah dibersihkan dan dijemur di atas matahari secara langsung, yang kemudian bonggol jagung dibakar dengan suhu 150°C selama 2 jam untuk diubah menjadi arang dan dilakukan pembakaran kembali selama 4 jam untuk mengubah arang bonggol jagung menjadi abu.

Dari penelitian yang dilakukan oleh (Devi Hartaji et al., 2025) mendapatkan hasil penyerapan pada benda uji yang berumur 7 hari dan 14 hari terjadi adanya penurunan daya serap air pada setiap variasi. Daya serap yang dihasilkan ketika abu bonggol jagung ditambahkan ke dalam campuran genteng beton mendapatkan nilai paling besar pada pengujian di hari ke 14 dengan nilai 8,11% yang dimana masuk kedalam persyaratan genteng beton dengan nilai daya serap air kurang dari 10%.



Gambar 2. 4 Bonggol Jagung

2.5 Cangkang Kerang Darah

Kerang termasuk dalam keluarga *Mollusca*, yaitu invertebrata lunak yang biasanya ditemukan di lingkungan pesisir. Ada tiga jenis kerang yang paling sering dimakan antara lain kerang bulu (*Anadara antiquata*), kerang darah (*Anadara granosa*), dan kerang hijau (*Mytilus viridis*) (Jhon et al., 2016).

Salah satu jenis hewan dari filum mollusca adalah kerang yang tidak memiliki segmen tubuh, dilengkapi dengan kelenjar penghasil cangkang, dan diselimuti oleh jaringan khusus yang disebut mantel. Produksi kerang pada tahun 2010 mencapai 34.929 ton, menurut statistik perikanan tangkap Indonesia, menunjukkan bahwa kerang telah menjadi salah satu komoditas perikanan yang telah lama dibudidayakan, terutama sebagai bisnis sampingan (Vilpa, 2021). Cangkang adalah satu-satunya bagian dari kerang yang tidak dapat dimakan akibatnya, cangkang hanya dibiarkan terkumpul menjadi limbah rumah tangga. Alumina, silikat, dan kapur ditemukan dalam cangkang kerang.

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis kerang yang sangat mudah ditemukan di perairan Indonesia dan sering dijadikan olahan makanan oleh masyarakat Indonesia karena kandungan proteinnya yang sangat tinggi. Menurut (Andika & Safarizki, 2019) produksi kerang darah (*Anadara granosa*) pada tahun 2011 di Indonesia mencapai 373,202 ton yang mana jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya mengalami kenaikan sebesar 44,12%.

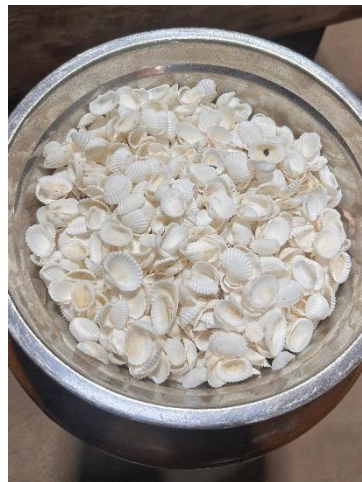
Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan jenis kerang yang sering diolah menjadi makanan oleh orang Asia Tenggara dan Asia Timur. Penamaan kerang darah oleh famili Arcidae merujuk pada cairan merah menyerupai darah yang dihasilkan, yang berasal dari kandungan hemoglobin di dalam tubuhnya. Kerang ini biasanya ditemukan dikawasan Indo-Pasifik dan tersebar mulai dari Polinesia hingga Afrika Timur. Kerang ini senang memendam dirinya kedalam lumpur atau pasir. Pada saat dewasa kerang ini berukuran 4 sampai 5 cm untuk lebarnya dan 5 sampai 6 senti untuk panjangnya. Karena nilai ekonomisnya yang sangat tinggi, banyak orang membudidayakan kerang darah sebagai bisnis. Meskipun biasanya hanya diolah untuk dikukus, atau direbus, kerang ini juga dapat dinikmati dengan cara digoreng atau makanan kering lainnya (Andika & Safarizki, 2019).

Kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung unsur-unsur kimia berikut: Al_2O_3 (1,62%), MgO (22,65%), SiO_2 (8,25%), CaO (66,07%), dan Fe_2O_3 (0,40%). Cangkang kerang darah mengandung 66,07% senyawa CaO (*kalium oksida*), yang melepaskan energi panas ketika bahan yang terbuat dari bubuk

cangkang kerang dengan jumlah yang tepat ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan tekan (Andika & Safarizki, 2019).

Cangkang kerang mengandung komponen yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas batu bata merah menjadi lebih baik. Cangkang kerang dapat ditambahkan ke dalam campuran bata merah jika dihancurkan dengan halus dan disaring melalui saringan dengan ukuran yang sesuai (Arbi, 2015).

Serbuk cangkang kerang diperoleh melalui proses pengeringan dan penghancuran hingga menjadi partikel halus. Serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran. Penambahan serbuk cangkang kerang yang telah bersifat homogen berpotensi meningkatkan reaktivitas keseluruhan campuran (Fauziah et al., 2019).



Gambar 2. 5 Cangkang Kerang

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

Sitasi	Variabel	Material yang digunakan	Persentase	Metode	Analisis
(Arbi, 2015)	Beton	Cangkang kerang	5% 10% 15%	Kuat Tekan	26,3 Mpa 23,3 Mpa 19,7 Mpa
(Andika & Safarizki, 2019)	Beton	Cangkang kerang darah	7,5%	Kuat Tekan	20 Mpa
(Fauziah et al., 2019)	Beton Ringan	Cangkang Kerang	5%	Kuat Tekan Daya Serap	3,54 Mpa 30,805%
(F. U. Pratama et al., 2023)	Paving Block	Abu Tongkol jagung	2% 4% 4%	Daya Serap Air Daya Serap Air Densitas	18,22% 19,51% 1,654 gr/cm ³
(Dwi Nata & Dharmawansyah, n.d.)	Paving Block	Abu Bonggol Jagung & Abu Cangkang Kemiri	15%	Daya Serap Air	6,67%

Berdasarkan *literature review*, dapat disimpulkan bahwa belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menggunakan abu bonggol jagung dan serbuk cangkang kerang darah sebagai bahan campuran dalam pembuatan batu bata merah. Pada penelitian ini menggunakan abu bonggol jagung sebagai bahan alternatif lain karena memiliki karakteristik yang sama dengan abu sekam padi pada batu bata merah konvensional yaitu bersifat *pozzolan* yang mengandung silika untuk mengurangi daya serap air dan mempercepat proses pembakaran. Abu bonggol jagung mengandung silika sebesar 67,41% (Mujedu et al., 2014). Menurut hasil penelitian (F. U. Pratama et al., 2023) persentase penyerapan air pada *paving block porous* dengan tambahan abu bonggol jagung komposisi campuran C1 2% sebesar 18,22% dan C2 4% sebesar 19,51%, sedangkan kuat tekan tertinggi pada perlakuan C1 sebesar 6,47 MPa belum memenuhi standar SNI 03-0691-1996 mutu D dengan rata-rata kuat tekan sebesar 10 MPa dengan minimal 8,5 MPa. Oleh karena itu, pada

penelitian ini menggunakan bahan tambah yaitu serbuk cangkang kerang darah untuk meningkatkan kuat tekan batu bata merah. Reaksi dari kandungan utama dalam serbuk cangkang kerang darah, yaitu CaO (kalsium oksida) sebesar 67,07% dan MgO (magnesium oksida) sebesar 22,65%, dapat meningkatkan kuat tekan apabila digunakan dengan proporsi yang tepat. Hal ini terjadi karena senyawa CaO melepaskan energi panas selama reaksi berlangsung, yang kemudian membantu memperkuat struktur material (Andika & Safarizki, 2019). Berdasarkan hasil penelitian (Arbi, 2015) kuat tekan beton optimum terjadi pada penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 5%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan membandingkan batu bata merah konvensional dan batu bata merah inovasi.

Tabel 3. 1 *Job Mix Design*

No.	Benda Uji	Perbandingan Bahan Bahan Campuran				Bahan Tambahan	Jumlah sample
		Tanah Liat	Sekam Padi	Abu Bonggol Jagung	Air	Serbuk Cangkang Kerang	
1	Variasi 1 (batu bata merah konvensional)	95%	5%	-	0,3 L	-	3
2	Variasi 2	95%	2%	3%	0,3 L	-	3
3	Variasi 3	95%	2%	3%	0,3 L	5%	3
4	Variasi 4	95%	1%	4%	0,3 L	-	3
5	Variasi 5	95%	1%	4%	0,3 L	5%	3
6	Variasi 6	95%	-	5%	0,3 L	-	3
7	Variasi 7	95%	-	5%	0,3 L	5%	3

3.2 Ukuran dan Jumlah Variasi

Penelitian ini menggunakan batu bata berukuran 220 mm x 95 mm x 45 mm, dengan 21 sampel benda uji yang direncanakan sebanyak 7 variasi dengan masing-masing variasi menggunakan 3 benda uji.



Gambar 3. 1 Ukuran batu bata merah

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan atau alur penelitian tersebut digambarkan melalui *flowchart* berikut ini: