

PEMANFAATAN ABU SABUT KELAPA SAWIT DAN PENGARUHNYA TERHADAP KARAKTERISTIK BATAKO

Nur Aisyah Jalali¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang
email: nuraisyahjalali@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the physical properties and quality of the concrete block that contain palm ash as a partial replacement of cement. The sample of concrete blocks measuring 40x20x10 cm with compositions 1 cement and 4 sand (volume ratio). Variations of the test specimen without palm ash and containing palm ash content with 5%, 10%, 15%, and 20% of the cement used. The test includes examining the size, the compressive strength testing, and water absorption. The test results showed that the length and width of the concrete blocks are still in the allowable limits, but the thickness does not meet standards. The results of compressive strength testing of concrete blocks with ash content 5%, 10%, and 15% are considered quality II, concrete blocks without ash and with ash content of 20% included in the quality III. The test results of water absorption for all variations of the mixture into the quality I and II

Keywords: concrete block, palm fiber, measure, strength, water absorption

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisis dan mutu batako akibat adanya abu sabut kelapa sawit (SKS) sebagai bahan pengganti sebagian semen. Benda uji berupa batako berukuran 40x20x10 cm dengan komposisi 1 semen dan 4 pasir (perbandingan volume). Variasi benda uji yakni batako tanpa abu SKS, dan batako dengan abu SKS sebesar 5%, 10%, 15%, serta 20% dari kebutuhan semen. Pengujian meliputi pemeriksaan ukuran, pengujian kuat tekan, dan penyerapan air. Hasil pemeriksaan ukuran menunjukkan bahwa panjang dan lebar batako masih berada dalam batas yang diperkenankan, tetapi tidak demikian dengan tebal batako. Hasil pengujian kuat tekan batako dengan kadar abu 5%, 10%, dan 15% masuk dalam mutu II, sedangkan batako tanpa kadar abu dan batako dengan kadar abu 20% masuk dalam mutu III (Balitbang Kimpraswil, 2003b). Hasil pengujian penyerapan air untuk semua variasi campuran masuk dalam mutu I dan II (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Kata kunci: batako, sabut kelapa sawit, ukuran, kuat tekan, penyerapan air.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan pembangunan infrastruktur di Indonesia yang pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan. Bahan bangunan yang digunakan pada pembangunan tersebut antara lain batu, pasir, tanah lempung untuk bata merah, kapur atau semen untuk batako dan beton, serta bahan-bahan lainnya.

Selain harga lahan yang semakin mahal, masalah lain yang muncul dalam pelaksanaan pembangunan adalah tingginya biaya konstruksi yang meliputi harga bahan dan pelaksanaan. Saat ini, pembangunan perumahan di Indonesia masih banyak yang menggunakan batu bata atau bata merah karena lebih mudah diperoleh dan harganya

relatif lebih murah jika dibandingkan dengan bahan lain dengan fungsi yang sama. Salah satu bahan pembuat batu bata adalah tanah lempung yang banyak terdapat pada lahan-lahan pertanian. Usaha ini banyak dilakukan oleh kelompok masyarakat dan tersebar di seluruh Indonesia. Dampak positif dari kegiatan tersebut adalah semakin terbukanya lapangan pekerjaan bagi masyarakat dan roda perekonomian semakin terdongkrak, namun timbul pula dampak negatif yakni terjadinya kerusakan pada lahan-lahan pertanian. Kebutuhan perumahan yang semakin meningkat menjadikan permintaan akan bahan bangunan tersebut juga semakin tinggi.

Pembahasan tentang kelapa sawit berkaitan dengan masalah lingkungan khususnya limbah. Gambar 1 dan 2 menunjukkan persentase

produk limbah sawit terhadap tandan buah segar di Malaysia (Abdullah dan Sulaiman, 2013; Nur, 2014) dan produksi komponen

kelapa sawit Indonesia pada tahun 2013 (Nur, 2014).



Gambar 1. Komposisi produk kelapa sawit (%) yang berasal dari tandan buah segar (Abdullah dan Sulaiman, 2013; Nur, 2014)



Gambar 2. Produksi komponen kelapa sawit Indonesia pada tahun 2013 (Nur, 2014)

Hal ini menunjukkan bahwa sabut merupakan komponen yang cukup banyak dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit, baik di Indonesia maupun di Malaysia. Propinsi Sulawesi Barat khususnya daerah Mamuju merupakan salah satu daerah penghasil kelapa sawit, dimana limbahnya belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat dan pemerintah. Selama ini limbah sabut dan cangkang dimanfaatkan sebagai bahan pengeras jalan, pembuatan pupuk, arang aktif, dan kerajinan tangan.

Oleh karena itu kami mengadakan penelitian tentang sabut kelapa sawit sebagai bahan pencampur batako menggantikan sebagian semen. Dalam hal ini, sabut tersebut dibakar terlebih dahulu menjadi abu karena sabut tergolong limbah organik yang suatu saat akan mempengaruhi kualitas batako. Jadi selain mereduksi limbah, abu SKS memiliki nilai ekonomis, di samping menggiatkan usaha kecil dalam memproduksi batako dengan bahan pengganti sebagian semen.

Batako

Batu cetak beton atau *conblock (concrete block)* atau batako adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau *pozzolan*, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya, yang dicetak sedemikian

rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Batako memiliki sifat-sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik daripada beton padat. Batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Keunggulan dinding yang dibuat dari batako adalah dapat meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi batako, maka semakin ramah terhadap lingkungan jika dibandingkan dengan produksi batu bata tanah liat karena tidak perlu dibakar.

Batako atau batu cetak tras-kapur adalah batu bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Bahan bangunan seperti batako secara umum biasanya digunakan untuk dinding beton. Batako digolongkan dalam dua kelompok utama yakni batako padat dan batako berlubang. Bata beton berlubang adalah batu cetak yang memiliki lubang sedemikian rupa hingga jumlah luas penampang lubangnya serta jumlah isi (volume) lubangnya masing-masing lebih besar dari 25% luas penampang serta isi batu cetak yang bersangkutan, sedangkan bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan mempunyai volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

Berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b) bata beton berlubang diklasifikasikan sesuai dengan pemakaiannya yakni:

1. Bata beton berlubang mutu I digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
2. Bata beton berlubang mutu II digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
3. Bata beton berlubang mutu III digunakan hanya untuk hal-hal seperti yang tersebut boleh tidak diplester.
4. Bata beton berlubang mutu IV dipergunakan hanya untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat, serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (di bawah atap).

Batako yang baik adalah yang permukaannya rata dan saling tegak lurus, serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Selain yang ditunjukkan pada Tabel 1, persyaratan lain pada batako antara lain permukaannya harus mulus, berumur minimal satu bulan, pada waktu pemasangan harus sudah kering, sisi-sisi batako harus lurus dan tegak lurus satu dengan yang lainnya, serta tidak mudah direpihkan dengan tangan. Mengacu pada SNI 03-0349-1989 (Badan Standardisasi Nasional, 1989) dan SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil,

2003b), bata beton berlubang dibedakan menurut tingkat mutunya seperti yang tercantum pada Tabel 1. Kuat tekan dan penyerapan air mengidentifikasi mutu dari sebuah batako. Oleh karena itu spesifikasi dari karakter kualitas yang kritis produk batako adalah tingkat kuat tekan dan penyerapan airnya, dimana semakin tinggi kekuatan batako yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu batako yang dihasilkan.

Penggunaan batako memiliki beberapa keuntungan, di antaranya untuk 1 m² luas dinding, jumlah batu yang dibutuhkan lebih sedikit sehingga secara kuantitatif terjadi penghematan. Dalam hal penggunaan adukan juga terjadi penghematan sampai 75%, berat tembok diperingan sampai 50% sehingga ukuran pondasi juga dapat berkurang. Bentuk batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak, dan jika kualitasnya baik maka tembok tersebut tidak perlu diplester karena sudah cukup menarik (Frick dan Koesmartadi, 2012).

Persyaratan mutu yang harus dipenuhi oleh bata beton berlubang adalah:

1. Syarat-syarat fisis yang ditunjukkan pada Tabel 1.
2. Syarat ukuran standar dan toleransi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Syarat-syarat fisis bata beton berlubang (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu			
		I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto, *) rata-rata, min	MPa	7,0	5,0	3,5	2,0
2. Kuat tekan bruto, *) masing-masing benda uji, min.	MPa	6,5	4,5	3,0	1,7
3. Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	-	-

*) kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji hancur, dibagi dengan luas bidang tekan nyata dari benda uji, termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

Tabel 2 Persyaratan ukuran standar dan toleransi bata beton berlubang (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

Jenis	Ukuran + toleransi (mm)		Tebal dinding sekatan lubang minimum (mm)		
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
Kecil	390 + 3	190 + 3	100 ± 2	20	15
	- 5	- 5			
Besar	390 + 3	190 + 3	200 ± 2	25	20
	- 5	- 5			

Adapun bahan-bahan penyusun batako diuraikan sebagai berikut:

1. Semen

Semen merupakan bahan ikat yang paling banyak digunakan dalam pembangunan fisik dari sektor konstruksi sipil. Semen adalah suatu bahan pengikat yang mengeras apabila bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Ketika semen *portland* dicampur dengan air, para konstituen senyawa kimia menjalani serangkaian reaksi kimia yang menyebabkannya mengeras. Reaksi kimia ini semuanya melibatkan penambahan air ke senyawa kimia dasar, reaksi kimia dengan air ini disebut hidrasi. Setiap reaksi-reaksi ini terjadi pada waktu yang berbeda. Bersama-sama, hasil reaksi ini menentukan bagaimana semen *portland* mengeras dan memperoleh kekuatan.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton maupun batako. Agregat ini menempati sebanyak 70% dari volume benda uji. Sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi benda ujinya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton atau batako. Agregat yang digunakan dalam campuran dapat berupa agregat alam atau agregat buatan.

Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau

4,75 mm (standar ASTM), jadi agregat halus adalah batuan yang ukurannya lebih kecil dari 4,80 mm atau 4,75 mm.

3. Air

Dalam proses pembuatan batako, penggunaan air bertujuan agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran air dan semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Selain itu juga berfungsi sebagai pelicin antara campuran pasir dan semen yang akan memudahkan pekerjaan, serta untuk merawat batako selama proses pengeringan dan pengerasan.

Air yang akan dipakai untuk pembuatan campuran dan pemeliharaan batako setelah mengeras harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- tidak mengandung lumpur atau benda-benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter;
- tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih besar dari 15 gram/liter; dan
- tidak mengandung klorida (Cl) lebih besar dari 0,5 gram/liter, serta tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram liter.

Fauzi dkk (2006) berpendapat, tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack.) merupakan tumbuhan tropis yang tergolong dalam famili *Palmae* dan berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Namun ada yang menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil karena disanan lebih banyak ditemukan spesies kelapa sawit. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar

daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini, bahkan mampu memberikan hasil produksi per hektar yang lebih tinggi.

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Bagi Indonesia, kelapa sawit memiliki arti penting karena mampu menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat dan sebagai sumber perolehan devisa negara. Sampai saat ini Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak sawit (*Crude Palm Oil/CPO*) dunia selain Malaysia dan Nigeria (Fauzi dkk, 2006).

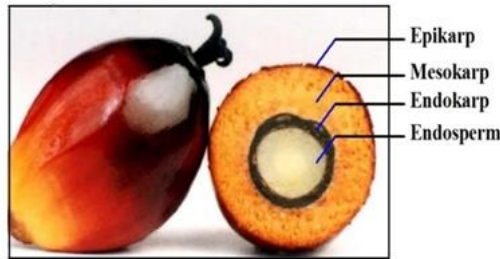
Nur (2014) menyatakan distribusi tanaman sawit di Indonesia dapat dijumpai di Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Jawa. Pada tahun 2013 dari total luas perkebunan sawit sebesar 9,14 juta hektar, sekitar 65% berada di Pulau Sumatera, disusul Kalimantan (31%), Sulawesi (3%), kemudian Jawa dan Papua di bawah 1%. Perkembangan kelapa sawit menyebar di 22 propinsi di empat pulau (Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua), dimana berdasarkan data Departemen Pertanian RI (2014), Propinsi Riau menempati urutan tertinggi dalam luas perkebunan sawit disusul Sumatera Utara dan Kalimantan Tengah.

Tanaman kelapa sawit dibedakan atas dua bagian yakni bagian vegetatif yang terdiri atas akar, batang, daun, serta bagian generatif yang terdiri atas bunga dan buah. Secara anatomi, bagian buah kelapa sawit terdiri atas *perikarp* dan biji. Perikarp tersusun oleh *epikarp* dan *mesokarp*. *Epikarp* merupakan kulit buah yang

licin dan keras, sedangkan *mesokarp* merupakan daging buah yang berserabut dan mengandung minyak dengan rendemen tinggi. Biji tersusun oleh *endokarp* dan *endosperm*. *Endokarp* merupakan tempurung kulit biji yang berwarna hitam dan keras, sedangkan *endosperm* merupakan daging biji yang berwarna putih dan dari bagian ini dihasilkan minyak inti sawit. Bagian-bagian kelapa sawit ditunjukkan pada Gambar 3.

Bagian dari buah kelapa sawit yang akan dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah sabutnya, maka akan dibahas sekilas tentang sabut kelapa sawit (SKS). Serat yang disebut sabut atau serabut sawit (*mesocarp fiber*) yang ditunjukkan pada Gambar 4, diproduksi setelah tandan kosong mengalami penekanan pada sebuah kolom bertekanan dan mesin penampi serta mesin *depericarper*.

Limbah ini biasanya digunakan sebagai sumber bahan bakar *boiler* yang dikombinasi dengan tandan kosong dan cangkang sawit (Nur, 2014). Limbah padat pabrik kelapa sawit berupa abu dari cangkang dan sabut mengandung banyak silika. Hal ini diperlihatkan pada Tabel 3 yaitu komposisi abu sawit yang berasal dari pembakaran sabut, cangkang, dan tandan (Graille, dkk, 1985). Data tersebut menunjukkan bahwa abu sabut dan kulit buah (cangkang) sawit mengandung banyak silika yakni mencapai $\pm 60\%$, sementara abu tandan sawit hanya mengandung silika 19%. Jadi sabut mengandung mineral yang dapat digunakan sebagai bahan tambah pada pembuatan bahan bangunan yang dicampur semen karena semen juga merupakan mineral alam yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam pencampuran batako.



Gambar 3. Bagian-bagian dari kelapa sawit (Graille dkk, 1985)



Gambar 4. Sabut sawit atau mesocarp fiber (Nur, 2014)

Tabel 3 Komposisi abu sawit terhadap % berat (Graille dkk, 1985).

Unsur/Senyawa	Sabut	Kulit buah	Tandan
Kalium (K)	9,2	7,5	25,8
Natrium (Na)	0,5	1,1	0,03
Kalsium (Ca)	4,9	1,5	2,7
Magnesium (Mg)	2,3	2,8	2,8
Klor (Cl)	2,5	1,3	4,9
Karbonat (Co ₃)	2,6	1,9	9,2
Nitrogen (N)	0,04	0,05	-
Pospat (P)	1,4	0,9	0,2
Silika (Si)	59,1	61	19,1

Pengujian Sifat Fisis pada Batako

Pengujian sifat-sifat fisis pada batako terdiri atas:

1. Pengukuran benda uji
Kegiatan ini dilakukan paling sedikit 3 kali pada setiap sisi, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.
2. Pengujian kuat tekan
Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur dengan luas bidang tekan bruto [Persamaan (1)].
$$f_{ic} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:
 f_{ic} = kuat tekan (kg/cm²)
 P = beban maksimum (kg)
 A = luas penampang benda uji (cm²)
3. Pengujian penyerapan air
Penyerapan air pada batako dihitung berdasarkan selisih penimbangan dalam

keadaan basah dan kering berdasarkan persen berat benda uji kering [Persamaan (2)].

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

- dimana:
 A = berat benda uji dalam keadaan basah (kg)
 B = berat benda uji dalam keadaan kering (kg)

METODE

Bahan Penelitian

- Bahan-bahan yang digunakan adalah:
1. Semen jenis *Portland Composite Cement* (PCC) produksi PT. Semen Tonasa
 2. Agregat halus berupa pasir, berasal dari Bilibili
 3. Air dari PDAM
 4. Enceng gondok yang dijadikan abu, diambil dari Danau Unhas

Peralatan Penelitian

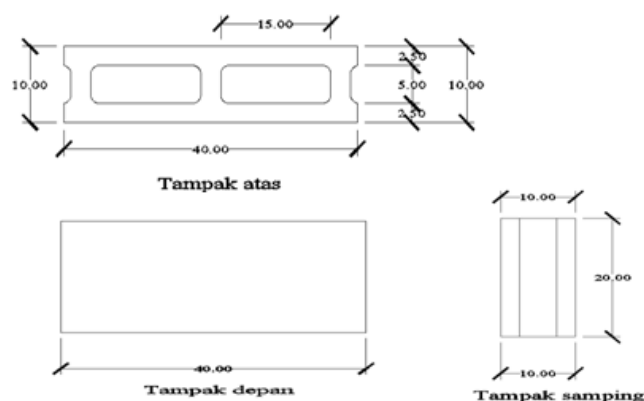
Peralatan-peralatan yang digunakan meliputi:

1. Peralatan untuk pengujian karakteristik pasir yaitu talam, *mould*, sendok material, mistar ukur, tongkat pemadat/perata, botol uji, timbangan, sekop, ayakan agregat halus 1 set dan penggetar ayakan, serta oven.
2. Peralatan untuk membuat benda uji, diantaranya ayakan pasir, sekop, sendok spesi, gelas ukur, ember, bak aduk, cetakan batako, dan mesin pembuat batako.
3. Peralatan untuk pengukuran benda uji yakni mistar ukur

4. Peralatan untuk pengujian kuat tekan berupa mistar ukur, dan mesin uji tekan (*Compressive Test Machine*).
5. Peralatan untuk pengujian penyerapan air yaitu bak perendam, timbangan, dan oven.

Benda Uji

Benda uji berupa batako atau bata beton berlubang berukuran (p x l x t) 40 x 20 x 10 cm yang ditunjukkan pada Gambar 5. Bahan-bahan pencampur batako terdiri atas semen, pasir, dan air, dengan komposisi 1 semen dan 4 pasir (dalam perbandingan volume).



Gambar 5. Bentuk dan ukuran benda uji batako

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan peralatan
Pada tahap ini persiapkan semua bahan dan peralatan yang akan digunakan, termasuk sabut kelapa sawit (SKS). SKS didapatkan dari Mamuju, jika telah terkumpul dalam wadah dibakar hingga menjadi abu yang kemudian disimpan di dalam wadah tertutup yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian volume semen.
2. Pengujian karakteristik agregat
Kegiatan ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar organik, berat volume, dan analisa saringan. Pengujian mengacu pada SNI pengujian agregat (Balitbang Kimpraswil, 2003a). Pemeriksaan semen

portland dilakukan secara visual meliputi kemasan dan butiran semen agar diperoleh semen dalam keadaan halus dan tidak menggumpal. Pemeriksaan air meliputi bau dan warna, sedangkan pemeriksaan abu SKS dilakukan secara visual yakni tidak tercampur dengan bahan lain dan berada dalam kondisi kering.

Perhitungan bahan-bahan pencampur batako

Benda uji (batako) dicetak sesuai dengan ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 5 komposisi dan variasi campuran tersebut di atas. Hal-hal yang berhubungan dengan variasi campuran, jenis pengujian, dan jumlah benda uji ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Variasi campuran, jenis pengujian, dan jumlah benda uji

No.	Kode benda uji	Persentase abu sabut kelapa sawit (%)	Jenis pengujian	Jumlah benda uji (buah)
1	BB.SKS.0.T	0	Kuat tekan	8
	BB. SKS.0.P	0	Penyerapan air	8
2	BB. SKS.5.T	5	Kuat tekan	8
	BB. SKS.5.P	5	Penyerapan air	8
3	BB. SKS.10.T	10	Kuat tekan	8
	BB. SKS.10.P	10	Penyerapan air	8
4	BB. SKS.15.T	15	Kuat tekan	8
	BB. SKS.15.P	15	Penyerapan air	8
5	BB.SKS.20.T	20	Kuat tekan	8
	BB.SKS.20.P	20	Penyerapan air	8

Pengujian tampak dan ukuran batako dilakukan terhadap seluruh benda uji dengan jumlah total 80 buah.

Perhitungan kebutuhan abu SKS diperoleh melalui konversi dari volume semen menjadi berat abu SKS [Persamaan (3) sampai (5)].

$$\text{Volume semen} = \frac{\text{berat semen}}{\text{berat volume semen}} \quad (3)$$

$$\text{Volume abu SKS} = \text{variasi abu SKS} \times \text{volume semen} \quad (4)$$

$$\text{Berat abu SKS} = \text{volume abu SKS} \times \text{berat volume abu SKS} \quad (5)$$

Proses pencampuran dilakukan dengan menambahkan abu SKS. Komposisi campuran yang digunakan adalah jenis campuran untuk area yang tidak terkena air yaitu 1 semen : 4 pasir. Penambahan abu SKS didasarkan pada jumlah semen,

dimana variasi benda uji yang dibuat adalah 0% (tanpa abu SKS), 5%, 10%, 15%, dan 20% dari kebutuhan semen. Proses pemadatan disesuaikan atau sama dengan cara pembuatan benda uji mortar. Dalam proses pembuatannya, batako dicetak secara konvensional agar diperoleh perlakuan yang sama dalam hal pemadatan batako.

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat, diperoleh hasil perhitungan komposisi bahan campuran batako sebagai berikut:

$$\text{Berat volume pasir} = 1444 \text{ kg/m}^3 = 1440 \text{ kg/liter}$$

$$\text{Berat volume semen} = 1240 \text{ kg/m}^3 = 1,24 \text{ kg/liter}$$

$$\text{Berat volume abu sabut kelapa sawit} = 510 \text{ kg/m}^3 = 0,51 \text{ kg/liter}$$

Tabel 5 Jumlah bahan-bahan penyusun batako dengan campuran abu SKS (dalam satuan volume)

No.	Kode benda uji	Variasi abu sabut kelapa sawit	Volume 16 buah batako (liter)	Komposisi campuran*	Kebutuhan bahan-bahan penyusun batako (liter)			
					Semen	Abu	Pasir	Air
1	BB.SKS.0	0%	12	1 : 0 : 4	24,0	0,0	96	12
2	BB.SKS.5	5%	12	0,95:0,05:4	22,8	1,2	96	12
3	BB.SKS.10	10%	12	0,9:0,1:4	21,6	2,4	96	12
4	BB.SKS.15	15%	12	0,85:0,15:4	20,4	3,6	96	12
5	BB.SKS.20	20%	12	0,8:0,2:4	19,2	4,8	96	12

*) Komposisi campuran = semen : abu : pasir

Tabel 6 Jumlah bahan-bahan penyusun batako dengan campuran abu SKS (dalam satuan berat)

No.	Kode benda uji	Variasi abu sabut kelapa sawit	Volume 16 buah batako (kg)	Komposisi campuran*	Kebutuhan bahan-bahan penyusun batako (kg)			
					Semen	Abu	Pasir	Air
1	BB.SKS.0	0%	12	1 : 0 : 4	29,76	0,000	138,24	12
2	BB.SKS.5	5%	12	0,095:0,05:4	28,27	0,612	138,24	12
3	BB.SKS.10	10%	12	0,09:0,1:4	26,78	1,224	138,24	12
4	BB.SKS.15	15%	12	0,085:0,15:4	25,30	1,836	138,24	12
5	BB.SKS.20	20%	12	0,08:0,2:4	23,81	2,448	138,24	12

*) Komposisi campuran = semen : abu : pasir

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut di atas, maka jumlah bahan-bahan penyusun batako dengan campuran abu SKS yang dibutuhkan ditunjukkan pada Tabel 5 (dalam satuan volume), sedangkan kebutuhan bahan-bahan penyusun batako dalam satuan berat untuk semua variasi ditunjukkan pada Tabel 6.

3. Pembuatan benda uji

Dalam pembuatan benda uji, proses pencampuran dan pencetakan batako dilakukan sesuai data yang tertera pada Gambar 5, Tabel 4. dan Tabel 5, mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (1989) dan Benu (2013).

Adapun proses pembuatan benda uji diuraikan sebagai berikut:

- Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
- Mengayak pasir kemudian mencampurnya dengan semen dan diaduk bersama-sama secara manual hingga merata/homogen. Abu SKS ditambahkan ke dalam campuran

tersebut dan diaduk lagi hingga merata. Terakhir memasukkan air.

- Campuran tersebut kemudian diaduk kembali hingga diperoleh adukan yang homogen dan siap untuk dicetak.
- Campuran yang telah siap tersebut ditempatkan pada mesin pencetak batako dengan menggunakan sekop dan sendok spesi.
- Permukaan cetakan diratakan menggunakan sendok spesi, lalu mesin pencetak tersebut digetarkan. Caranya dengan menjatuhkan lempengan besi khusus secara cepat guna menekan campuran batako. Agar campuran tersebut padat, mesin pencetak digetarkan satu kali lagi.
- Batako yang telah tercetak tersebut dikeluarkan dari cetakan dan diletakkan pada permukaan yang rata (lembaran papan/multipleks), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.
- Benda uji kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan harus dihindarkan dari sinar matahari langsung.



Gambar 6. Batako yang telah selesai dicetak

4. Perawatan benda uji

Pelaksanaan perawatan dilakukan dengan cara menyiram benda uji selama dua hari

berturut-turut dan diletakkan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Hal ini bertujuan agar benda uji

tidak kering dan tidak mudah retak. Benda uji akhirnya disimpan selama 28 hari untuk kemudian diperiksa ukurannya, dan diuji kuat tekan, serta penyerapan airnya.

5. Pengujian sifat fisis benda uji

Ada tiga jenis pengujian sifat-sifat fisis pada batako (Badan Standardisasi Nasional, 1989), yaitu:

a. Pengukuran benda uji

Pengukuran benda uji meliputi pengukuran panjang, lebar, dan tebal, serta tebal dinding bata berlubang yang dilakukan paling sedikit tiga kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Ukuran dan toleransi yang diperkenankan ditunjukkan pada Tabel 2.

b. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat batako berumur 28 hari. Arah tekanan pada bidang tekan disesuaikan dengan arah tekanan beban di dalam pemakaiannya di lapangan. Kecepatan penekanan mulai pemberian beban sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari satu menit dan tidak lebih dari dua menit. Kuat tekan benda uji dihitung menggunakan Persamaan (1).

c. Pengujian penyerapan air

Pengujian penyerapan air pada batako dimulai dengan merendam benda uji seutuhnya di dalam air bersih yang bersuhu ringan selama 24 jam, kemudian diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih satu menit. Permukaan bidang diseka dengan kail lembab, agar air yang berlebihan di bidang permukaan benda uji terserap kain lembab tersebut. Benda uji tersebut di timbang (A), kemudian dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya pada dua kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). Penyerapan air pada batako dihitung menggunakan Persamaan (2).

7. Analisis hasil pengujian

Hasil pengujian sifat-sifat fisis pada batako diolah dengan cara dirata-ratakan untuk setiap variasi campuran kemudian dianalisis dengan melihat pengaruh penambahan abu SKS.

8. Kesimpulan

Pada tahapan ini hasil pengujian batako disimpulkan dan dapat diberikan saran-saran atau solusi atas penelitian yang telah dilaksanakan. Jika ditemukan kekurangan, kiranya dapat diberikan alternatif pemecahan masalah, dan jika terdapat kelebihan maka hal ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya, serta pengembangan/inovasi material bangunan pada masa yang akan datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian sifat fisis pada batako terdapat tiga jenis pengujian, yaitu:

1. Pengukuran benda uji

Hasil pengukuran batako secara terperinci ditunjukkan pada Lampiran II dan hasil pengukuran rata-rata ditunjukkan pada Tabel 7.

Ukuran batako yang diperoleh untuk setiap variasi ($p \times l \times t$) yakni $400 \times 100 \times 180$ mm, sedangkan ukuran cetakan batako ($400 \times 100 \times 200$ cm) tidak selaras dengan standar yang dijadikan acuan (SNI) yaitu $390 \times 100 \times 190$ mm. Merunut pada SNI, penyimpangan/toleransi yang diperkenankan adalah +3 cm dan -5 cm untuk ukuran panjang dan lebar batako serta ± 2 cm untuk tebal batako. Oleh karena itu sebagai pendekatan, hasil pengukuran setiap benda uji dan secara rata-rata untuk panjang harus berada dalam *range* 395-403 mm, lebar 95-103 mm, dan tebal 188-192 mm yang dianggap masih memenuhi persyaratan. Hasil pengukuran batako yang ditunjukkan pada Lampiran II berkisar antara 396,5-400 mm untuk panjang, 96,5-100,5 mm untuk lebar, dan 175-185 mm untuk tebal batako. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran panjang dan lebar batako masih berada dalam batas yang diperkenankan, sedangkan tebal batako tidak ada yang masuk dalam batas-

batas yang diperkenankan. Tebal dinding sekatan tidak memiliki batas toleransi, oleh

karena itu tidak dianalisis.

Tabel 7 Hasil pengukuran rata-rata batako

No.	Kode benda uji	Kadar abu sabut kelapa sawit (%)	Ukuran rata-rata bata beton berlubang (mm)			Tebal dinding sekatan lubang (mm)	
			Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1	BB.SKS.0	0%	398,91	99,72	180,11	25,13	28,50
2	BB.SKS.5	5%	399,11	99,48	180,00	25,11	28,33
3	BB.SKS.10	10%	399,70	99,52	179,67	25,58	28,52
4	BB.SKS.15	15%	398,75	98,61	179,86	25,28	27,56
5	BB.SKS.20	20%	398,98	99,64	180,73	25,20	28,27

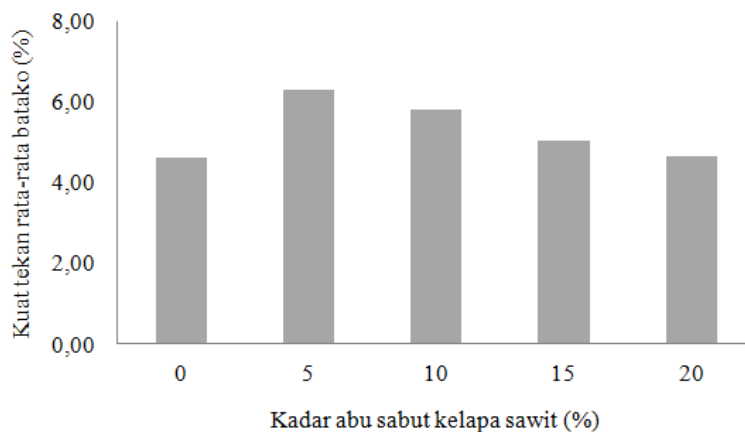
2. Pengujian kuat tekan batako

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata batako ditunjukkan pada Tabel 8, sedangkan

hubungan antara kadar abu sabut kelapa sawit dengan kuat tekan rata-rata batako ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 8 Hasil pengujian kuat tekan rata-rata batako

No.	Kode benda uji	Kadar abu sabut kelapa sawit (%)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	BB.SKS.0	0	4,62
2	BB.SKS.5	5	6,30
3	BB.SKS.10	10	5,80
4	BB.SKS.15	15	5,02
5	BB.SKS.20	20	4,64



Gambar 7. Hubungan antara kadar abu sabut kelapa sawit dengan kuat tekan rata-rata batako

Dari pengujian kuat tekan batako diperoleh nilai rata-rata 4,62 MPa untuk batako tanpa kadar abu sabut kelapa sawit, sedangkan untuk kadar 5%, 10%, 15%, dan 20% diperoleh hasil berturut-turut sebesar 6,30 MPa, 5,80 MPa, 5,02 MPa, dan 4,64 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa INERSIA, Vol. XIII No. 1, Mei 2017

dengan adanya penggunaan abu sabut kelapa sawit di dalam batako, terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata dari tanpa kadar abu ke kadar abu 5%, kemudian mengalami penurunan mulai kadar 10% hingga 20%. Kuat tekan optimum terjadi pada kadar abu 5%, dan makin tinggi kadar

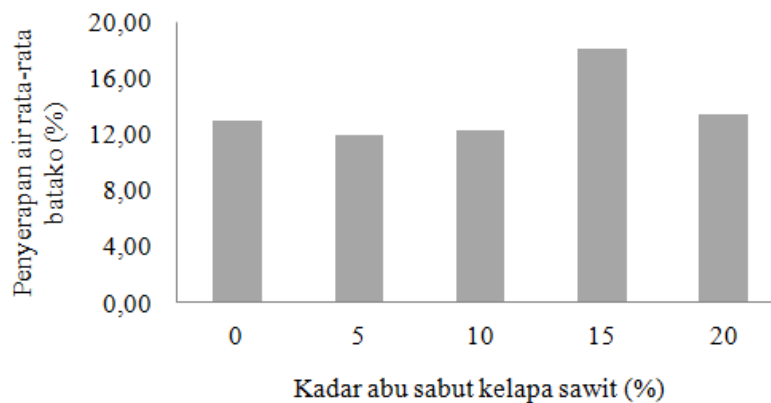
abu sabut kelapa sawit, maka kuat tekan Berdasarkan Balitbang Kimpraswil (2003b), batako dengan kadar abu 5%, 10%, dan 15% masuk dalam mutu II (kuat tekan rata-rata minimum 5 MPa) yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap). Untuk batako tanpa kadar abu dan batako dengan kadar abu 20% masuk dalam mutu III (kuat tekan rata-rata minimum 3,0 MPa) yang

rata-rata batako semakin turun. digunakan hanya untuk hal-hal seperti yang tersebut pada mutu I dan II serta boleh tidak dipilester.

3. Pengujian penyerapan air batako
 Hasil pengujian penyerapan air rata-rata batako ditunjukkan pada Tabel 9, sedangkan hubungan antara kadar abu sabut kelapa sawit dengan penyerapan air rata-rata batako ditunjukkan pada Gambar 8.

Tabel 9 Hasil pengujian penyerapan air rata-rata batako

No.	Kode benda uji	Kadar abu sabut kelapa sawit (%)	Penyerapan air rata-rata (%)
1	BB.SKS.0	0	13,00
2	BB.SKS.5	5	11,91
3	BB.SKS.10	10	12,30
4	BB.SKS.15	15	18,10
5	BB.SKS.20	20	13,40



Gambar 8. Hubungan antara kadar abu sabut kelapa sawit dengan penyerapan air rata-rata batako

Dari pengujian penyerapan air batako diperoleh hasil 13,00% untuk batako tanpa kadar abu sabut kelapa sawit, sedangkan untuk batako dengan kadar abu 5%, 10%, 15%, dan 20% diperoleh hasil berturut-turut sebesar 11,91%, 12,30%, 18,10%, dan 13,40%. Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan air yang terjadi tidak teratur dimana terjadi penurunan dari batako tanpa kadar abu ke kadar abu 5%, kemudian meningkat pada kadar 10% dan 15% (meningkat tajam), dan selanjutnya mengalami penurunan pada kadar 20%. Terjadinya

penyerapan air yang tidak teratur kemungkinan disebabkan oleh proses pemadatan yang tidak seragam, meskipun proses perendaman dan pengeringan relatif sama/seragam.

Menurut Balitbang Kimpraswil (2003b), hasil pengujian penyerapan air batako pada semua variasi kadar abu sabut kelapa sawit masuk dalam mutu I dan II karena penyerapan air yang terjadi kurang dari 25% (untuk mutu I) maupun 35% (untuk mutu II).

Kesimpulan dari hasil penelitian batako dengan bahan tambah abu saut kelapa sawit adalah:

1. Hasil pemeriksaan dan pengujian batako

Hasil pengukuran sulit disimpulkan jika didasarkan pada Tabel 2.2 (Balitbang Kimpraswil, 2003b) karena adanya perbedaan ukuran antara standar yang menjadi acuan dengan ukuran cetakan batako yang digunakan (untuk panjang, lebar, dan tebal), sedangkan tebal sekat dinding tidak disyaratkan pada SNI.

Hasil pengujian kuat tekan batako menunjukkan bahwa dengan adanya abu sabut kelapa sawit di dalam batako, terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata dari tanpa kadar abu ke kadar abu 5%, kemudian mengalami penurunan mulai kadar 10% hingga 20%. Kuat tekan optimum terjadi pada kadar abu 5%. Semakin tinggi kadar abu sabut kelapa sawit, maka kuat tekan rata-rata batako semakin turun.

Hasil pengujian penyerapan air batako menunjukkan bahwa penyerapan air yang terjadi tidak teratur dimana terjadi penurunan dari batako tanpa kadar abu ke kadar abu 5%, kemudian meningkat pada kadar 10% dan 15% (meningkat tajam), dan selanjutnya mengalami penurunan pada kadar 20%. Terjadinya penyerapan air yang tidak teratur kemungkinan disebabkan oleh proses pemadatan yang tidak seragam, meskipun proses perendaman dan pengeringan relatif sama/seragam.

2. Mutu batako yang dihasilkan

Hasil pemeriksaan dimensi/ukuran menunjukkan bahwa panjang dan lebar batako masih berada dalam batas yang diperkenankan, sedangkan tebal batako tidak ada yang masuk dalam batas-batas yang diperkenankan. Tebal dinding sekat tidak memiliki batas toleransi, oleh karena itu tidak dianalisis. Hasil pengujian kuat tekan batako dengan kadar abu 5%, 10%, dan 15% masuk dalam mutu II (kuat tekan rata-rata minimum 5 MPa) yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap), sedangkan batako tanpa kadar abu dan batako dengan

kadar abu 20% masuk dalam mutu III (kuat tekan rata-rata minimum 3,0 MPa) yang digunakan hanya untuk hal-hal seperti yang tersebut pada mutu I dan II serta boleh tidak dipilester (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Berdasarkan Balitbang Kimpraswil (2003b), hasil pengujian penyerapan air batako pada semua variasi kadar abu sabut kelapa sawit masuk dalam mutu I dan II karena penyerapan air yang terjadi kurang dari 25% (untuk mutu I) maupun 35% (untuk mutu II).

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003a. *Metoda, tata cara, dan Spesifikasi, Bagian 2: Batuan, Sedimen, Agregat*. Jakarta.
- [2] ----- . 2003b. *Metoda, tata cara, dan Spesifikasi, Bagian 13: Kayu, Bahan Lain, Lain-lain* Jakarta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta.
- [4] Benu. 2013. Proses Pembuatan Batako. (Online), (<http://www.ilmusipil.com>, diakses tanggal 15 Juli 2014).
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI)*. Jakarta.
- [6] Fauzi, Yan, dkk. 2006. Kelapa Sawit: Budi Daya, Pemanfaatan Hasil & Limbah, Analisis Usaha & Pemasaran. Depok: Penebar Swadaya.
- [7] Frick, Heinz dan Ch. Koesmartadi. 2012. *Ilmu Bahan Bangunan. Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan, dan Pembuangan*. Yogyakarta dan Semarang: Penerbit Kanisius & Soegijapranata University Press.
- [8] Graille, J. dkk. 1985. Essays d'alcoolyle d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel. *Oleagineux*. 40(5): 271-276.

Pemanfaatan Abu Sabut ... (Nur/ hal 1-14)

[9] Nur, Syukri M. 2014. *Karakteristik Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Bioenergi*.

Bogor: PT. Insan Fajar Mandiri Nusantara.