

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Agregat Halus

Berdasarkan penelitian Azkia (2013) pemeriksaan agregat halus pasir merapi diperoleh nilai berat satuan sebesar $1,694 \text{ gr/cm}^3$, kadar air sebesar 2,06 %, berat jenis kering muka sebesar 2,358 bisa digolongkan menjadi agregat normal karena mendekati nilai 2,5 dan kadar lumpur sebesar 7,6 % lebih besar dari 5 % jadi pasir harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Hasil dari pemeriksaan gradasi menunjukkan pasir merapi termasuk dalam daerah no. 2 yang bersifat agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,049 %.

Penelitian yang dilakukan Soebandono, dkk (2015) diperoleh hasil dari pemeriksaan agregat halus pasir merapi untuk gradasi butiran termasuk dalam daerah no. 1 yang bersifat kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,274 %, kadar air sebesar 1,01 %, berat jenis sebesar 2,67 sudah termasuk dalam agregat normal karena lebih dari nilai 2,5. Nilai penyerapan air diperoleh sebesar 1,01 %, berat satuan sebesar $1,61 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar lumpur sebesar 6,5 %.

Widyanto (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar bata ringan yang menggunakan pasir merapi sebagai agregat halus. Hasil pemeriksaan agregat halus pasir merapi yang dilakukan diperoleh hasil modulus halus butir sebesar 2,237 % dengan tekstur pasir agak kasar termasuk dalam daerah gradasi no. 2. Pemeriksaan kadar air didapat nilai rata-rata sebesar 6,04 %, yang dapat disimpulkan bahwa pasir agak basah. Sehingga sebelum dilakukan pembuatan campuran beton, pasir dijemur terlebih dahulu sampai dalam keadaan kering muka guna mengurangi kadar air pada pasir. Hasil pengujian untuk berat jenis diperoleh nilai sebesar 2,7 yang termasuk dalam agregat normal dan penyerapan air sebesar 1,6 %. Berat satuan pasir SSD sebesar $1,54 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar lumpur rata-rata diperoleh sebesar 1,2 % kurang dari 5 % yang ditetapkan untuk beton normal.

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian agregat halus (pasir Merapi)

No.	Pengujian bahan	Azkie (2013)	Soebandono (2013)	Widyanto (2016)
1	Gradasi Butiran	Daerah 2	Daerah 1	Daerah 2
2	Kadar Air (%)	2,06 %	1,01 %	6,04 %
3	Serapan Air Agregat (%)	-	1,01 %	1,6 %
4	Kadar Lumpur (%)	7,6 %	6,5 %	1,2 %
5	Berat Jenis Agregat	2,358	2,67	2,7
6	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,694 gr/cm ³	1,61 gr/cm ³	1,425 gr/cm ³

B. Abu Merang

Menurut El-Sayed (2006) abu jerami padi berasal dari jerami yang digiling atau ditumbuk halus. Abu jerami padi dapat dimanfaatkan untuk abu gosok, bahan ameliorasi tanah asam dan bahan campuran dalam pembuatan semen hidrolis serta dapat untuk campuran batako/mortar, beton, dan campuran batu bata press.

Tabel 2.2 Komposisi kimia pada abu jerami padi (El-Sayed, 2006)

Kimia	Berat dalam Persen
SiO ₂	65,92
AL ₂ O ₃	1,78
Fe ₂ O ₃	0,20
CaO	2,4
MgO	3,11
SO ₄	0,69

Wijanarko (2008) melakukan penelitian tentang pemanfaatan kulit kopi dengan jerami sebagai bahan bangunan dapat mengurangi dua pertiga jumlah batu bata yang dipakai dalam membangun dinding interior/eksterior. Alasan lain penggunaan bahan jerami dan kulit untuk bahan campuran beton ringan

adalah menciptakan bangunan yang ramah lingkungan (*eco-architecture*) dengan sentuhan teknologi baru. Dibandingkan dengan batako biasa atau keramik, batako/keramik dengan penambahan kulit kopi dan jerami padi ini dimungkinkan mempunyai berat yang lebih ringan, sehingga dapat digunakan pada daerah rawan gempa. Perlu diingat fakta menunjukkan bahwa bangunan adalah pengguna energi terbesar mulai dari konstruksi, bahan bangunan, saat bangunan beroperasi, perawatan hingga bangunan dihancurkan. Sehingga dengan meyakini *eco-architecture* ini akan menghemat biaya dalam jangka panjang.

Menurut Maya, dkk (2013) sekam padi tidak dapat digunakan sebagai material pengganti pasir tanpa mengalami proses pembakaran. Dua faktor yang perlu diperhatikan pada proses pembakaran yaitu kadar abu dan unsur kimia dalam abu. Kadar abu menjadi penting sebab hal ini menunjukkan atau menentukan berapa jumlah sekam yang harus dibakar agar menghasilkan abu sesuai kebutuhan. Selama proses pembakaran sekam padi menjadi abu mengakibatkan hilangnya zat-zat organik yang lain dan menghasilkan zat-zat yang mengandung silika. Pada proses pembakaran akibat panas yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur silika yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butiran abu.

Menurut Lakum (2009) abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan salah satu bahan yang potensial digunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Bila abu sekam padi dibakar pada suhu terkontrol, abu sekam yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai sifat pozzolan yang tinggi karena mengandung silika. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa yang kaya akan silika.

Tabel 2.3 Komposisi abu sekam padi (Lakum, 2009)

No	Komponen	Persentase (%)
1	SiO ₂	94,5
2	Al ₂ O ₃	1,05
3	Fe ₂ O ₃	1,05
4	CaO	0,25
5	MgO	0,23
6	SO ₄	1,13
7	CaO Bebas	-
8	Na ₂ O	0,78
9	K ₂ O	1

Berdasarkan hasil penelitian Bakri (2008) Komponen kimia yang paling dominan terkandung pada abu sekam padi yang dihasilkan yaitu SiO₂ sebesar 72,28 % dan senyawa hilang pijar sebesar 21,43 %. Sedangkan persentase kandungan senyawa CaO, Al₂O₃, dan Fe₂O₃, tergolong sangat rendah yaitu masing-masing sebesar 0,65 %, 0,37 %, dan 0,32 %. Jika abu sekam padi dibakar pada suhu optimum, maka kandungan SiO₂ dalam sekam padi dapat mencapai lebih dari 90 %.

C. Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Campuran Pozzolan

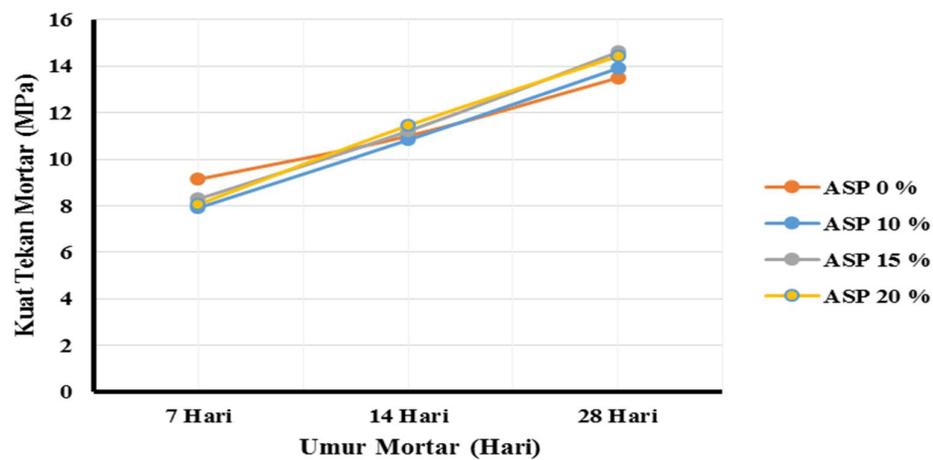
Lomboan, dkk (2016) melakukan penelitian dengan tiga variasi Abu Sekam Padi (ASP) yaitu 10 %, 15 %, dan 20 % dari berat semen. Benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 100/200 mm dan mortar 50x50x50 mm. Benda uji untuk masing-masing variasi berjumlah 4 untuk beton dan 5 untuk mortar, pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Khusus pada mortar penambahan ASP membuat nilai kuat tekan mortar semakin meningkat sekitar 0,41 – 1,11 MPa dari mortar yang tidak memakai ASP.

Tabel 2.4 Berat volume rata-rata mortar (Lomboan, 2016)

Komposisi Campuran Mortar			Berat Volume Rata-rata (Kg/m ³)
Semen + Air	Ag. Halus	ASP (%)	
	Pasir Batu Apung	0	1380,48
		10	1364,11
		15	1388,64
		20	1366,93

Tabel 2.5 Kuat tekan mortar (Lomboan, 2016)

Komposisi Campuran Mortar			Kuat Tekan Mortar Rata-rata (MPa)		
Semen + Air	Ag. Halus	ASP (%)	7 Hari	14 Hari	28 Hari
	Pasir Batu Apung	0	9,14	11,00	13,50
		10	7,91	10,83	13,91
		15	8,29	11,21	14,61
		20	8,06	11,45	14,43



Gambar 2.1 Hubungan umur mortar dan kuat tekan mortar tiap variasi (Lomboan, 2016)

Maryoto (2009) melakukan penelitian dengan memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) dengan komposisi penambahan 30 %, 40 %, dan 50 % dengan benda uji berbentuk kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1: 6, 1: 8, dan 1: 10. Kuat tekan diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Hanya mortar dengan perbandingan 1: 6 yang masuk spesifikasi mortar tipe N.

Tabel 2.6 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 6 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	74,2	92	35	63
30	75,6	114,2	35	63
40	54,9	99,0	35	63
50	54,8	95,8	35	63

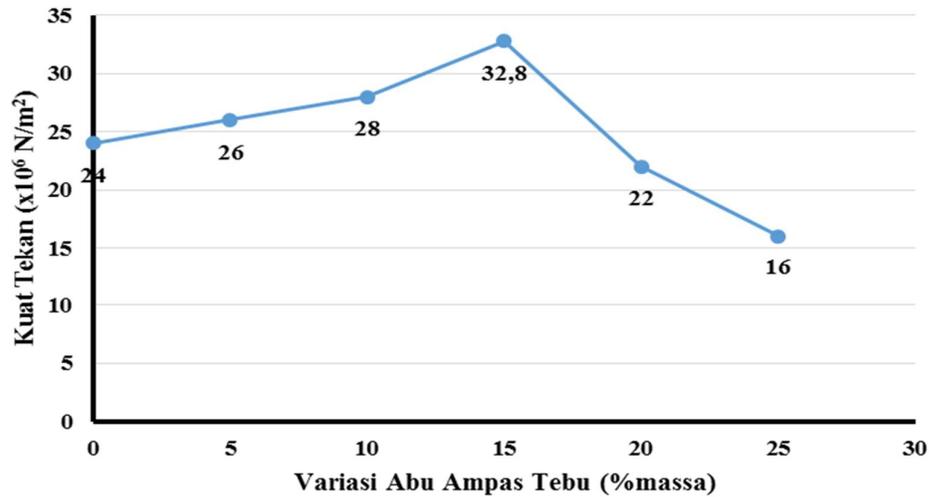
Tabel 2.7 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 8 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	31,2	42,1	35	63
30	33,1	54,4	35	63
40	27,8	51,6	35	63
50	31,1	57,7	35	63

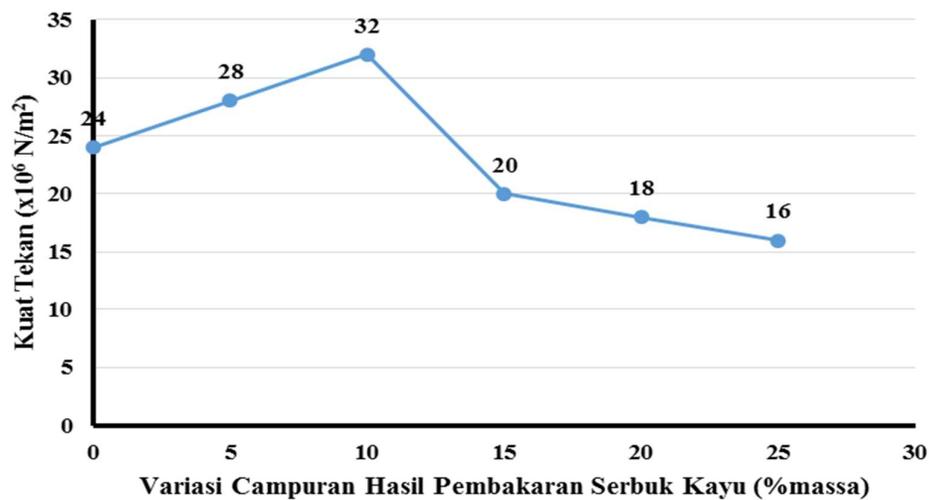
Tabel 2.8 Kuat tekan mortar, semen : pasir = 1: 10 (Maryoto, 2009)

Kadar <i>Fly Ash</i> %	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)		Standar Mortar Tipe N (kg/cm ²)	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
0	26,6	35,7	35	63
30	26,4	42,6	35	63
40	16,2	33,9	35	63
50	14,2	23,0	35	63

Mulyati, dkk (2012) melakukan penelitian dengan pencampuran abu ampas tebu dan produk pembakaran serbuk gergaji yang telah digiling. Kedua bahan dicampur pada saat pencetakan mortar pasir sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 %. Hasil optimal dari abu ampas tebu dengan variasi 15 %, sedangkan serbuk gergaji dengan variasi 10 %.



Gambar 2.2 Hubungan kuat tekan mortar terhadap variasi abu ampas tebu (Mulyati, 2012)



Gambar 2.3 Hubungan kuat tekan mortar terhadap variasi hasil pembakaran serbuk kayu (Mulyati, 2012)

Afifah (2014) melakukan penelitian mortar dengan cara perendaman berulang air laut dan air tawar dengan siklus perendaman 2 hari basah dan 5 hari kering. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur 28 hari dengan benda uji berdiameter 5,7 - 10 cm. Kuat tekan dengan perendaman air tawar lebih kuat dibandingkan dengan perendaman air laut dengan 61,407 N/mm² dan 58,136 N/mm².

Tabel 2.9 Hasil kuat tekan mortar (Afifah, 2014)

Benda Uji	Kuat Tekan (N/mm ²)			
	1	3	7	28
Mortar Normal	31,002	33,899	42,035	63,949
	29,422	32,542	42,249	62,718
	29,876	33,104	40,326	61,397
Rata-rata	30,100	33,182	41,503	62,688
Mortar rendam angkat air tawar	31,002	33,899	41,059	63,235
	29,422	32,542	41,294	58,977
	29,876	33,104	37,801	62,009
Rata-rata	30,100	33,182	40,051	61,407
Mortar rendam angkat air laut	32,857	35,362	38,389	58,562
	34,221	35,303	38,620	59,440
	31,057	34,786	35,833	56,450
Rata-rata	32,712	35,152	37,614	58,136

Putri (2015) melakukan penelitian dengan 4 variasi benda uji, yaitu mortar RAL (rendam angkat air laut), mortar AL (air laut sebagai pencampur), mortar NaCl 2% (air tawar dan NaCl 2 % sebagai pencampur), dan mortar NaCl 5 % (air tawar dan NaCl 5 % sebagai pencampur). Perendaman mortar AL dan NaCl menggunakan air tawar, sedangkan mortar RAL perendaman berulang dengan

menggunakan air laut selama 90 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 1, 3, 7, 28, dan 476 hari. Hasil pengujian umur 476 hari menunjukkan penurunan hanya terjadi pada mortar NaCl 5 %, sedangkan mortar lainnya mengalami peningkatan.

Tabel 2.10 Hasil kuat tekan mortar (Putri, 2015)

Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)				
	1	3	7	28	476
Mortar RAL	31,057	35,110	38,389	58,562	72,128
	33,613	35,303	38,620	59,440	74,330
	34,221	35,362	35,833	56,405	77,660
Rata-rata	32,964	35,258	37,614	58,136	74,706
Mortar AL	30,318	33,706	42,410	64,053	69,305
	31,023	34,031	41,767	63,246	66,973
	32,371	34,752	42,743	62,094	68,729
Rata-rata	31,273	34,163	42,307	63,131	68,336
Mortar NaCl 2%	31,975	35,025	45,956	64,908	67,015
	30,602	34,880	44,643	65,051	70,869
	31,582	34,746	40,079	64,955	63,208
Rata-rata	31,386	34,884	43,559	64,971	67,031
Mortar NaCl 5%	31,574	35,590	45,458	67,082	52,380
	31,810	35,523	46,646	66,181	48,923
	32,218	35,986	44,023	66,243	50,436
Rata-rata	32,201	35,700	45,376	66,502	50,579

Tabel 2.11 Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan

No	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Felisa Octaviani Lomboan, Ellen J. Kumaat, Reky S. Windah	2016	Penelitian lab	Mortar dengan campuran 3 variasi ASP yaitu 10 %, 15 %, dan 20 % dari berat semen. Benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 100/200 mm dan mortar 50x50x50 mm. Benda uji untuk masing-masing variasi berjumlah 4 untuk beton dan 5 untuk mortar, pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.	Mortar yang akan dibuat menggunakan campuran abu merang dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % dengan ukuran 5x5x5 cm dan akan diuji tekan pada umur 28 hari.
2	Yusuf Wahyudi	2013	Penelitian lab	Mortar dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm menggunakan perbandingan campuran pasir pantai dan pasir sungai dan tambahan semen PC dan PPC	Mortar yang akan dibuat menggunakan campuran abu merang dengan ukuran 5x5x5 cm dan akan diuji tekan pada umur 28 hari.

Tabel 2.12 Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun	Jenis Penelitian	Substansi Materi Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
3	Muhtarom Riyadi	2013	Penelitian lab	Mortar berbahan tambah Abu Sekam Padi dengan 4 macam variasi perlakuan 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 % dari berat semen. Benda uji keseluruhan dibuat sebanyak 275 buah.	Mortar berbahan abu merang dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %. Setiap variasi dibuat 10 buah, jadi total keseluruhan benda uji adalah 50 buah.
4	Maya, Lydia Wanty, <i>et al.</i>	2013	Penelitian lab	Pemanfaatan abu sekam sebagai <i>fly ash</i> dalam pembuatan semen untuk mortar dengan komposisi abu sekam 0 %, 10 %, 12,5 %, 15 %, 17,5 %, dan 20 %. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.	Mortar berbahan abu merang dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
5	Andriati Amir Husin	2012	Penelitian lab	Bata ringan dengan campuran agregat halus dan abu sekam padi dengan 4 variasi perlakuan abu sekam padi 0 %, 10 %, 20 %, dan 30 %. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.	Mortar berbahan abu merang dalam 5 macam variasi perlakuan 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.