

**PEMBUATAN *PAPERCRETE* DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI  
KOMPOSISI MATERIAL ABU SEKAM PADI, BENTONIT DAN BUBUR  
KERTAS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Clarissa August Taviko  
1857041006**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### PEMBUATAN *PAPERCRETE* DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI MATERIAL ABU SEKAM PADI, BENTONIT DAN BUBUR KERTAS

Oleh

Clarissa August Taviko

*Papercrete* merupakan material bangunan yang terbuat dari campuran bubur kertas, abu sekam padi, bentonit, dan semen dengan variasi komposisi abu sekam padi sebesar 4,6%, 6,91%, 9,22%, 11,53% dan 13,84% dari berat total serta variasi komposisi bentonit sebesar 27,71%, 25,40%, 23,06%, 20,78%, 18,47% dari berat total. *Papercrete* dilakukan pemanasan dengan suhu 110°C selama 6 jam. Hasil pengujian kuat lentur *papercrete* terbaik terdapat pada sampel K5 dengan variasi komposisi abu sekam padi 13,84% dan bentonit 18,47% yaitu sebesar 0,0152 Mpa, sedangkan nilai kuat lentur terendah terdapat pada sampel K1 dengan variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% diperoleh nilai sebesar 58,87 % yaitu sebesar 0,0064 MPa. Semakin tinggi massa jenis *papercrete* maka absorpsi dan porositas yang dihasilkan akan semakin kecil. Hasil Karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) menunjukkan senyawa didominasi oleh CaO sebesar 51,411% dan SiO<sub>2</sub> sebesar 31,815%. Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan morfologi sampel kuat lentur terbaik berbentuk bulat tak beraturan serta memiliki sedikit pori dari pada sampel kuat lentur terendah yang memiliki lebih banyak pori. Sedangkan hasil karakterisasi *Energy Dispersive Spectroscopy X Ray* (EDX) sampel *papercrete* menunjukkan penyebaran didominasi oleh unsur Ca dan Si.

**Kata Kunci** : Abu sekam padi, bentonit, bubur kertas, kuat lentur, *papercrete*.

## **ABSTRAC**

### **MAKING PAPERCRETE USING A VARIETY OF COMPOSITIONS OF RICE HUSK ASH, BENTONITE, AND WASTE PAPER PULP**

**By**

**Clarissa August Taviko**

*Papercrete is a building material made from a mixture of paper pulp, rice husk ash, bentonite, and cement with variations in the composition of rice husk ash of 4.6%, 6.91%, 9.22%, 11.53%, and 13.84% of the total weight and variations in the composition of bentonite of 27.71%, 25.40%, 23.06%, 20.78%, and 18.47% of the total weight. Papercrete was heated at 110°C for 6 hours. The results of the best papercrete flexural strength test were found in sample K5 with variations in the composition of rice husk ash of 13.84% and bentonite of 18.47%, which was 0.0152 Mpa, while the lowest flexural strength value was found in sample K1 with variations in the composition of rice husk ash of 4, 6% and 27.71% bentonite, which obtained a value of 58.87%, which is equal to 0.0064 MPa. The higher the density of the papercrete, the lower the absorption and the resulting porosity. The results of X-Ray Fluorescence (XRF) characterization showed that the compound was dominated by CaO at 51.411% and SiO<sub>2</sub> at 31.815%. Scanning Electron Microscopy (SEM) characterization showed that the morphology of the best flexural strength sample was irregularly spherical in shape and had fewer pores than the lowest flexural strength sample, which had more pores. Meanwhile, the results of the Energy Dispersive Spectroscopy X-Ray (EDX) characterization of papercrete samples showed that the distribution was dominated by Ca and Si elements.*

**Keywords:** *Rice husk ash, bentonite, pulp, flexural strength, papercrete.*

**PEMBUATAN *PAPERCRETE* DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI  
KOMPOSISI MATERIAL ABU SEKAM PADI, BENTONIT DAN BUBUR  
KERTAS**

**Oleh**

**Clarissa August Taviko**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **PEMBUATAN PAPERCRETE DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI ABU SEKAM PADI, BENTONIT DAN BUBUR KERTAS**

Nama Mahasiswa : **Clarissa August Taviko**

Nomor Induk Mahasiwa : **1857041006**

Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Pembimbing I

Pembimbing II

**Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si.**  
NIP. 195708251986101002

**Slamet Sumardi, M.T.**  
NIP. 197904262006041005

2. Ketua Jurusan Fisika

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gurum", written over a white background.

**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 198010102005011002

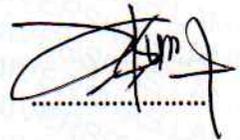
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

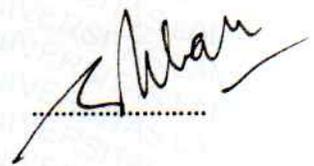
Ketua : **Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si.**



Sekretaris : **Slamet Sumardi, M.T.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Drs. Pulung Karo karo, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng Suripto dwi Yuwono, M. T.**  
NIP. 1974075 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **08 Agustus 2022**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya mengatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya orang lain dan tidak terdapat pendapat atau karya ditulis oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya mengatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 08 Agustus 2022

Penulis,



Clarissa August Taviko  
NPM. 1957041006

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Clarissa August Taviko, dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 14 Agustus 2000. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Susilo Taviko dan Ibu Suciati. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Taruna Jaya pada tahun 2006, SD Al-Azhar pada tahun 2012, MTsN 2 Bandar Lampung pada tahun 2015 dan SMK SMTI Bandar Lampung pada tahun 2018. Penulis diterima Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur penerimaan SMMPTN Barat. Selama menempuh pendidikan, penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Fisika Dasar, Jurusan Fisika, Universitas Lampung, dengan Judul “Pembuatan Alternatif *Database* Investaris Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Microsoft *Access*”. Penulis juga melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2021 di Kecamatan Bumi Waras, Kelurahan Bumi Waras, Bandar Lampung. Dalam bidang organisasi penulis sebagai Anggota Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa fisika (HIMAFI) FMIPA Universitas Lampung periode 2018-2020.

## MOTTO

**Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai  
dengan kesanggupannya**

*-Al – Baqarah : 286-*

**Successful people don't fear failur but understand  
that it's necessary to learn and grow form**

*-Robert Kiyosak-*

**Orang yang paling penting di dalam hidupmu adalah  
dirimu sendiri**

*-penulis-*

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala,  
karya ini dipersembahkan kepada:**

Kedua Orang Tuaku

**Bapak Susilo Taviko & Ibu suciati**

Terimakasih untuk segala do'a dan usaha yang selalu diberikan  
demi kesuksesan putrinya hingga mampu menyelesaikan  
pendidikan di tingkat Universitas sebagai sarjana

**Keluarga Besar & Teman – teman**

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga  
dapat tetap bertahan dalam keadaan suka maupun duka

**Almamater Tercinta**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pembuatan *Papercrete* Dengan Menggunakan Variasi Komposisi Abu Sekam Padi, Bentonit Dan Bubur Kertas”**. Tujuan penelitian ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) pada bidang Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikanskripsi ini . Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Amin.

Bandar Lampung, 08 Agustus 2022

Clarissa August Taviko

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya penulis masih diberikan kesempatan untuk mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si. sebagai pembimbing utama yang tulus mengajari dan membantu penulis, membimbing, dan memberi dan memberi pemahaman.
2. Bapak Muhammad Amin, S.T. dan Slamet Sumardi, M.T. sebagai pembimbing kedua yang senantiasa membantu penulis, membimbing dan memberi pemahaman.
3. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si. sebagai dosen penguji yang telah memberi masukan dan koreksi dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan dan nasihat.
5. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Kedua orangtuaku Bapak Susilo Taviko dan Ibu Suciati,serta kakaku tercinta Aprianto Eka Saputro yang telah memberikan dukungan do'a dan semangat yang luar biasa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepala Pusat Riset Teknologi Pertambangan - BRIN – Lampung Selatan yang telah memfasilitasi penulis selama proses penelitian berlangsung.
9. Support System Fany Oktaviando, Yugo Chambioso, M Irfan Pratama, Salwa Nabila Sausan, Yola Dinda Ayu Pratama, Syendy Nabila yang selalu bersama-sama dalam suka dan duka.
10. Teman-teman Girls Annisa Rifillia Citra Dewi, Fitriana Syahwa, Oktaria Sahlana, Monica Pratiwi yang selalu memberikan semangat dan selalu bersama-sama selama ini.
11. Teman – teman Fisika angkatan 2018 yang selama ini memberikan semangat. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan nikmat sehat kepada kita semua.

Bandar Lampung, 28 September 2022

Clarissa August Taviko

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSRTAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Beton Kertas.....	6
2.2 Kertas .....	7
2.3 Abu Sekam Padi.....	8
2.4 Bentonit .....	9

2.5 Air .....	10
2.6 Sifat Fisis.....	10
2.6.1 Massa Jenis .....	10
2.6.2 Porositas .....	11
2.6.3 Kuat Lentur .....	12
2.6.4 Absorpsi .....	13
2.7 Karakterisasi.....	14
2.7.1 <i>X-Ray Flourensence (XRF)</i> .....	14
2.7.2 <i>Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM)</i> .....	15
<b>BAB III. METOTOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat dan Bahan.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian .....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Preparasi Sampel.....	18
3.3.2 Pembuatan <i>Papercrete</i> .....	19
3.3.3 Pengujian <i>Papercrete</i> .....	20
3.3.4 Karakterisasi XRF dan SEM-EDX .....	22
3.4 Diagram Alir .....	22
3.4.1 Preparasi Sampel.....	22
3.4.2 Pembuatan <i>Papercrete</i> .....	25
3.4.3 Pengujian <i>Papercrete</i> .....	26
3.4.4 Karakterisasi Sampel XRF dan SEM-EDX .....	30
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Karakterisasi Bahan .....	31
4.1.1 Hasil Karakterisasi Bentonit .....	31
4.1.2 Hasil Karakterisasi Abu Sekam Padi .....	32
4.1.3 Hasil Karakterisasi semen.....	32
4.2 Hasil Karakterisasi <i>Papercrete</i> .....	33
4.2.1 Hasil karakterisasi XRF sampel.....	33
4.2.2 Hasil Karakterisasi SEM-EDX sampel.....	34

4.3 Hasil Pengujian Sampel .....	39
4.3.1 Hasil Pengujian Kuat lentur Sampel <i>Papercrete</i> .....	39
4.3.2 Hasil Pengujian Massa Jenis Sampel <i>Papercrete</i> .....	41
4.3.3 Hasil Pengujian Porositas Sampel <i>Papercrete</i> .....	42
4.3.4 Hasil Pengujian Absorpsi Sampel <i>Papercrete</i> .....	44

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 kesimpulan .....	46
5.2 Saran.....	47

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Bubur Kertas .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Abu Sekam Padi .....	9
<b>Gambar 2.3</b> Bentonit .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Mesin XRF .....	15
<b>Gambar 2.5</b> Skematik FE SEM .....	16
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Preparasi Abu Sekam Padi .....	23
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Preparasi Bubur Kertas.....	23
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Karakterisasi Bahan.....	24
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Pembuatan <i>Papercrete</i> .....	25
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir Uji Massa Jenis.....	26
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Alir Uji Porositas .....	27
<b>Gambar 3.7</b> Diagram Alir Uji Kuat Lentur .....	28
<b>Gambar 3.8</b> Diagram Alir Uji Absorpsi .....	29
<b>Gambar 3.9</b> Diagram Alir Karakterisasi XRF dan SEM-EDX .....	30
<b>Gambar 4.1</b> Morfologi Pada <i>Papercrete</i> Sampel K1 Perbesaran 5000x.....	35
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Karakterisasi SEM-EDX <i>Papercrete</i> Pada Sampel K1 Perbesaran 5000x .....	36
<b>Gambar 4.3</b> Morfologi Pada <i>Papercrete</i> Sampel K5 Perbesaran 5000x.....	37
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Karakterisasi SEM-EDX <i>Papercrete</i> Pada Sampel K5 Perbesaran 5000x .....	38
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Kuat Lentur Terhadap Variasi Komposisi <i>Papercrete</i> .....	39
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Massa Jenis Terhadap Variasi Komposisi <i>Papercrete</i> .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Porositas Terhadap Variasi Komposisi <i>Papercrete</i> .....	43

**Gambar 4.8** Grafik Absorpsi Terhadap Variasi Komposisi *Papercrete*.....44

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Dalam Bentuk Persen (%) Pada Pembuatan <i>Papercrete</i> ....	19
<b>Tabel 3.2</b> Komposisi Dalam Bentuk Gram (gr) Pada Pembuatan <i>Papercrete</i> .....	19
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisa XRF Bentonit (wt%).....	31
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Analisa XRF Abu Sekam Padi(wt%).....	32
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Analisa XRF Semen (wt%).....	33
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Karakterisasi XRF Sampel K1 dan K5 .....	34
<b>Tabel 4.5</b> Komposisi Unsur Pada Sampel K1 menggunakan EDX.....	36
<b>Tabel 4.6</b> Komposisi Unsur Pada Sampel K5 menggunakan EDX.....	38

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan dibidang industri material konstruksi sedang mengalami peningkatan, dimana memanfaatkan limbah kertas sebagai bahan utama untuk pembuatan beton. Dalam pembuatan beton biasanya menggunakan campuran semen portland biasa (OPC). Beton berbahan semen memiliki dampak yang kurang baik bagi lingkungan dapat menimbulkan emisi polutan dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. (Zubaidi., dkk, 2020). Emisi yang dihasilkan tersebut mengandung zat-zat kimia yang beresiko terhadap kesehatan dan lingkungan hidup, misalnya CO, NO, SO, partikel-partikel dan beberapa mikropolutan (Caronge dkk., 2018).

Sehingga lebih banyak pengetahuan tentang pengelolaan limbah yang berkelanjutan sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan, seperti menggunakan limbah kertas untuk pengganti semen menjadi bahan baku utama dalam pembuatan beton dimana limbah kertas yang digunakan dalam bentuk bubur kertas (Mashifana dan Nastassia, 2020). Bubur kertas merupakan barang bekas yang terbentuk dari hasil eksploitasi alam dimana kertas terbuat dari serat kayu sehingga memiliki keunggulan yang ramah lingkungan dalam usaha penyelamatan lingkungan. Dalam proyek kontruksi, biasanya digunakan beton ringan karena memiliki bobot yang lebih ringan dari pada material

lainnya seperti penggunaan beton ringan dengan bahan pencampur bubuk kertas atau biasa disebut sebagai beton kertas (*papercrete*) yang merupakan campuran semen yang baik sebagai bahan tahan gempa (Shemale dan Varma, 2017).

Selain menggunakan bubuk kertas pada usaha penyelamatan lingkungan dapat dilakukan dengan mengganti penggunaan semen portland yaitu bentonit. Bentonit merupakan bahan pozzolan alami dimana tidak membutuhkan proses pembakaran dalam suhu tinggi sebagai pengganti yang dapat menurunkan kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada proses pembuatan semen. Pemakaian bentonit ini juga merupakan bahan alternatif pengganti semen yang dapat memperoleh beton yang lebih murah dari pada beton normal (Aprizal dan Pusoko, 2015). Selain bentonit, terdapat bahan lain dalam campuran beton ringan yaitu abu sekam padi sebagai bahan pengikat untuk meningkatkan kuat tekan beton ringan. Abu sekam padi memiliki sifat pozzolan yang diartikan sebagai material dimana terdiri dari silika reaktif dimana kandungan silika dari abu sekam padi bernilai 94-96%. Selain itu, abu sekam padi memiliki ketersediaan yang banyak dan harganya terjangkau (Aprida., dkk, 2018).

Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Arqowi (2019) mengenai pengaruh penambahan bubuk kertas terhadap nilai serapan air pada *papercrete*. Penelitian ini menggunakan bahan bubuk kertas, semen, dan pasir dengan perbandingan variasi campuran 1:1:1, 2:1:1, 3:1:1. Pengujian serapan air dilakukan pada waktu selama 10,5 menit: 30 menit: 60 menit: 24 jam: 2x24 jam: 3x24 jam terhadap sampel *papercrete* berumur 28 hari. Hasil pengujian didapatkan nilai serapan air selama 10,5 menit berturut-turut pada benda uji 1:1:1=44,28%; 2:1:1=60,74%; 3:1:1=85,73%; sedangkan nilai serapan air selama perendaman 24 jam berturut-

turut pada benda uji 1:1:1=48,98%; 2:1:1=67,53%; 3:1:1=93,57% sehingga penambahan material bubuk kertas terbukti memperbesar nilai serapan air yang menyebabkan adukan papercrete memiliki kedapatan sangat kecil, bersifat porous dan permeabel sehingga tidak baik dipergunakan sebagai material yang disyaratkan dalam pembuatan beton kedap air.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Israini dan Aulia (2016) menggunakan bubuk kertas dan pasir untuk menghasilkan beton kertas (*papercrete*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proporsi bubuk kertas dan pasir sehingga menghasilkan beton kertas yang memiliki kuat tarik belah dan kuat tarik lentur yang maksimal dan menghasilkan beton kertas yang lebih ringan. Hasil dari analisis data menunjukkan adanya pengaruh proporsi bubuk kertas terhadap kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton kertas jika dibandingkan terhadap beton normal pembanding. Kuat tarik belah maksimal pada proporsi bubuk kertas 40%, turun menjadi sebesar 33,235 % ( $21,254 \text{ kg/cm}^2$ ) dibandingkan dengan kuat tarik beton normal pembanding sebesar  $31,834 \text{ kg/cm}^2$ . Dan untuk pengujian kuat tarik lentur, maksimal pada proporsi bubuk kertas 30%, turun menjadi sebesar 31,774 % ( $47,025 \text{ kg/cm}^2$ ) jika dibandingkan dengan kuat lentur beton normal pembanding sebesar  $68,925 \text{ kg/cm}^2$  sehingga diperoleh kesimpulan dari penelitian tersebut adalah Semakin besar proporsi bubuk kertas semakin menurunkan kekuatan tarik belah dan lentur beton kertas, penurunan minimal adalah 31-33% pada proporsi 30-40%.

Oleh karena itu dilakukan penelitian ini dikarenakan bubuk kertas, abu sekam padi, dan bentonit memiliki peluang sebagai bahan baku material untuk memperoleh papercrete. Untuk mengidentifikasi unsur kimia yang terbentuk pada papercrete dapat dilihat dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Untuk menganalisis

morfologi yang terbentuk pada *papercrete* dapat dilihat dengan menggunakan *Scanning Electro Microscopy EDX* (SEM EDX). Uji mekanis dan uji fisis juga dilakukan untuk mengetahui besarnya kuat lentur, porositas, absorpsi dan massa jenis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh komposisi bahan baku terhadap produk *papercrete*?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan baku terhadap sifat fisis pada *papercrete*?
3. Bagaimana senyawa kimia yang terkandung pada *papercrete*?
4. Bagaimana morfologi yang terbentuk pada *papercrete*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan baku terhadap produk *papercrete*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan baku terhadap sifat fisis pada *papercrete*.
3. Untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung pada *papercrete*.
4. Untuk mengetahui morfologi yang terbentuk pada *papercrete*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah kertas agar lebih ekonomis dan ramah lingkungan.
2. Dapat mengurangi dampak gas emisi dari penggunaan semen.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan abu sekam padi dan

bentonit terhadap *papercrete*.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bentonit yang digunakan berasal dari Jawa Tengah.
2. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari Natar Lampung Selatan.
3. Semen yang digunakan ialah jenis *Portland Composite Cement (PCC)* yang berasal dari Bandar Lampung
4. Bubur kertas yang digunakan berasal dari PRTP-BRIN.
5. Ukuran benda uji beton sebesar 18 x 5 x 2 (cm<sup>3</sup>).
6. Suhu pengeringan sebesar 110° C selama 6 jam

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton Kertas ( *Papercrete* )

Beton kertas (*Papercrete*) adalah salah satu bahan bangunan yang berkelanjutan karena menggunakan lebih sedikit semen dan menggunakan kertas daur ulang secara efektif. Volume beton yang tinggi memberikan solusi yang tepat untuk menghadapi permintaan beton di masa yang akan datang secara berkelanjutan dan hemat biaya, sementara itu juga dapat mengurangi dampak lingkungan dari industri yang penting bagi pembangunan ekonomi (Ramesh dan Chandu. 2018). Penggunaan kertas bekas dalam pembuatan beton kertas ini dapat dijadikan salah satu metode yang dapat menghemat biaya dalam pembangunan dan bermanfaat bagi lingkungan karena bersifat ramah lingkungan (Gorgis., dkk. 2017 ).

Beton kertas (*papercrete*) jenis beton ringan yang digunakan merupakan beton ringan dengan bahan campuran dari kertas. Pada beton kertas merupakan jenis beton ringan yang memenuhi persyaratan secara ekonomis karena berdasarkan pada proses pembuatan yang menghasilkan agregat ringan maupun pada pengerjaan struktur beton itu sendiri. Beton kertas ini dapat menggantikan bata untuk menahan sebuah bangunan. Kelebihan pada beton kertas (*papercrete*) seperti memiliki berat yang ringan, menggunakan bahan material yang ramah lingkungan sehingga cocok untuk

memudahkan penyelamatan lingkungan karena memanfaatkan barang-barang bekas yang terbuat dari hasil eksploitasi alam seperti kertas yang terbuat dari serat kayu. Keuntungan pengguna beton kertas ini adalah harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan beton yang biasa karena beton kertas ini hampir 50% terbuat dari kertas bekas dan bahan lainnya adalah campuran dari pasta semen, pasir dan air. (Yogesh dan Varma, 2017).

## **2.2 Kertas**

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp, serat yang digunakan biasanya adalah serat alami dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Sifat kekuatan dan mekanisnya tergantung pada perlakuan mekanis pada serat dan penambahan bahan pengisi serta bahan pengikat. Pada umumnya pulp terbuat dari bahan kayu yang mengalami beberapa tahapan proses, sehingga pada akhirnya berubah menjadi bubur kertas dimana proses tersebut disebut pulping. (Khrisna dan Andreas, 2017). Limbah kertas berasal dari buangan akibat kegiatan rumah tangga, industri lain atau hasil dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia yang sudah tidak terpakai. Kertas pada umumnya yang digunakan pada kantor seperti folio, hvs, koran, dan kertas lainnya yang dasarnya putih. Limbah kertas menjadi masalah utama bagi lingkungan, maka dari itu diperlukan daur ulang untuk limbah kertas agar dapat mengurangi permasalahan yang belum dilaksanakan dengan baik. Penggunaan limbah kertas merupakan salah satu upaya untuk menemukan jenis bahan bangunan yang baru agar dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah kertas itu sendiri (Sonata., dkk. 2021). Bubur kertas dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Bubur Kertas (sumber: Laboratorium Non-Logam PRTP- BRIN).

### **2.3 Abu Sekam Padi**

Abu sekam padi banyak mengandung silika dan CaO dan memiliki karakteristik pozzolan, sehingga menjadi salah satu bahan yang sering digunakan dalam pembuatan beton. Penggunaan abu sekam padi dalam beton dapat meningkatkan kekuatan daya tahan beton serta dapat menghemat biaya karena pengurangan menggunakan semen. Pozzolan adalah zat yang terbuat dari silika reaktif yang jika digabungkan dengan kapur pada suhu kamar, membentuk kombinasi yang berperilaku seperti semen dan sulit larut (siddika., dkk. 2020). Abu sekam padi dengan kandungan silika yang tinggi sekitar 87-97 persen ketika sekam padi dibakar pada suhu 600-900°C. Abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri di sektor-sektor seperti silika gel, kaca, keramik, semen, farmasi, kosmetik, dan deterjen karena kandungan silikanya yang tinggi. Abu sekam padi yang dibakar pada suhu antara 400°C sampai 500°C menghasilkan silika amorf, tetapi abu sekam padi yang dibakar pada suhu lebih dari 1000°C akan menghasilkan

silika kristalin (Sandya., dkk, 2019). Abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Abu Sekam Padi (Sumber: Laboratorium Non-Logam PRTP-BRIN).

#### **2.4 Bentonit**

Bentonit adalah salah satu jenis tanah liat yang sebagian besar mengandung montmorillonit dan mineral lain seperti kuarsa dan kalsit, dolomit, feldspar, dan mineral lainnya. 85% kandungan bentonit adalah montmorillonit. Bentonit ini memiliki kemampuan menyerap air, karena adanya montmorillonit terdapat banyak lapisan termasuk lapisan tanah liat yang terdiri dari lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral. Penyerapan air terjadi di lapisan interlayer karena lapisan ini terdapat molekul air dan kation-kation (Andini., dkk. 2016). Bentonit dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Bubuk bentonit (Sumber: Laboratorium Non-Logam PRTP- BRIN).

## 2.5 Air

Air adalah salah satu unsur yang paling penting untuk menghasilkan beton. Air yang digunakan harus tidak mengandung zat sebagai kehadiran zat lainnya dapat berbahaya bagi proses hidrasi semen dan daya tahan beton. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Jumlah air yang berlebih juga akan mengakibatkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi, sedangkan pengurangan jumlah air berdampak pada rendahnya tingkat kekuatan beton yang berakibat sulitnya proses pengadukan dan pencetakan (Nurmaidah, 2015).

## 2.6 Sifat Fisis

Untuk mengetahui sifat fisis suatu material, maka dilakukan pengujian material tersebut. Adapun ujinya sebagai berikut:

### 2.6.1 Massa Jenis

Berat jenis (*specific gravity*) adalah perbandingan berat dari suatu volume bahan pada suatu temperatur terhadap berat air dengan volume yang sama pada

temperatur tersebut (Laoli dkk, 2013). Dalam suatu proses campuran agregat dengan aspal ini menurut perbandingan berat dan untuk menentukan banyaknya pori-pori memerlukan berat jenis agregat yang sangat peran penting dalam campuran tersebut. Agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak. Sehingga agregat dengan dengan pori-pori besar memerlukan jumlah aspal yang lebih banyak (Kaseke., dkk, 2013). Menurut ASTM C642-06 nilai massa jenis dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.1).

$$\rho = \frac{w_1}{w_2 - w_3} \times \rho_{air} \quad (2.1)$$

Keterangan,

$w_1$  = berat kering (g)

$w_2$  = berat setelah direndam (g)

$\rho_{air} = 1 \text{ gr/cm}^3$

$w_3$  = berat direndam dalam air (g)

### 2.6.2 Porositas

Porositas adalah persentase pori-pori atau ruang kosong dalam suatu beton terhadap volume benda (volume total beton). Beton memiliki ruang berpori yang menyebabkan

sering terjadinya kesalahan dalam proses pengecoran seperti faktor dari air semen yang berpengaruh pada lekatnya antara semen dengan agregat. Porositas ini sering terjadi karena adanya partikel-partikel bahan pembuat beton yang cukup besar, maka terjadilah kerapatan yang tidak stabil. Suatu besar kecilnya kekuatan pada

beton dalam menahan sebuah konstruksi disebut dengan porositas. Semakin padat beton semakin padat pula tinggi kepadatan tersebut maka semakin besar kuat tekan beton, lalu semakin renggang beton tersebut semakin besar porositas yang terbentuk maka kekuatan beton untuk menahan sebuah konstruksi semakin rendah jadi (Tumingan., dkk, 2016). Menurut ASTM C642-06 nilai porositas dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.2).

$$Porositas = \frac{w_2 - w_1}{w_2 - w_3} \times 100 \% \quad (2.2)$$

Keterangan,

$w_2$  = berat setelah direndam (g)

$w_1$  = berat kering (g)

$w_3$  = berat di dalam air (g)

### 2.6.3 Kuat Lentur

Menurut SNI 03-4431-1997 Kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Nilai kuat lentur dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.3).

$$\sigma_{bending} = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (2.3)$$

dimana :

$\sigma_{bending}$  = Kuat Lentur [MPa]

F = Beban pada waktu lentur [kN]

L = Jarak dari perletakan ke gaya [mm]

b = Lebar penampang balok [mm]

d = Tinggi penampang balok [mm].

#### 2.6.4 Absorpsi

Uji absorpsi (penyerapan air) dilakukan setelah umur mortar 28 hari untuk mengetahui berapa persentasi penyerapan air oleh mortar. Pada besar kecilnya penyerapan air oleh mortar sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada mortar. Semakin banyak pori-pori yang terdapat dalam mortar maka akan semakin besar pula penyerapan air sehingga mengakibatkan ketahanannya mortar akan rendah. Rongga (pori-pori) yang terdapat pada mortar dapat terjadi apabila kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga (Muslimin,2016). Menurut ASTM C642-06 nilai absorpsi dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.4).

$$Absorpsi = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan,

$w_2$  = berat setelah direndam (g)

$w_1$  = berat kering (g)

## 2.7 Karakterisasi

Untuk mengetahui sifat kimiawi suatu material, maka dilakukan pengujian pada material tersebut. Adapun ujinya sebagai berikut :

### 2.7.1 *X-Ray Fluorescence (XRF)*

*X-ray fluorescence (XRF)* merupakan teknik untuk menganalisis bagian penyusun suatu material dengan menyerap dan memantulkan foton sinar-X. XRF di sisi lain tidak bekerja dalam urutan kecil dan biasanya digunakan untuk memeriksa bahan dengan bagian yang lebih besar. Prosedur ini biasanya digunakan untuk memeriksa unsur batuan, mineral, atau bahan sedimen. Identifikasi dan distribusi fitur sinar-X yang terjadi sebagai akibat dari efek fotolistrik digunakan dalam penelitian ini. Kehadiran elektron dalam atom target dalam sampel yang dikenai cahaya berenergi tinggi menyebabkan efek ini. Sampel tidak akan dirugikan oleh teknik XRF ini. Berdasarkan penyelidikan kualitatif dan kuantitatif, strategi ini menghasilkan dua jenis hasil. Hasil analisis kualitatif diwakili oleh puncak dalam spektrum yang menggantikan jenis elemen berdasarkan energi sinar-X khususnya, sedangkan hasil analisis kuantitatif dicapai dengan membandingkan intensitas sampel dengan standar (Sari, 2017).

Sinar-x yang diperoleh merupakan kesatuan spektrum kontinu dengan spektrum energi tertentu (discreet) yang memancar dari bahan target yang terkena dampak elektron. Jenisnya ditentukan oleh adanya perpindahan elektron dalam atom bahan. Pengujian XRF memiliki kelebihan, seperti menghindari waktu dan tenaga dalam mempersiapkan bahan ujian (Jamaludin dan Adiantoro, 2014). Identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang dihasilkan dari efek fotolistrik digunakan untuk melakukan analisis XRF. Ketika elektron dalam atom sampel dikenai sinar

berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X) maka terjadi efek fotolistrik (Munasir., dkk, 2012). Mesin XRF dapat dilihat pada Gambar 2.4.

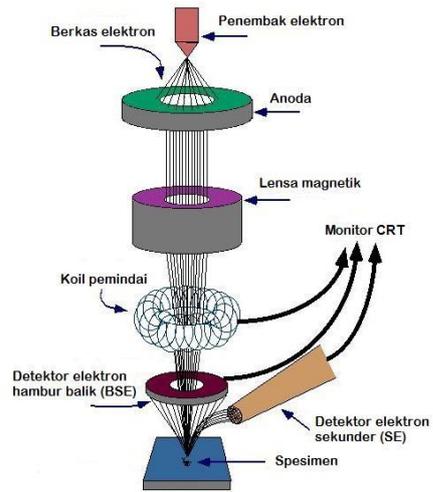


**Gambar 2.4** Mesin XRF (Sumber: Laboratorium Analisa PRTP- BRIN).

### 2.7.2 *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FE-SEM)

*Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FE-SEM) merupakan mikroskop pemindai elektron yang digunakan untuk mengamati morfologi permukaan dan ukuran butir nanomaterial. Pada FE-SEM dibuat berdasarkan deteksi elektron sekunder atau elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut di scan dengan sinar elektron yang terdeteksi diperkuat sinyalnya kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam layar monitor. Pada proses FE-SEM bekerja tidak memerlukan sampel yang ditipiskan sehingga bisa melihat obyek dari sudut pandang 3 dimensi. FE-SEM ini mempunyai resolusi yang tinggi untuk mengamati suatu benda yang berukuran sangat kecil (Yao dan Keisaku, 2007).

*Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FE-SEM) dikembangkan pertama kali oleh Manfred Von Ardenne (ilmuan Jerman) pada tahun 1938 namun pada konsep dasar sebenarnya disampaikan oleh Max Knoll pada tahun 1935 (Sujatni., dkk 2015). Prinsip Kerja pada *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FE-SEM) dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Skematik FE-SEM

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Mei 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia dan Laboratorium Non Logam, PRTP– BRIN yang bertempat di Jl. Ir. Sutami KM. 15 Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya timbangan digital, ayakan *mesh* no 325,100 ASTM:E ember, oven, beaker glass, tumbukan besi, mortar dan alu, wadah , sarung tangan, gantungan beban, *Ball Mill* merk *Yuema Helical Great type* TR67-A-D112.M4 no. 01307.30166, cetakan ukuran 18 x 5 x 2 cm<sup>3</sup>, mesin uji kuat lentur merk *Universal Testing Machines (UTM) made in Taiwan Type* HT-2402, XRF PANanalytical tipe: Epsilon 3 dan FE-SEM Thermo Scientific-Quattro S.

##### **3.2.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bubuk kertas, bentonit, abu sekam padi, air dan semen *Portland Composite Cement (PCC)*.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan, diantaranya yaitu preparasi sampel, pembuatan sampel, pengujian sampel dan karakterisasi sampel (XRF dan SEM). Langkah – langkah yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

#### 3.3.1 Preparasi sampel

Preparasi sampel terdiri dari beberapa tahapan, yaitu karakterisasi bahan dan preparasi bahan.

##### 1. Peparasi Karakterisasi Bahan

Tahapan karakterisasi bahan yaitu sebagai berikut:

- a. Menghaluskan abu sekam padi menggunakan mortar sampai halus.
- b. Mengayak abu sekam padi menggunakan ayakan 100 *mesh* hingga menjadi bubuk abu sekam padi halus.
- c. Mengayak abu sekam padi menggunakan ayakan lolos 325 *mesh* sebanyak 10 g.
- d. Melakukan karakterisasi abu sekam padi, bentonit dan semen menggunakan XRF.

##### 2. Preparasi Bahan

Tahapan preparasi bahan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Menimbang bahan bubuk kertas, abu sekam padi, bentonit dan semen dengan variasi komposisi (dalam 1000 g). Komposisi Bahan disajikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2

**Tabel 3.1** komposisi bahan dalam bentuk persen (%) pada pembuatan *Papercrete*

Bahan	K1 (%)	K2 (%)	K3 (%)	K4 (%)	K5 (%)
Abu Sekam Padi	4,60	6,91	9,22	11,53	13,84
bentonit	27,71	25,40	23,06	20,78	18,47
Semen	36,94	36,94	36,94	36,94	36,94
Bubur Kertas Basah	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75
Air	5	5	5	5	5

**Tabel 3.2** komposisi bahan dalam bentuk gram (gr) pada pembuatan *Papercrete*

Bahan	K1 (gr)	K2 (gr)	K3 (gr)	K4 (gr)	K5 (gr)
Abu Sekam Padi	50	75	100	125	150
bentonit	300	275	250	225	200
Semen	400	400	400	400	400
Bubur Kertas Basah	333	333	333	333	333
Air (ml)	54,15	54,15	54,15	54,15	54,15

### 3.3.2 Pembuatan *Papercrete*

Tahapan pembuatan sampel *papercrete* adalah sebagai berikut:

1. Memasukan bubur kertas basah, abu sekam padi, bentonit dan semen sesuai variasi komposisi ke dalam wadah, lalu diaduk.
2. Mencampurkan semua bahan dan diaduk hingga homogen dan terbentuk adonan.
3. Memasukkan adonan ke dalam cetakan kubus ukuran  $18 \times 5 \times 2 \text{ cm}^3$ , yang sudah dibasahi air atau oli agar mudah dilepas, kemudian memadatkan menggunakan tumbukan besi ke dalam cetakan.
4. Meratakan permukaan kubus dengan menggunakan sendok perata.
5. Membiarkan sampel dalam cetakan selama 24 jam pada suhu ruang.

6. Melepaskan sampel dari cetakan.
7. Membiarkan kembali sampel dengan suhu ruang selama 24 jam.
8. Memberikan kode variasi komposisi pada sampel.
9. Memanaskan sampel menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 6 jam.
10. Mengkarakterisasi sampel dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF), *Scanning Electron Microscope EDX* (SEM EDX) serta uji mekanis dan uji fisis seperti kuat lentur, porositas, absorpsi dan massa jenis.

### 3.3.3 Pengujian *Papercrete*

Tahap pelaksanaan pengujian sampel dalam penelitian ini sebagai berikut:

#### 1. Massa jenis

Langkah-langkah pengujian massa jenis pada *papercrete* sebagai berikut:

- a. Menimbang dan mencatat berat *papercrete* dalam keadaan kering menggunakan timbangan digital ( $w_1$ ).
- b. Merendam *papercrete* ke dalam air selama 24 jam, tujuannya agar permukaan benar-benar basah.
- c. Mengangkat *papercrete* dan mengusap sisi permukaan *papercrete* yang berisi air dari masing-masing komposisi menggunakan kain lap, kemudian menimbanginya pada timbangan digital dan mencatat hasilnya ( $w_2$ ).
- d. Menimbang *papercrete* kembali dalam keadaan digantung dalam air menggunakan timbangan digital dan mencatat hasilnya ( $w_3$ ).
- e. Menghitung massa jenis dengan Persamaan (2.1).

#### 2. Porositas

Langkah-langkah pengujian porositas pada *papercrete* sebagai berikut:

- a. Menimbang dan mencatat berat *papercrete* dalam keadaan kering

menggunakan timbangan digital ( $w_1$ ).

- b. Merendam *papercrete* ke dalam air selama 24 jam, tujuannya agar permukaan benar-benar basah.
- c. Mengangkat *papercrete* dan mengusap sisi permukaan *papercrete* yang berisi air dari masing-masing komposisi menggunakan kain lap, kemudian menimbanginya pada timbangan digital dan mencatat hasilnya ( $w_2$ ).
- d. Menimbang *papercrete* kembali dalam keadaan digantung dalam air menggunakan timbangan digital dan mencatat hasilnya ( $w_3$ ).
- e. Menghitung porositas dengan Persamaan (2.2).

### 3. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur pada *papercrete* adalah untuk mendapatkan besarnya beban lentur maksimum yang bisa dimiliki oleh *papercrete*. Prosedur pengujian kuat lentur pada *papercrete* sebagai berikut:

- a. Menyiapkan *papercrete*
- b. Meletakkan *papercrete* simetris dengan mesin uji kuat lentur.
- c. Melihat *papercrete* pada saat uji kuat lentur apabila sudah patah, lalu mencatat beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh benda uji (P).
- d. Menghitung kuat lentur dengan Persamaan (2.3).

### 4. Absorpsi

Tahapan pengujian absorpsi pada *papercrete* sebagai berikut:

- a. Menimbang dan mencatat berat *papercrete* dalam keadaan kering menggunakan timbangan digital ( $w_1$ ).
- b. Merendam *papercrete* ke dalam air selama 24 jam, tujuannya agar permukaan benar-benar basah.

- c. Mengangkat *papercrete* dan mengusap sisi permukaan *papercrete* yang berisi air dari masing-masing komposisi menggunakan kain lap, kemudian menimbanginya pada timbangan digital dan mencatat hasilnya ( $w_2$ )
- d. Menghitung absorpsi dengan Persamaan (2.4).

### **3.3.4 Karakterisasi XRF dan SEM EDX**

Tahapan pengujian XRF dan SEM EDX pada *papercrete* adalah sebagai berikut:

1. Menghancurkan produk *papercrete* menggunakan tumbukan besi dan menghaluskannya menggunakan mortar dan alu.
2. Mengayak produk *papercrete* yang telah halus menggunakan ayakan lolos *mesh* 325 sebanyak 10 g.
3. Sampel yang telah halus ukuran lolos *mesh* 325 siap dikarakterisasi.

### **3.4. Diagram Alir**

Secara garis besar, tahapan yang dilakukan penelitian ini disajikan dalam diagram alir berikut:

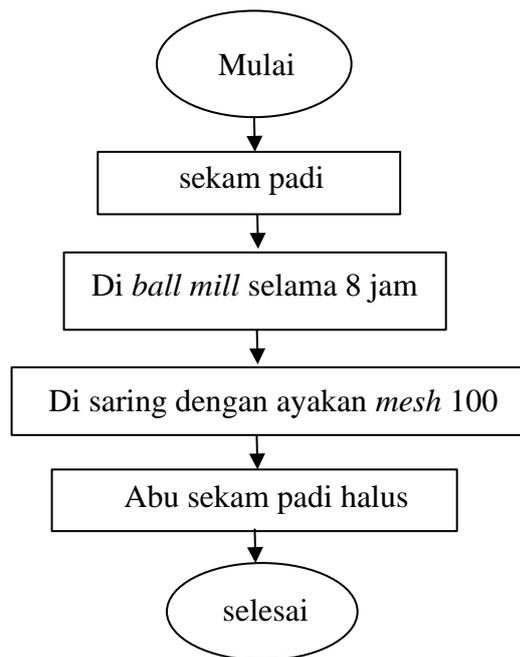
#### **3.4.1 Preparasi Sampel**

Diagram alir preparasi sampel disajikan dalam Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

##### **1. Preparasi bahan**

- a). Preparasi Abu sekam padi

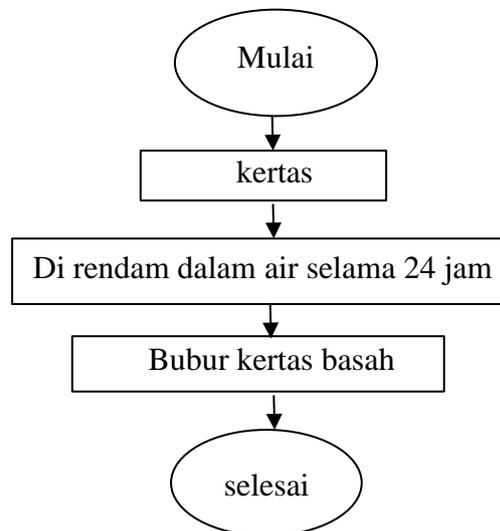
Preparasi abu sekam padi ditunjukkan pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Diagram Alir Preparasi Abu Sekam Padi

b). Preparasi bubur kertas

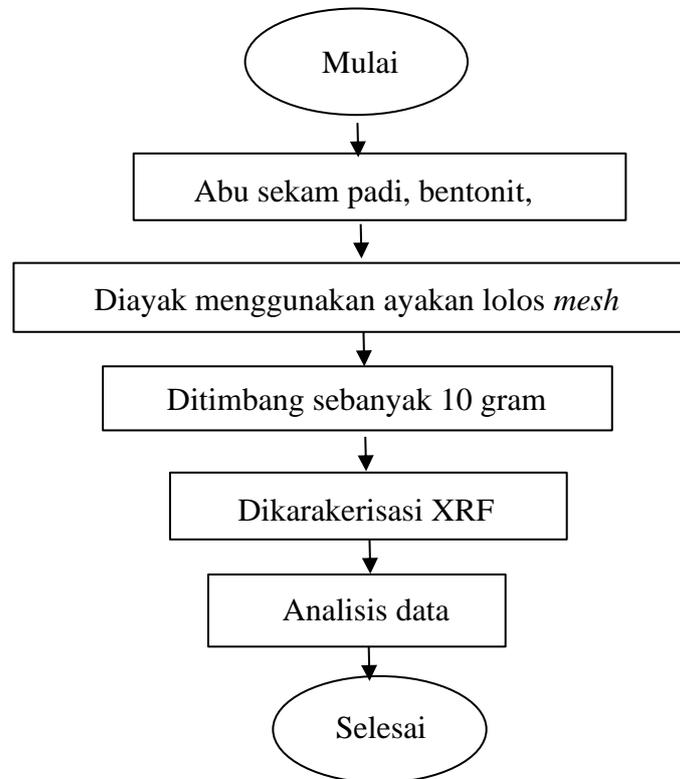
Preparasi bubur kertas ditunjukkan pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Diagram Alir Preparasi bubur kertas

## 2. Karakterisasi bahan

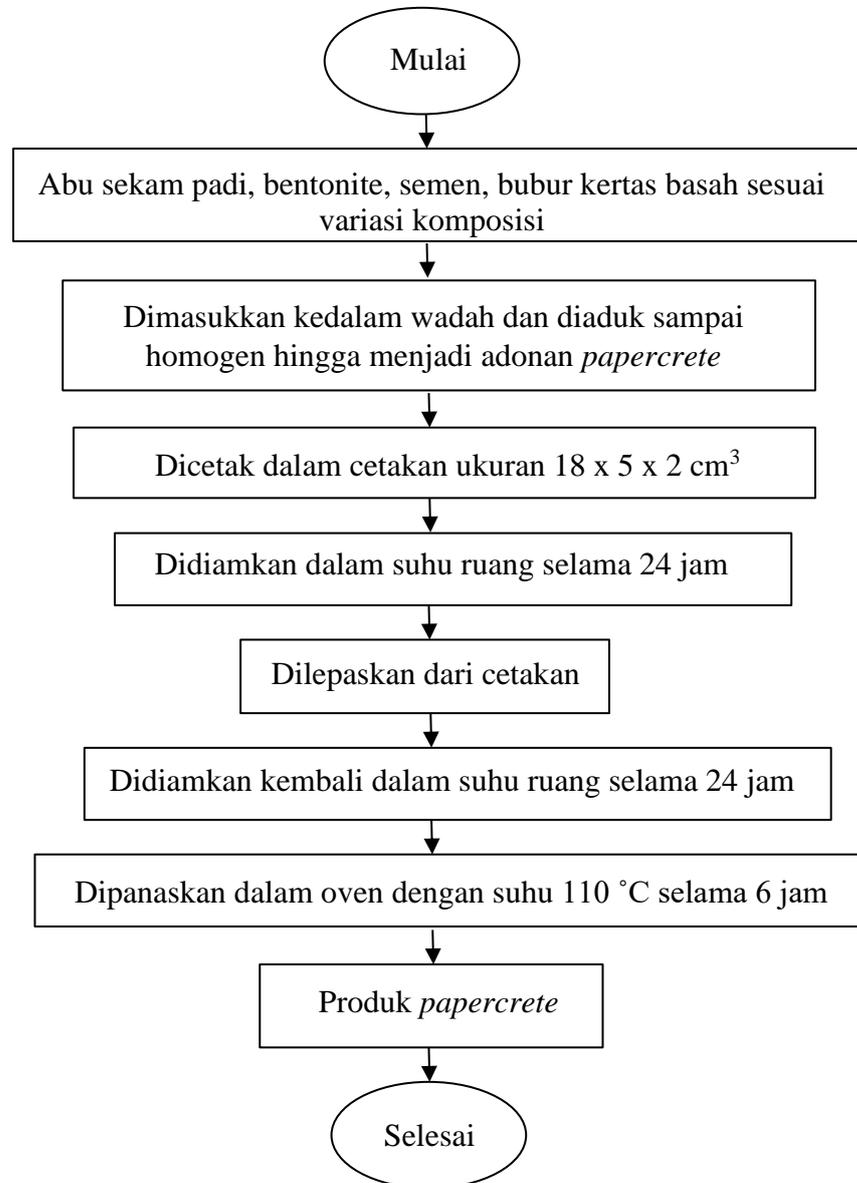
Karakteristik bahan ditunjukkan pada Gambar 3.3



**Gambar 3.3.** Diagram alir karakterisasi bahan.

### 3.4.2 Pembuatan *Papercrete*

Diagram alir pembuatan *papercrete* disajikan dalam Gambar 3.4



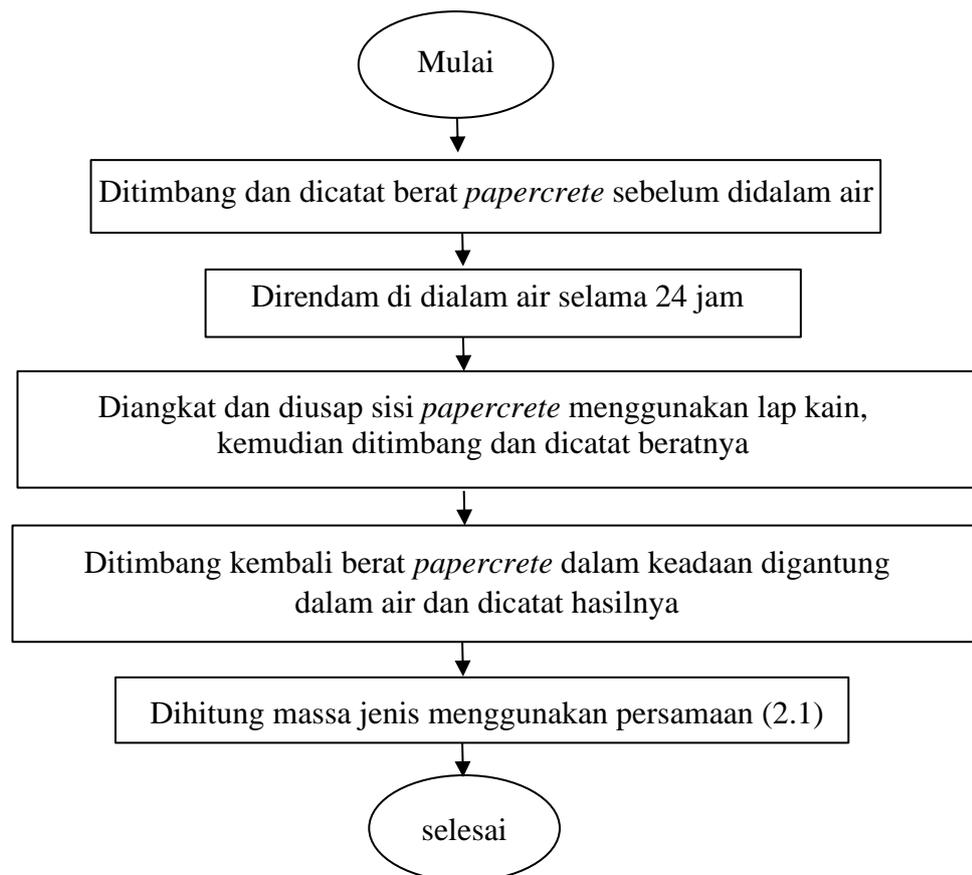
**Gambar 3.4.** Diagram alir pembuatan *papercrete*.

### 3.4.3 Pengujian *Papercrete*

Diagram alir pengujian *papercrete* disajikan dalam Gambar 3.5, Gambar 3.6, Gambar 3.7 dan Gambar 3.8.

#### 1. Massa jenis

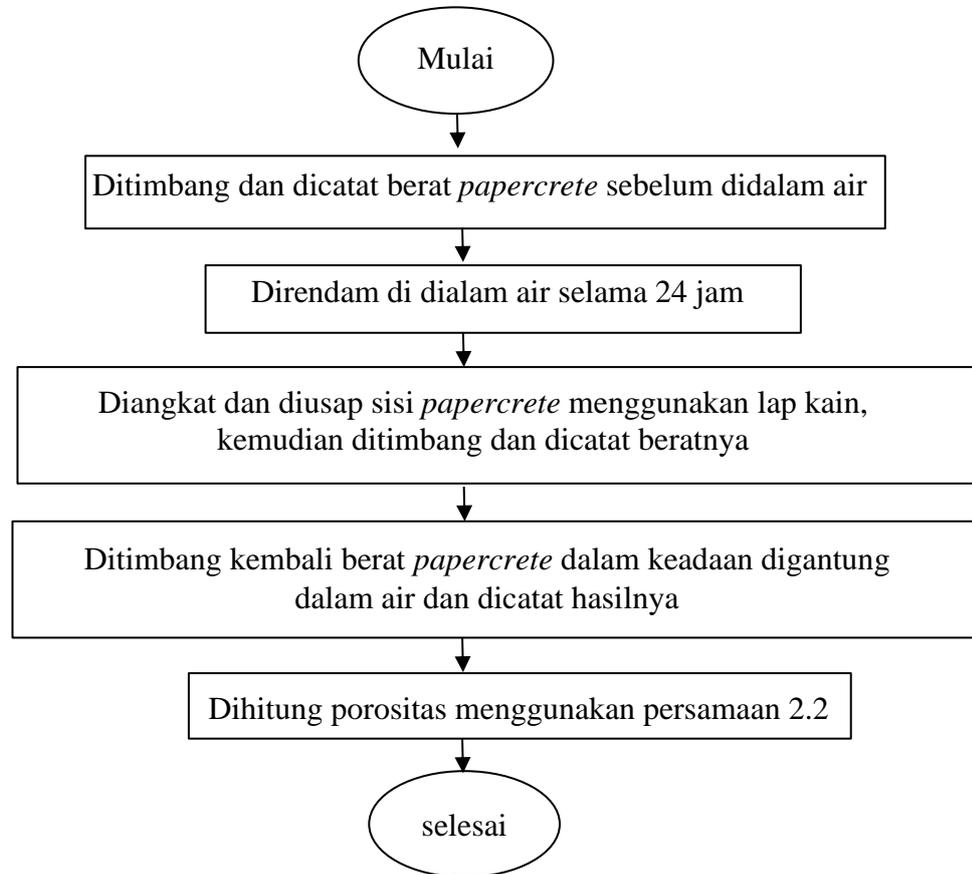
Cara pengujian massa jenis ditunjukkan pada Gambar 3.5



**Gambar 3.5** Diagram alir uji massa jenis.

## 2. Porositas

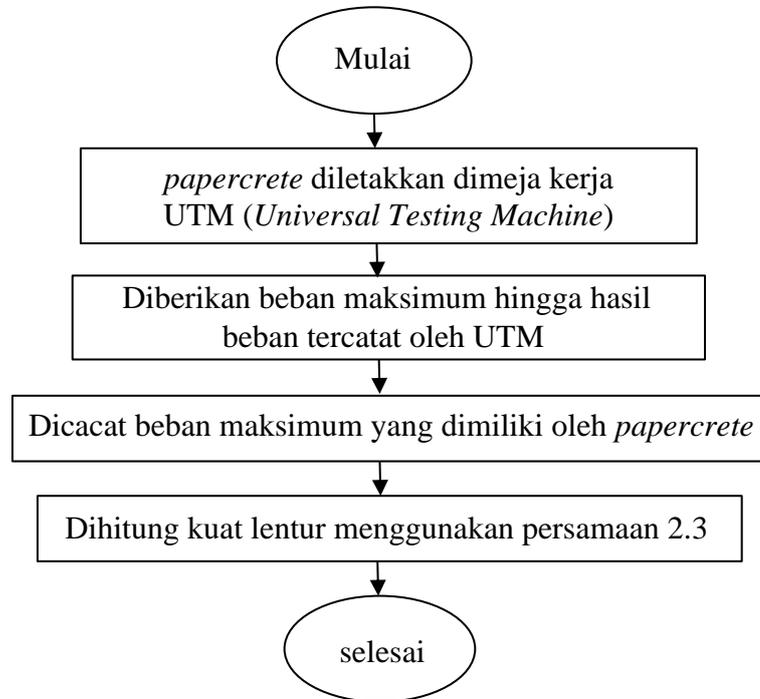
Cara pengujian porositas ditunjukkan pada Gambar 3.6



**Gambar 3.6** Diagram alir uji porositas.

### 3. Kuat lentur

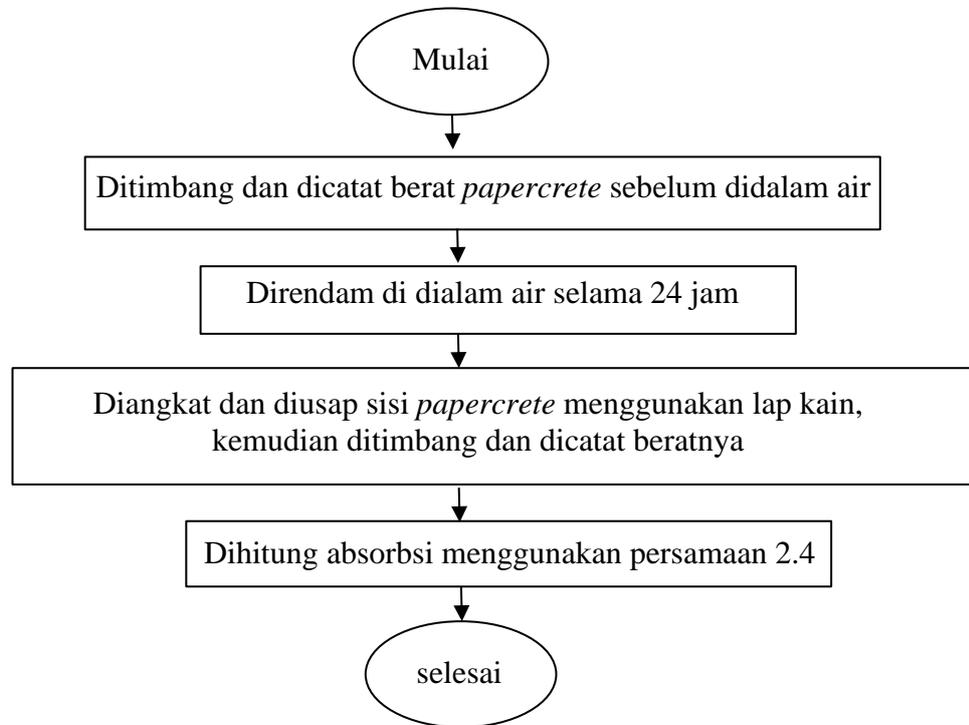
Cara pengujian kuat lentur *papercrete* ditunjukkan pada Gambar 3.7



**Gambar 3.7** Diagram alir uji kuat lentur.

#### 4. Absorpsi

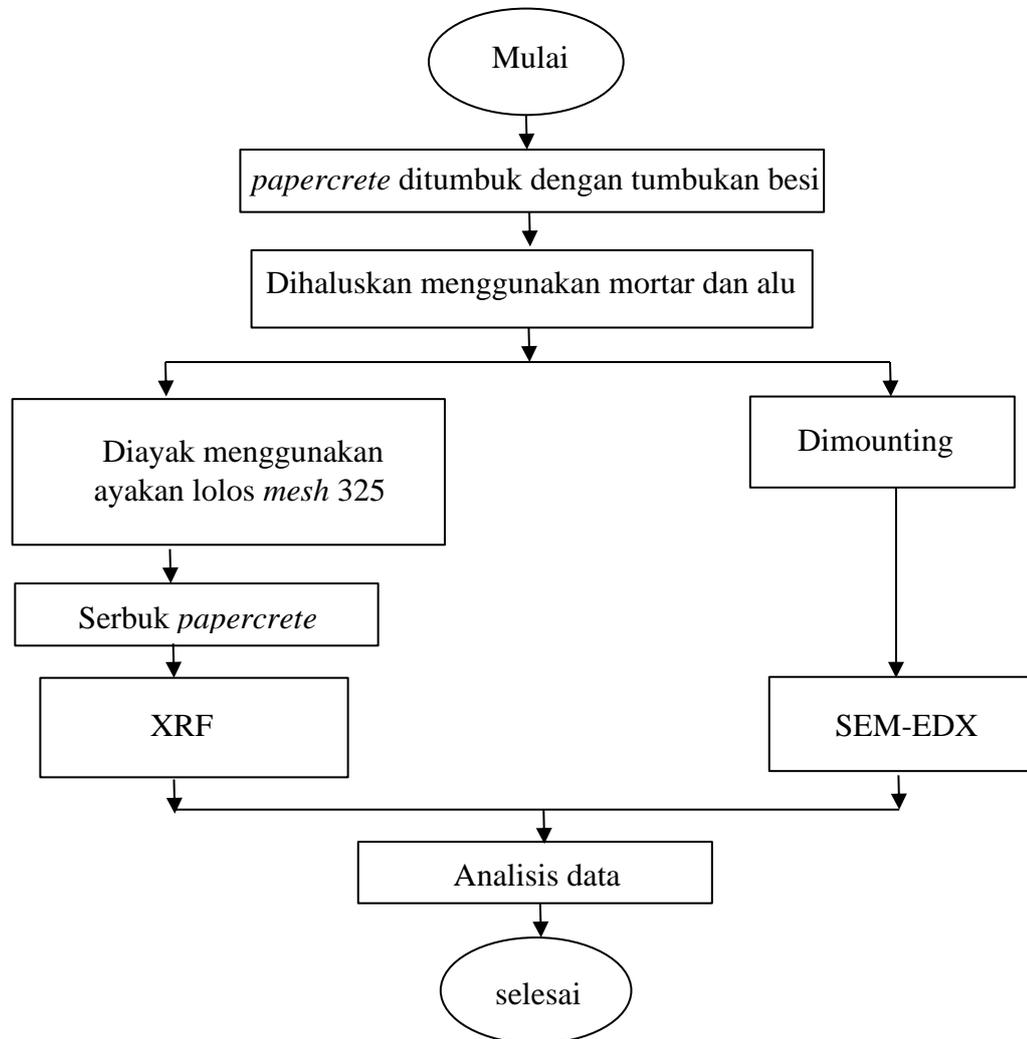
Cara pengujian absorpsi ditunjukkan pada Gambar 3.8



**Gambar 3.8** Diagram alir uji absorpsi.

### 3.4.4 Karakterisasi XRF dan SEM EDX

Diagram alir karakterisasi XRF dan SEM EDX disajikan dalam Gambar 3.9.



**Gambar 3.9** Diagram alir karakterisasi XRF dan SEM-EDX.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur *papercrete* diperoleh nilai kuat lentur tertinggi pada variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47% yaitu sebesar 0,0152 Mpa. Sedangkan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% yaitu sebesar 0,0064 Mpa.
2. Hasil pengujian massa jenis *papercrete* diperoleh nilai massa jenis tertinggi pada variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47% yaitu sebesar 1,04 g/cm<sup>3</sup>. Serta nilai porositas dan absorpsi terendah diperoleh pada variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% yaitu sebesar 49,54% dan 46,91%. Sedangkan nilai massa jenis terendah diperoleh pada dengan variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% yaitu sebesar 0,95 g/cm<sup>3</sup>. Serta nilai porositas dan absorpsi tertinggi diperoleh pada dengan variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47% yaitu sebesar 58,87% dan 55,93%.
3. Hasil karakterisasi XRF pada *papercrete* menunjukkan bahwa *papercrete* didominasi oleh senyawa CaO sebesar 51,411% dan SiO<sub>2</sub> sebesar 31,815%

pada variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% . Sedangkan pada variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47% senyawa CaO dan SiO<sub>2</sub> yaitu sebesar 49,034% dan 34,356%.

4. Hasil karakterisasi SEM *papercrete* pada variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71%. Serta pada variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47% menunjukkan bahwa morfologi permukaan sampel berbentuk bulat tak beraturan. Pada variasi komposisi abu sekam padi 4,6% dan bentonit 27,71% menghasilkan banyak ruang kosong dan terlihat beberapa retakan di permukaan dibandingkan dengan variasi komposisi abu sekam padi 13,48 % dan bentonit 18,47%. Sedangkan karakterisasi SEM-EDX pada sampel *papercrete* menunjukkan penyebaran unsur Ca dan Si merupakan unsur yang paling dominan.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan bahan serta variasi komposisi bahan yang berbeda dari penelitian ini untuk mendapatkan kualitas *papercrete* yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Fajril., Ahmad Fadli, Heni Ismawati. Dan Jessica Sihombing. 2016. Pembuatan Cellular Glass dari Fly Ash Pabrik Kelapa Sawit. *Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia Pekanbaru*. No.1 Vol.2. Hal 42-48.
- Amin, M., & User, S. 2017. Pembuatan semen geopolimer ramah lingkungan berbahan baku mineral basal guna menuju lampung sejahtera. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 5(01), 30-45.
- Andini, Devy., Yul Martin., Herri Gusmedi. 2016. Perbaikan tahanan dengan menggunakan bentonit teraktivasi. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Vol.10 No.1.
- Aprida, Lita Finnyasia., Deni, D., Ridho, Bayuaji. 2018. Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. ISSN No. 2623 – 1727. Hal. 13-14.
- Aprizal, Encik Junaidi., Pusoko Prapto. 2015. Pengaruh partial *replacement* semen portland dengan *bentonite* terhadap kuat tekan beton berdasarkan variasi umur. *INERSIA*. Vol.11 No. 1. Hal 67-68.
- ASTM C642-06-2001. Standard Test Method For Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.
- Aqrowi, Pribadi. 2019. Kajian variasi campuran bubuk kertas terhadap nilai penetrasi dan permeabilitas beton. ISSN 2541-0318. Vol. 4 No.1.
- Chandar, S. P., Gunasekaran, K., & Ravichandran, P. T. (2022). Mechanical and microstructure analysis of sustainable concrete using paper waste.
- Coronge, M.A., Wihardi Tjarong, M., Irmawaty, R. 2018. Analisis Tingkat Emisi Pada Cerobong asap Pabrik Semen Tonasa Pangkep Emission Analysis On Smoke Stack Factory Tonasa cement Pangkep. *Jurnal Purifikasi*. Vol.18 No.2. Hal 87-92.

- Durdzinski, P. T., Dunant, C. F., Haha, M. B., & Scrivener, K. L. (2015). A New Quantification Method Based on SEM-EDS to Assess Fly Ash Composition and Study The Reaction of Its Individual Components in Hydrating Cement Paste. *Cemen and Concrete Research*, Vol. 73, pages 111-122.
- Gorgis, I. N., Zaki, H. M., & Salih, S. A. (2017). Properties of papercrete. *ARPJ. Eng. Appl. Sci*, 12(24), 7401-7411.
- Hasanah, Moraida., Fynnisa Z. 2019. Analisis sifat emisi gas CO, HC, CO<sub>2</sub> DAN O<sub>2</sub> Pada keramik berbasis bentonite dan debu vulkanik gunung sinabung. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Asahan*.
- Isriani, Desi., Aulia, Rahman. 2016. Analisis proposi bubuk kertas dan pasir terhadap sifat mekanis beton kertas (*papercrete*). *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*. Vol.2 No.1.
- Jamaludin, Agus. Dan Darma Adiantoro. 2014. Analisis kerusakan x-ray fluorescence (XRF). *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*. Vol. 9 No. 10.
- Kaseke, O.H., L.H. Kereh., T.K. Sendow. 2013. PENGARUH POROSITAS AGREGAT TERHADAP BERAT JENIS MAKSIMUM CAMPURAN. *Jurnal Teknik Statik*. Vol.1 No.3. Hal 190-195.
- Khrisna, Vincentius., Andreas , Pandu S. 2017. Papan partisi dari limbah kertas. *JURNAL INTRA*. Vol.5 No.2. Hal 803
- Kustomo. 2020. Uji Karakterisasi dan Mapping Magnetit Nanopartikel Terlapisi Asam Humat dengan Scanning-Electron-Microscope–Energy Dispersive X- Ray (SEM-EDX). *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol.9 No.3: 148- 153.
- Laoli, M. E., Kaseke, O. H., Manopo, M. R. E., and Jansen, F. 2013. Kajian Penyebab Perbedaan Nilai Massa jenis Maksimum Campuran Beraspal Panas yang Dihitung Berdasarkan Metode Marshal dengan yang Dicari Langsung Berdasarkan Aashto T209. *Jurnal Sipil Statik*. 1(2): 128-132.
- Mabrouki, H and Akretce, D.E. 2015. Diclofenac Potassium Removal From Water By Absorption On Natural and Pillared Clay. *Desalination and Water Treatment*.
- Mashifana, Tebogo., Nastassia, Sithole. 2020. Potential Beneficiation Of Readily Available Gold Tailings and Paper Wastes Development Of A New Building Material. *Department of Chemical Engineering Technology*
- Munasir., Triwikantoro, M.Zainuri. dan Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. Vol 2 No 1

: 20-29. Muslimin. 2016. *Uji kualitas batako dari beberapa jenis pasir*. Skripsi, Universitas Islam Negeri alauddin Makasar, Makasar.

Nurmaidah, U. M. A. (2015). ANALISA PENGARUH TEMPERATUR AIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *ARBITEK: Jurnal Teknik Sipil & Arsitektur*, Vol. 1 No.2.

Pratama, Edo., Endang Setyawati, H. 2016. AJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON KERTAS (PAPERCRETE) DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT NYLON. *Jurnal Fropil*. Vol.4 no.1. Hal 29.

Pratama, Rachmadhani Dian., Moh Farid. Dan Haniffudin Nurdiansah. 2017. Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 6 No 2 : F251-F254.

Pribadi, Arqowi. 2019. Studi Pengaruh Penambahan Bubur Kertas Terhadap Nilai Serapan Air Pada *Papercrete*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil. ISSN: 2459-9727

Rajiman. 2015. Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Dan Material Agregat Alam (Feldspart) Terhadap Sifat Fisik Beton. *Tapak* Vol. 4 No. 2 , 118-124.

Ramesh, G.B Kumar., M. Chandu. 2018. Papercrete – A Sustainable Building Material. *Internasional Jurnal of Pure And Applied Mathematics*. ISSN 1314-3395. Vol.119 No.17.

Sandya, Y., Prihantono., dan Musalamah, S. 2019. PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGANTI SEMEN PADA BETON GEOPOLIMER. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(2 DES), 59-63. SNI 03-2834-2000.

Sari, Rindang Kembar. 2017. Potensi Mineral Batuan Tambang Bukit 12 Dengan Metode XRD, XRF DAN AAS. *Eksakta*. Vol 2 : 13-23.

Safitri, Febrianty., Abd. Rajak., Servie O. Dapas., Martin D.J. sumajouw. 2020. Pengujian kuat beton yang menggunakan agregat lokal dengan memanfaatkan abu sekam padi dan batu apung sebagai substitusi parsial semen. *Jurnal sipil Statik*. Vol. 8 no.2. ISSN 2237-6732

Seyyedlipour, S. F., Kebria, D. Y., Malidarreh, N. R., & Norouznejad, G. (2014). Study of utilization of pulp and paper industry wastes in production of concrete. *Int J Eng Res Appl*, 4(1), 115-122.

Shermale, Y.D. and Varma, M.B. (2015). Papercrete An Efficient Use Of Waste Paper. *Recent Trends Civil Engineering and Technolog*. 5(03), 54-59.

- Siddika, Ayesha., Md. Abdullah Al Mamun., Rayed alyousef., Hossein Mohammadhoseini. 2020. State-of-the-art-review on rice hush ash: A supplementary cementitious material in concrete. *Jurnal Of King Saud University-Engineering Sci-ences*.
- Singh. A., S. Singla., R. Garg. 2020. Performance analysis Of Papercrete in presence Of Rice Husk Ask and Fly Ash. *Materials Science and Engineering*.
- SNI 1969:2008. Pengujian Fisik Pada Pembuatan Mortar dan Beton.2008
- SNI 4431:2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua titik Pembebanan. 2011.
- Solahuddin, B. A., & Yahaya, F. M. (2021, March). A Review Paper on The Effect of Waste Paper on Mechanical Properties of Concrete. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1092, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Sri Raharja, S. A. 2015. Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi. *MATRIKS TEKNIK SIPIL*. Vol. 1 No. 4, 5003-510.
- Sujatno, Agus., Rohmad, Salam., Bandriyana., Arbi, Dimiyanti. 2015. STUDI SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) UNTUK KARAKTERISASI PROSES OXIDASI PADUAN ZIRKONIUM. *Jurnal Forum Nuklir*. Vol. 9 No. 2.
- Sonata, Herix MS., Dewi Yudiana Shinta., Mulyadi. 2021. Pemanfaatan Abu Sekam Padi Pada Pembuatan Batu Bata. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. ISSN 197-5283. Vol.15. No.1
- Tumingan, Tjaronge, M. W., Victor, S., dan Rudy, D. 2016. *Penyerapan dan Porositas pada Beton Menggunakan Bahan Pond Ash sebagai Pengganti Pasir*. POLITEKNOLOGI. Vol.15 No.1.
- Yang, Y., Jiang, J., Hou, L., Lu, Z., Li, J., & Wang, J. 2020. Pore structure and properties of porous geopolymer based on pre-swelled bentonite. *Construction and Building Materials*, 254, 119226.
- Yao, Hiroshi., Keisaku K. 2007. Field Emission Electron Microscopy For Structural Characterization Of 3D Gold Nanoparticel Superlattices. *Modern Research and Topics and Microscopy*.
- Yogesh, Mr. D. Shermale., Dr. Mahaveer B. Varma. 2017. Properties of papercrete concrete: building material. *IOSR Journal Of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. ISSN 2320-334X. Vol.14.

Zaki, H. M., Salih, S. A., & Gorgis, I. N. (2019). Characteristics of paper-cement composite. *Journal of Engineering*, 25(4), 122-138.

Zaki, H., Gorgis, I., & Salih, S. (2018). Mechanical properties of papercrete. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 162, p. 02016). EDP Sciences.

Zubaidi, Asee; B., Shatha, R Ahmedizat., A., Al-Tabbakh. 2020. Recycling watespaper *papercrete* To Produce Green Concrete. *Materials Science and Engineering*.