

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakterisasi Bahan Baku

Tahap awal pada penelitian ini adalah karakterisasi bahan baku menggunakan metode XRF sesuai standar ASTM E-1621 guna mengetahui kandungan unsur – unsur yang terkandung pada kertas habis pakai, batu kapur, *slag BF*, dan molase. Sebelum dikarakterisasi, sampel dipreparasi seperti *grinding* dan *sieving* sehingga dihasilkan ukuran -80#. Karakterisasi XRF dilakukan di PT. Multi Hanna Kreasindo. Tabel 4.1 menunjukkan hasil karakterisasi kertas habis pakai (KHP), batu kapur, *slag BF* (SBF), dan molase.

Terlihat pada Tabel 4.1 bahwa, kandungan tertinggi pada kertas habis pakai, *slag BF*, dan batu kapur adalah kalsium (Ca) masing-masing sebesar 94,58 %; 74,02 %; dan 98,64 %. Komposisi tersebut sesuai dengan kegunaan kalsium pada *slag depressant* yaitu membantu pembentukan fasa padat pada sistem pemisahan *liquid metal* dan *slag*. Sedangkan komposisi tertinggi bahan pengikat yaitu molase adalah *oil* sebesar 98,3%.

#### 4.2 Pengaruh Ukuran Partikel Batu Kapur dan *Slag Blast Furnace* Terhadap *Volatile Matter*

Dalam penggunaannya, *slag depressant* harus memenuhi spesifikasi sesuai dengan standar yang digunakan yaitu harus lebih dari 20% (Sunghyun, 2007). Nilai *volatile matter* akan mempengaruhi laju proses pembakaran sehingga memiliki *flammabilty* tinggi agar mampu terbakar dengan cepat (Sunghyun, 2007). Teori ini juga diperkuat oleh Fernandez Anez tahun 2014, yaitu semakin tinggi *volatile*

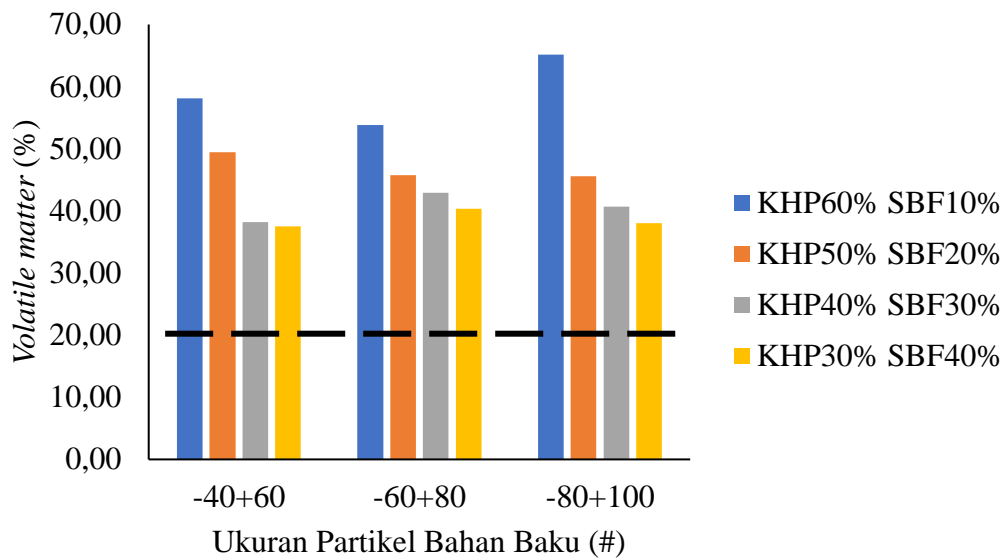
*matter* maka suatu bahan akan semakin mudah terbakar. *Slag depressant* yang digunakan diharapkan dapat terurai pada temperatur kurang dari 1000°C saat proses, agar tidak mengotori baja cair yang dihasilkan pada *basic oxgen furnace*. Pada penelitian ini dilakukan pengujian *volatile matter* terhadap *slag depressant*. Gambar 4.1. menunjukkan pengaruh ukuran partikel dan komposisi kertas habis pakai dan *slag BF* terhadap kandungan *volatile matter* pada *slag depressant*.

**Tabel 4.1** Hasil Karakterisasi Kertas Habis Pakai, *Slag BF*, Batu Kapur, dan Molase

No.	Komponen	%			
		Kertas Habis Pakai	<i>Slag Blast Furnace</i>	Batu Kapur	Molase
1	Al	0,44	5,44	0,29	0,244
2	Si	5,38	8,88	0,29	0,0223
3	P	4,2			0,131
4	S	-	0,57	-	0,0547
5	Cl	0,21	0,02594	0,02977	0,32
6	K	10,22	0,48	-	0,552
7	Ca	74,02	79,59	98,64	0,35
8	Ti	0,13	1,54	0,04055	
9	V	-	0,01786	0,00346	
10	Cr	0,09	0,0185	0,02624	
11	Mn	-	0,49	0,06591	0,0005
12	Fe	3,20	2,07	0,48	0,006
13	Cu	0,81	-	0,04281	0,0002
14	Y	-	0,03748	-	
15	Zr	-	0,15	0,00075	0,0002

**Tabel 4.1** Hasil Karakterisasi Kertas Habis Pakai, *Slag BF*, Batu Kapur, dan Molase

No.	Komponen	%			
		Kertas Habis Pakai	<i>Slag Blast Furnace</i>	Batu Kapur	Molase
16	Sr	-	-	0,03266	
17	Sn	1,28	-	0,05191	
18	Zn				0,0002
19	Br				0,0008
20	Mo				0,0001
21	U				0,0005
22	<i>Oil</i>				98,3



Keterangan: KHP: Kertas Habis Pakai, SBF: *Slag Blast Furnace*

**Gambar 4.1** Diagram pengaruh ukuran partikel terhadap nilai *volatile matter slag depressant*

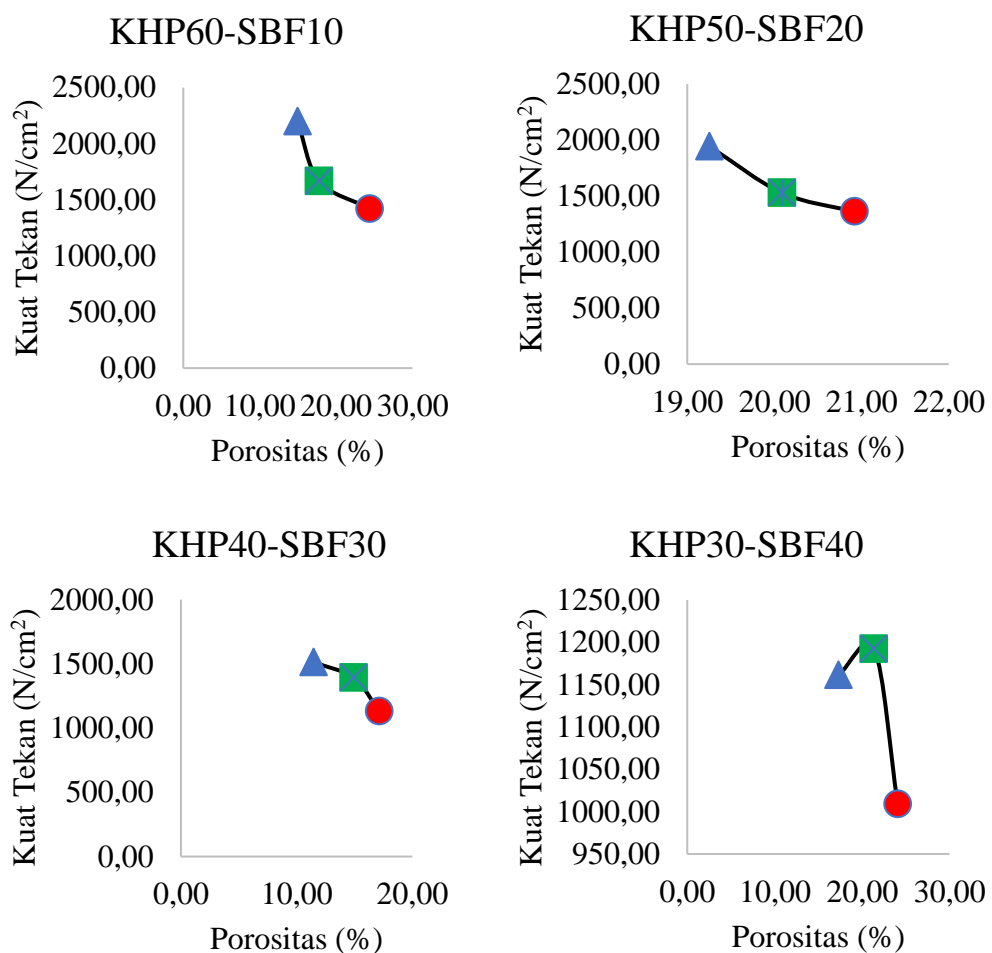
Pada Gambar 4.1, dengan mengacu kepada patent JP 2001032007A, nilai *volatile matter* harus lebih dari 20%. Terlihat pengaruh ukuran partikel dan komposisi terhadap nilai *volatile matter*. Pengaruh ukuran partikel terhadap nilai

*volatile matter* dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran partikel maka nilai *volatile matter*-nya akan meningkat. Butiran yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar per unit massa, sehingga memungkinkan *volatile* untuk lebih mudah menguap saat pemanasan. Dengan memiliki ukuran butiran yang kecil maka *slag depressant* akan memiliki lebih banyak pori-pori atau ruang antar butiran yang memungkinkan volatil untuk bergerak lebih bebas dan cepat keluar. Sehingga cenderung memiliki kandungan *volatile matter* yang lebih tinggi, karena lebih banyak volatil yang dapat terlepas saat pembakaran.

Pengaruh komposisi *slag depressant* terhadap nilai *volatile* dapat dilihat bahwa semakin kecil komposisi kertas habis pakai yang digunakan maka nilai *volatile matter*-nya akan semakin kecil. Kertas habis pakai merupakan bahan organik yang digunakan pada *slag depressant* yang dapat dengan cepat terbakar dan menghasilkan gas CO saat dimasukkan ke dalam *slag* yang memiliki temperatur tinggi sehingga *slag foam* hancur. Seiring dengan berkurangnya komposisi kertas habis pakai, *slag BF* yang digunakan semakin banyak yang menyebabkan *slag depressant* sulit terbakar dan menurunkan nilai *volatile matter* karena semakin banyaknya oksida CaO, SiO<sub>2</sub>, dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Kanamori & Nashiwa, 2001). Pada pengujian ini, semua sampel memiliki nilai *volatile matter* sesuai standar yang digunakan yakni lebih dari 20%, namun pada sampel dengan komposisi KHP 60% dan S-BF 10% dengan ukuran partikel sebesar -80+100# memiliki nilai *volatile matter* yang paling tinggi karena memiliki ukuran partikel yang paling kecil yakni -80+100# dan 60% kertas habis pakai dengan nilai *volatile matter* sebesar 65%.

### 4.3 Pengaruh Ukuran Partikel Batu Kapur dan *Slag Blast Furnace* Terhadap Porositas

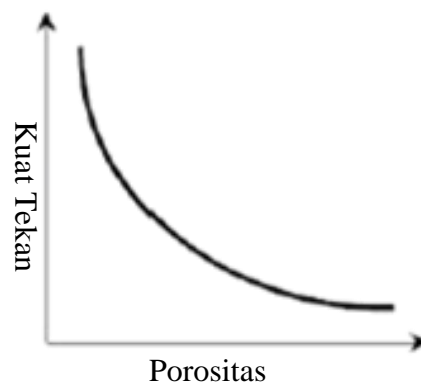
Pengujian porositas *slag depressant* dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap kekuatan tekan. Hasil pengujian porositas pada *slag depressant* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Keterangan: KHP: Kertas Habis Pakai, SBF: *Slag Blast Furnace*,  $\blacktriangle$  : -40+60#,  $\blacksquare$  : -60+80#,  $\bullet$  : -80+100#

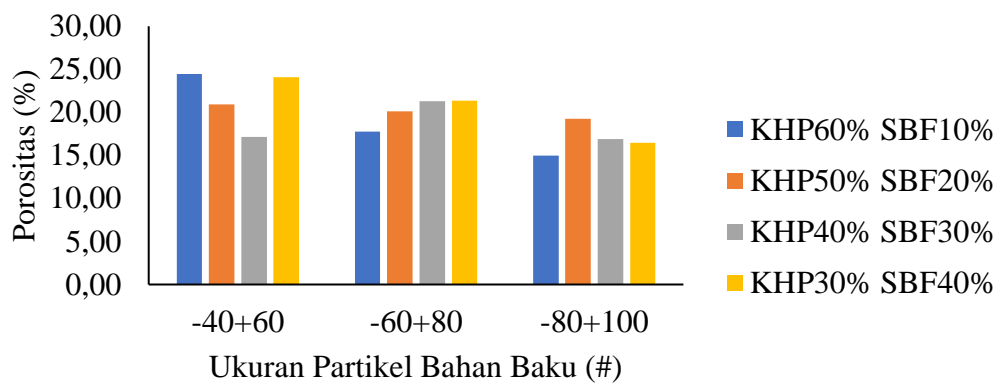
**Gambar 4.2** Diagram pengaruh porositas terhadap kuat tekan *slag depressant* pada setiap ukuran partikel

Menurut Cheng 2007, kuat tekan suatu bahan sangat di pengaruhi oleh nilai porositas, apabila porositas suatu material meningkat, maka kekuatan suatu material akan menurun juga berlaku sebaliknya bahwa apabila porositas suatu material menurun, maka kekuatan suatu material akan meningkat.



**Gambar 4.3** Hubungan porositas dan kuat tekan (Cheng, 2007)

Pada gambar tersebut, didapatkan hasil yang sesuai menurut Cheng yakni semakin kecil porositas maka nilai kuat tekannya akan semakin meningkat. Namun pada sampel KPH40-SBF30 terjadi peningkatan kuat tekan pada ukuran -60+80#, hal tersebut dapat disebabkan oleh komposisi dari *slag depressant*. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.



**Gambar 4.4** Diagram pengaruh ukuran partikel terhadap porositas *slag depressant*

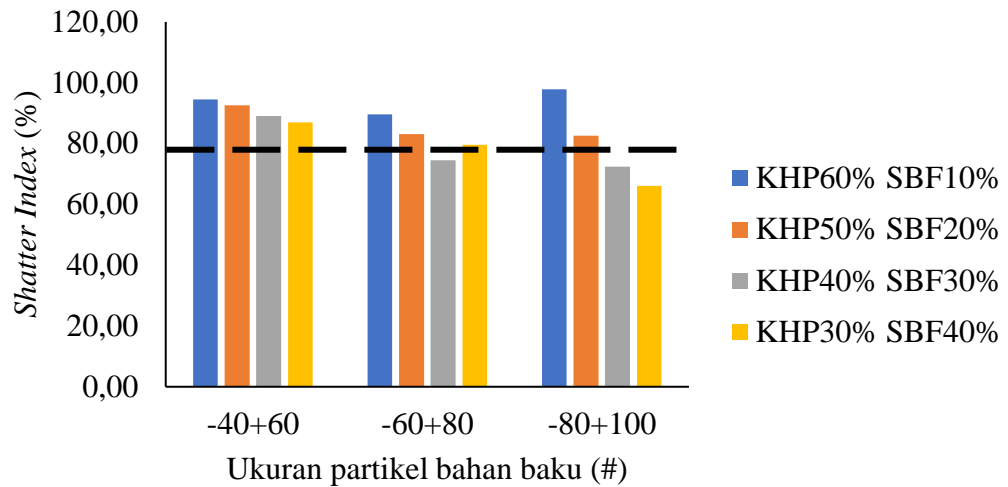
Semakin rendah komposisi kertas habis pakai dan semakin tinggi komposisi *slag BF* cenderung membuat porositas *slag depressant* meningkat. Hal ini disebabkan oleh kadar Ca dan Si yang ada dalam *slag blast furnace* berikatan dengan air membentuk senyawa C-S-H atau senyawa kalsium silika hidrat (CSH). Semakin banyak *slag blast furnace* yang digunakan maka semakin banyak unsur Ca dan Si dan semakin banyak air yang berikatan yang justru dapat menyebabkan terbentuknya atau membesarnya pori dibuktikan dengan naiknya porositas sehingga menyebabkan porositas meningkat (Chen & Brouwers, 2007; Hassan et al., 2020).

Pengaruh ukuran partikel terhadap nilai porositas dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran partikel maka nilai porositasnya akan menurun. Partikel-partikel yang lebih kecil dapat mengisi rongga-rongga dengan lebih baik sehingga mengurangi volume pori-pori dalam komposit. Pori-pori dalam *slag depressant* akan menyebabkan terjebaknya air yang berdampak pada proses pengeringan karena terhambat oleh molase yang sudah mengering.

#### **4.4 Pengaruh ukuran partikel batu kapur dan *slag blast furnace* terhadap nilai *shatter test***

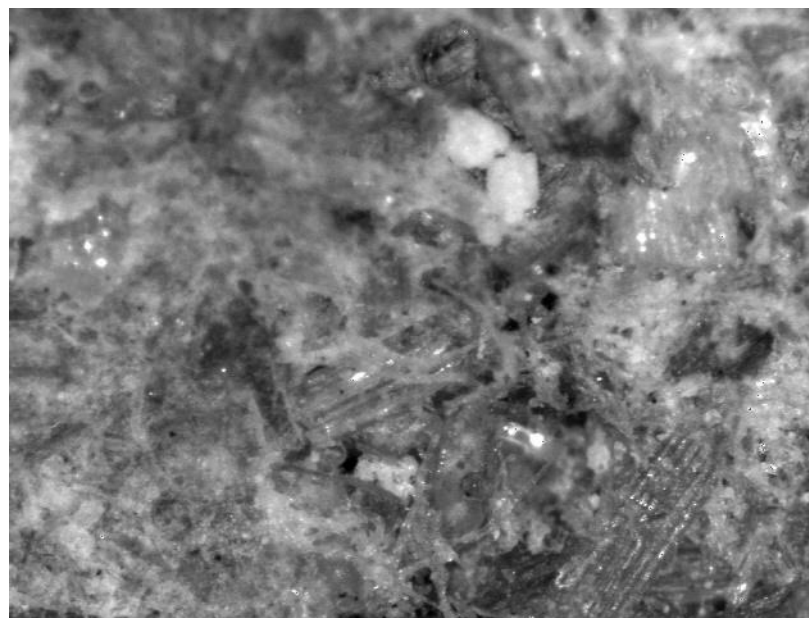
Pengujian *shatter test* dilakukan sesuai dengan standar IS 9963 – 1981 untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada *slag depressant* saat proses *handling* dan transportasi dengan diketahui nilai SI (*Shatter Index*). Pada penelitian, semua sampel memiliki nilai persentase *shatter index* lebih dari 80% dan mengalami penurunan. Pada gambar 4.5, semakin kecil ukuran partikel, nilai *shatter index* akan semakin meningkat, yang akan membuat *slag depressant* akan memiliki kuat tekan yang tinggi. Hal ini diperkuat dengan gambar 4.4, semakin tinggi nilai porositas

maka akan membuat *slag depressant* memiliki kepadatan yang rendah sehingga *slag depressant* rapuh dan mudah hancur ketika dijatuhkan dari *hopper*.



**Gambar 4.5** Diagram hubungan ukuran partikel dengan *shatter index*

Dengan dilakukan pengamatan melalui mikroskop dapat dilihat penampakan dari sampel *slag depressant* pada gambar 4.6



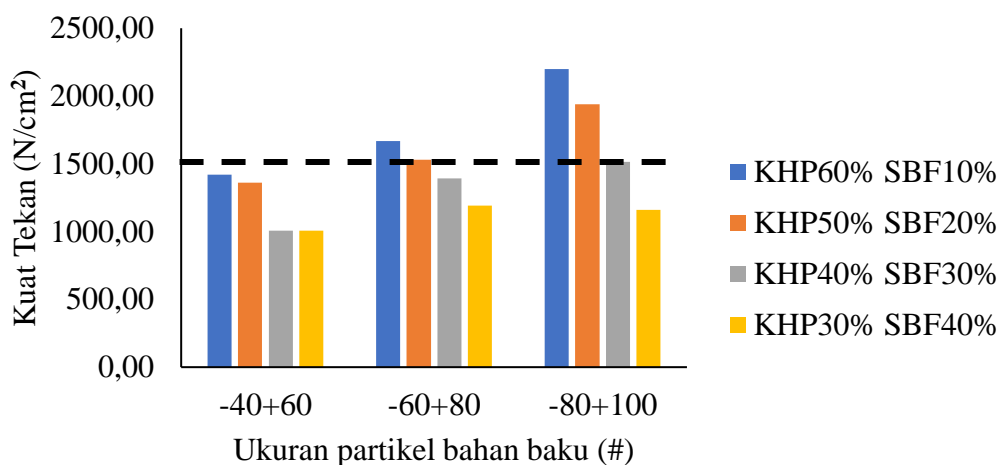
**Gambar 4.6** Foto mikroskop *slag depressant* KHP 60% SBF 10% dengan ukuran partikel -80+100#



Terlihat pada gambar 4.6, sampel *slag depressant* dengan KHP 60% SBF 10% dengan ukuran partikel -80+100# menunjukkan susunan porositas yang cukup sedikit dengan sedikitnya rongga yang terlihat.

#### 4.5 Pengaruh ukuran partikel batu kapur dan *slag blast furnace* terhadap nilai kuat tekan

Pada penelitian ini, semakin kecil ukuran butir nilai kuat tekan *slag depressant* semakin besar. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa *slag depressant* yang digunakan pada *basic oxygen furnace* harus memiliki nilai kuat tekan lebih dari 1500 N/cm<sup>2</sup> (Yucheoljong, 2008). Ukuran butir berpengaruh untuk nilai kuat tekan karena berdampak pada nilai porositas dan *shatter test* suatu bahan. Menurut Cheng pada tahun 2007 bahwa semakin rendah porositas suatu bahan, maka semakin tinggi kekuatan tekan bahan tersebut. Namun komposisi bahan yang tidak tepat juga akan mempengaruhi kuat tekan suatu bahan. Kertas habis pakai berperan penting sebagai bahan baku utama organik dalam *slag depressant* dan kepadatan *slag depressant*.



**Gambar 4.6** Diagram hubungan ukuran partikel dengan nilai kuat tekan