

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Karakterisasi *Foaming Agent*

Dalam mengetahui kandungan pada kulit telur yang bertindak sebagai *foaming agent*, maka dilakukan beberapa metode karakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan mencakup kepada analisa bahan dan unsur yang dimiliki, serta analisa mengenai fasa yang terkandung pada bahan tersebut. Sebelum melakukan analisa bahan melalui metode karakterisasi, sampel dilakukan metode preparasi terlebih dahulu. Metode preparasi yang digunakan mencakup kepada proses *grinding* dan *sieving* pada kulit telur yang sudah dikalsinas dengan ukuran 100#. Saat sampel menjadi *fine powder*, maka dilakukan proses karakterisasi.

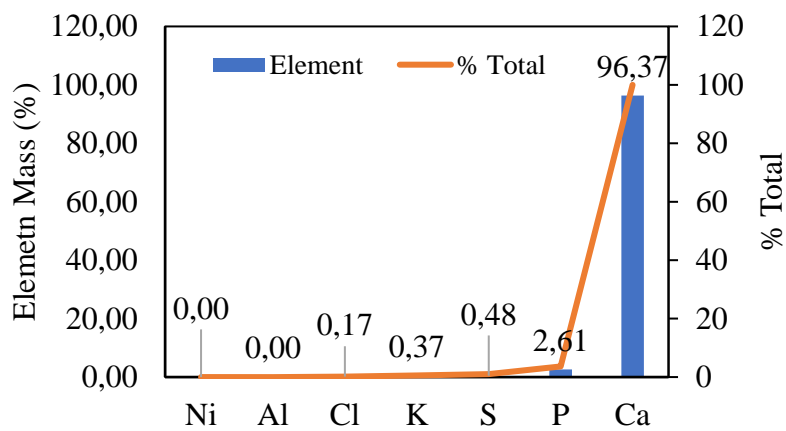
4.1.1 Karakterisasi XRF

Dalam proses karakterisasi unsur kandungan pada bahan, digunakan metode XRF untuk mengetahui unsur berdasarkan dispersi energi pada proton (Z). Dari hasil spektrum emisi sinar X pada XRF untuk sampel kulit telur, Didapatkan pula hasil dari berat unsur pada hasil pengujian sebagai berikut ini:

Tabel 4. 1 Hasil Difraksi XRF

<i>Element</i>	<i>Parameter</i>	<i>% berat</i>
Ni		0,00
Pd		0,00
Cl		0,17
K	<i>Mass %</i>	0,37
S		0,48
P		2,61
Ca		96,37

Metode XRF (*X-ray fluorescence*) bekerja dengan memanfaatkan sifat-sifat radiasi elektromagnetik, khususnya sinar-X, yang dihasilkan saat energi tinggi diberikan pada atom. Didapatkan hasil dari pengujian yang dilakukan sebagai berikut.



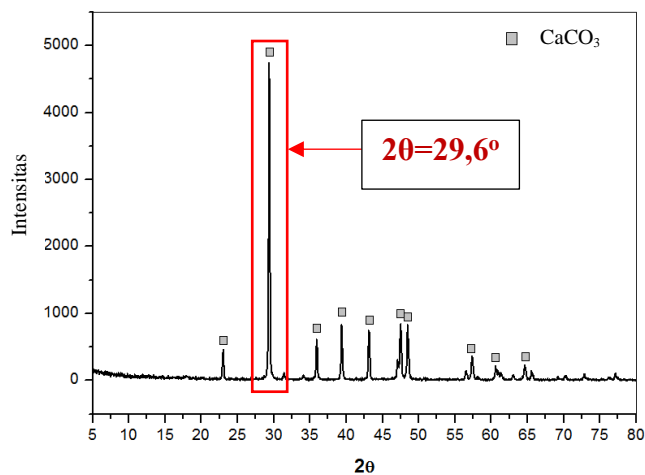
Gambar 4. 1 Berat Unsur XRF

Melalui representasi Gambar 4.1, dilakukan pengujian XRF dengan alat XRF Epsilon3^{XLE} didapatkan bahwa mayoritas unsur yang terdeteksi adalah kalsium (Ca) dengan bobot berat sebesar 96,37% dari keseluruhan

sampel (diluar unsur C dan O). Oleh karena itu, selanjutnya akan ditinjau mengenai fasa yang terdapat pada sampel kalsium yang akan digunakan sebagai *foaming agent* kali ini.

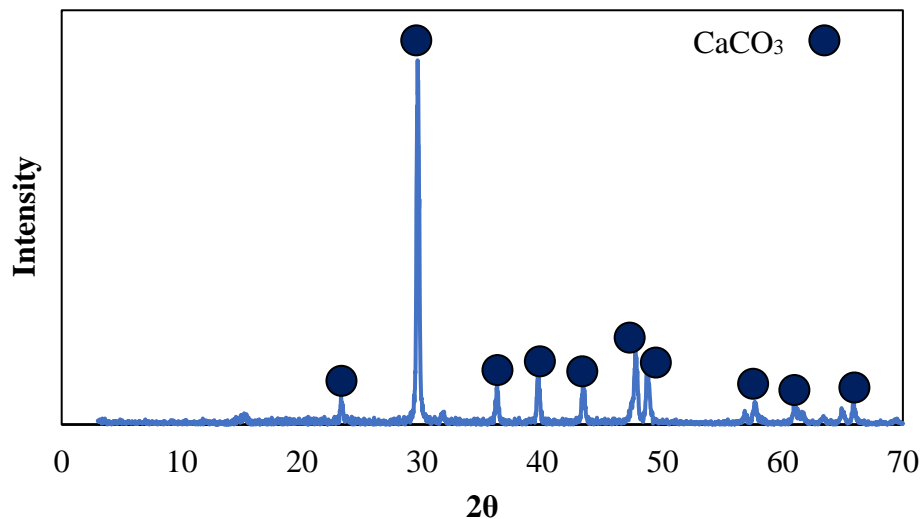
4.1.2 Hasil Karakterisasi XRD

Pengujian XRD bertujuan untuk mengetahui struktur kristal serta senyawa yang terkandung pada sampel. Pengujian dilakukan menggunakan alat XRD Rigaku dengan tipe Miniflex 600 di PT. Lab *Systematic* Indonesia. Setelah diketahui bahwa sampel kalsium karbonat, maka sampel serbuk (*powder*) tersebut dilakukan karakterisasi dengan XRD. Dari hasil XRD diperoleh bahwa puncak difraksi kristal berada pada sudut $2\theta = 29,6^\circ$ dengan intensitas mencapai 500 cps. Nilai hasil XRD ini mendapatkan hasil *goodness of fit* sebesar 1,212 untuk kecocokan data antara database difraksi kristal dengan *peak* hasil sampel pengujian.



Gambar 4. 2 Nilai 2θ untuk senyawa CaCO₃ (Renny, 2021)

Dapat dilihat dari Gambar 4.2 nilai ini sesuai dengan literatur dimana *peak* dari kalsium karbonat terletak pada range 28 – 29° dengan intensitas tertinggi (Renny, 2021). Dari kondisi ini, dapat diperoleh informasi bahwa kalsinasi dengan suhu 105°C dan pengayakan dengan ukuran ayakan 100# menghasilkan kalsium karbonat tanpa adanya pengotor yang akan mengganggu kinerja *foaming agent* yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4. 3 Hasil Difraksi XRD

Dari hasil XRD, diperoleh bahwa senyawa yang terdeteksi dengan intensitas tertinggi adalah pada $2\theta = 29^\circ$ yang dikenali sebagai fasa CaCO₃. Nilai ini sesuai dengan literatur dimana *peak* dari kalsium karbonat terletak pada range 28 – 29° dengan intensitas tertinggi (Renny, 2021). Dari kondisi ini, dapat diperoleh informasi bahwa kalsinasi dengan suhu 105°C dan

pengayakan dengan ukuran ayakan 100# menghasilkan kalsium karbonat tanpa adanya pengotor yang akan mengganggu kinerja *foaming agent*.

4.2 Hasil Analisa Struktur Makro

Melalui inspeksi secara makro, dan dengan dipadukan dengan pengolahan menggunakan bantuan *software* ImageJ, maka didapatkan Gambar sebagaimana Gambar 4.3 di bawah ini:



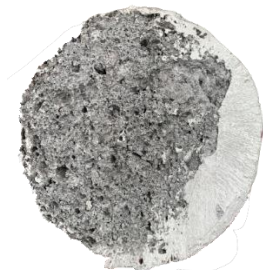
3% CaCO₃ – 4 cm



3% CaCO₃ – 5 cm



3% CaCO₃ – 6 cm



4% CaCO₃ – 4 cm



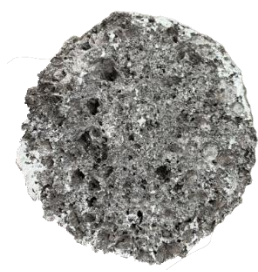
4% CaCO₃ – 5 cm



4% CaCO₃ – 6 cm



5% CaCO₃ – 4 cm



5% CaCO₃ – 5 cm



5% CaCO₃ – 6 cm

Gambar 4. 4 Hasil Struktur Makro Sampel

Dari Gambar di atas, dilakukan proses data sehingga didapatkan rata-rata ukuran dan fraksi pori pada masing-masing sampel sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 4.2. di bawah ini.

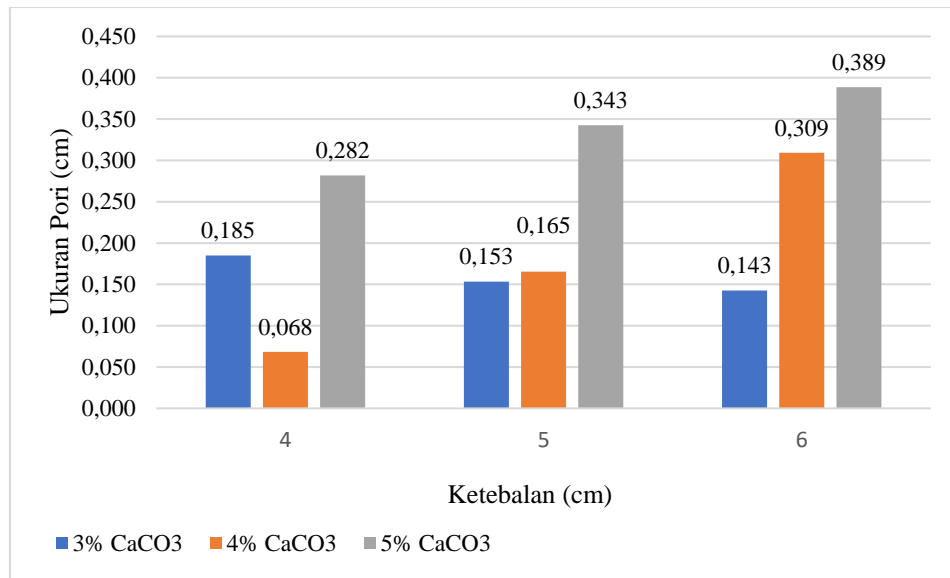
Tabel 4. 2 Hasil Ukuran Pori

Sampel	Total Pori pada permukaan sampel	Luas Total (cm²)	ukuran pori permukaan sampel (cm)
3%-4cm	228	42,17	0,18
3%-5cm	263	40,32	0,15
3%-6cm	229	32,67	0,14
4%-4cm	340	23,27	0,07
4%-5cm	267	44,16	0,17
4%-6cm	177	54,72	0,31
5%-4cm	196	55,23	0,28
5%-5cm	164	56,19	0,34
5%-6cm	145	56,35	0,39

Melalui Tabel 4.2 diperoleh hasil dari pengukuran rata-rata ukuran pori pada setiap sampel. Didapatkan pola yang menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya ketebalan, maka fraksi porositas akan semakin meningkat dan juga berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi CaCO₃. Dilakukan analisa dari pengaruh masing-masing variabel terhadap ukuran rata-rata pori.

4.2.1 Pengaruh Ketebalan terhadap Ukuran Pori

Dilakukan visualisasi data yang didapatkan terhadap variabel ketebalan, didapatkan grafik yang merepresentasikan sebagaimana Gambar 4.5 di bawah ini:



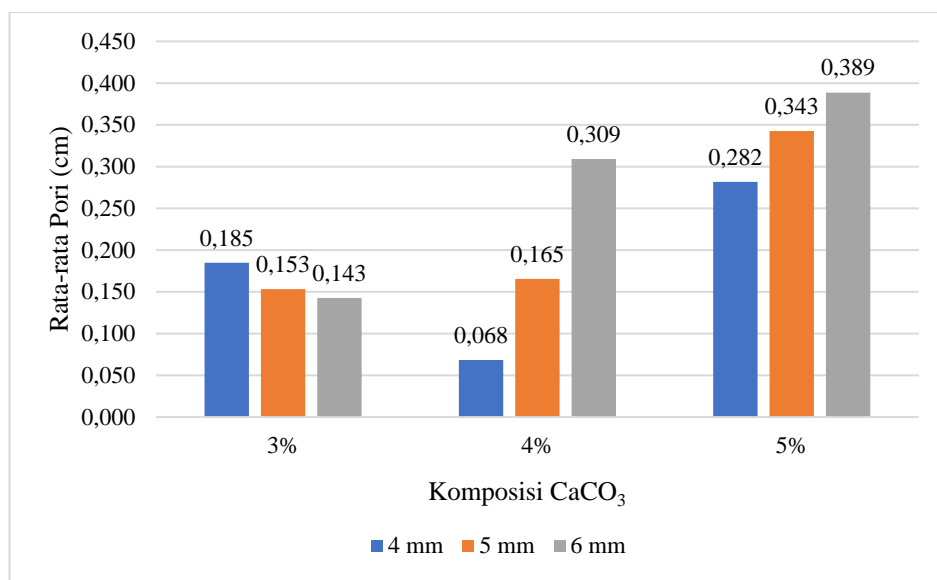
Gambar 4.5 Pengaruh Ketebalan terhadap Rata-rata Pori

Melalui Gambar 4.5, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya ketebalan, maka ukuran rata-rata pori akan semakin meningkat. Hal ini terjadi pada sampel dengan konsentrasi CaCO₃ sebesar 4%; dan 5%. Peningkatan ini terjadi dari nilai mula-mula 0,068 cm menjadi 0,165 dan 0,309 cm untuk peningkatan dari 4 cm ke 6 cm pada sampel 4% CaCO₃. Fenomena ini dapat diakibatkan oleh distribusi *foaming agent* saat proses manufaktur yang memiliki keterlibatan dalam distribusi pori. Faktor distribusi *foaming agent*, temperatur, dan kecepatan *mixing* akan menimbulkan kecenderungan meratanya *foaming agent* dalam

pembentukan gelembung sehingga mengakibatkan pori yang terbentuk menjadi besar seiring dengan meningkatnya ketebalan. Selain itu, hal ini juga dapat dipengaruhi oleh standar deviasi ukuran pori yang cenderung tinggi pada ketebalan yang meningkat. Kondisi ini akan mengarahkan ukuran rata-rata menjadi tinggi (Ali et al., 2021). Namun, pada sampel dengan ketebalan 4 cm, didapatkan hasil yang tidak sesuai dengan pola peningkatan ukuran. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan ketidakmerataan distribusi pori pada tebal 4 cm sehingga menjadikan rata-rata cenderung bersifat fluktuatif dengan deviasi yang tinggi.

4.2.2 Pengaruh Konsentrasi CaCO_3 terhadap Rata-rata Pori

Diperoleh hasil dari pengaruh konsentrasi CaCO_3 terhadap rata-rata ukuran pori sebagaimana Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4. 6 Pengaruh Komposisi CaCO_3 Terhadap Rata-rata Pori

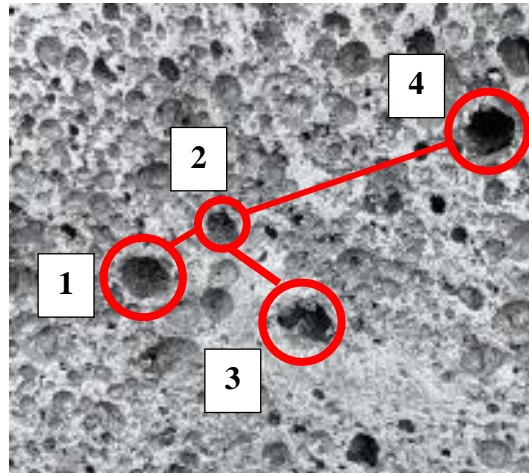
Dari Gambar 4.6, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari CaCO_3 sebagai *foaming agent*, maka didapatkan rata-rata ukuran pori yang meningkat. Dapat dilihat pada sampel dengan ketebalan 5cm, diperoleh ukuran rata-rata pori yang berubah dari nilai 0,153 cm menjadi 0,165 dan 0,343 cm untuk peningkatan komposisi CaCO_3 dari 3% menjadi 5%. Hal ini juga terjadi pada sampel 6cm dimana terjadi peningkatan dari nilai 0,143cm menjadi 0,389cm untuk peningkatan konsentrasi dari 3% menjadi 5% CaCO_3 . Hal ini sesuai dengan literatur dimana konsentrasi *foaming agent* yang meningkat akan menghasilkan pembentukkan sel yang lebih besar, dan akan meningkatkan ukuran pori pada material (Rodinger, 2023). Akan tetapi, pada sampel 4cm, diperoleh hasil yang tidak sesuai dengan pola sebelumnya. Nilai ukuran rata-rata pori cenderung berubah dari 3% menjadi 4% yang menurun dari nilai 0,185 cm menjadi 0,068cm, dan Kembali meningkat di 5% CaCO_3 menjadi 0,282 cm. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh nukleasi atau pembentukan gelembung selama proses *foaming*, dimana pada tebal 4 cm, terjadi proses *rapid nucleation* sehingga mengarahkan ukuran gelembung yang kecil dan menjadikan rata-rata ukuran menjadi ikut tereduksi (Wang, Zuo, Zhou, & Liu, 2021).

4.2.3 Hasil Struktur Makro Pori Pada Sampel

Selanjutnya dilakukan pengamatan pada struktur dan bentuk pori yang terdapat pada sampel. Dari pengamatan ini, dilakukan *sampling* yang bersifat representatif yaitu dengan melakukan pengamatan pada sampel

4% - 5cm untuk mengetahui bentuk dari struktur pori secara makroskopis.

Didapatkan hasil potongan seperti Gambar 4.7 di bawah ini:



Gambar 4. 7 Hasil Pori pada Sampel

Melalui Gambar 4.7 di atas, didapatkan hasil stuktur makro gambar yang dipertajam untuk mengetahui bentuk pori yang dihasilkan. Dari gambar ini diperoleh bahwa sel yang terbentuk adalah *closed cell* dimana sel sel ini terbungkus oleh dinding yang padat. Pori-pori ini tidak terhubung satu sama lain, sehingga gas atau udara tidak dapat dengan mudah mengalir di antara sel-sel (Kovacik, 2017). Dari poin nomor 1,2,3, dan 4, tidak didapatkan adanya koneksi dinding sel yang terbuka satu sama lain. Kondisi ini menandakan bahwa terjadinya resistensi aliran fluida udara sehingga menghambat adanya getaran suara yang ditransmisikan melalui udara. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sampel yang dihasilkan membentuk sel dengan konsep sel tertutup.

4.3 Hasil dan Nilai Densitas Aluminium Foam

Setelah melalui proses *stirring* dan *casting*. Maka produk aluminium foam yang sudah mengembang dipotong dan diuji mengenai densitas yang dimilikinya berdasarkan variasi dari *foaming agent* serta ketebalan sampel. Melalui pengujian dengan metode *archimedes*, diperoleh nilai densitas pada sampel *aluminium foam*. Densitas yang didapat ditampilkan pada Tabel 4.3 berikut ini:

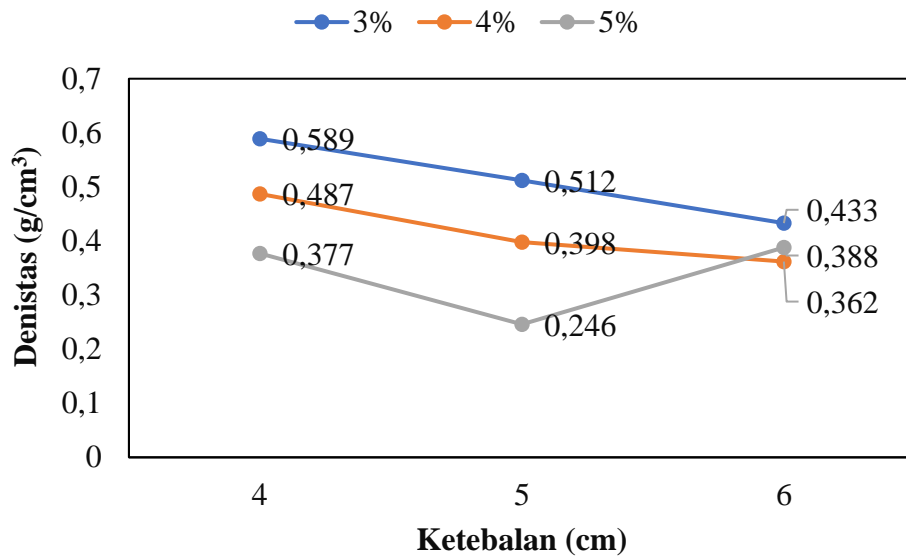
Tabel 4.3 Hasil Densitas Sampel

Ketebalan (cm)	CaCO ₃ (%)	Densitas Praktikal (gr/cm ³)
4	3%	0,589
	4%	0,487
	5%	0,377
5	3%	0,512
	4%	0,398
	5%	0,246
6	3%	0,433
	4%	0,362
	5%	0,388

Densitas aluminium secara teoritikal adalah sebesar 2,7 g/cm³. Densitas sendiri merupakan sifat fisik yang penting karena membantu mengidentifikasi atau mengkarakterisasi bahan berdasarkan beratnya terhadap volume. Bahan dengan densitas yang lebih tinggi memiliki massa yang lebih besar dalam volume yang sama dibandingkan dengan bahan dengan densitas yang lebih rendah.

4.3.1 Pengaruh Variasi Ketebalan terhadap Densitas

Ketebalan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap densitas yang dihasilkan. Pada pengujian ini, ketebalan yang divariasikan adalah 4; 5; dan 6 cm. Masing-masing dengan kandungan *foaming agent* sebesar 3%; 4%; dan 5% yang dapat dilihat melalui Gambar 4.8 dibawah ini.



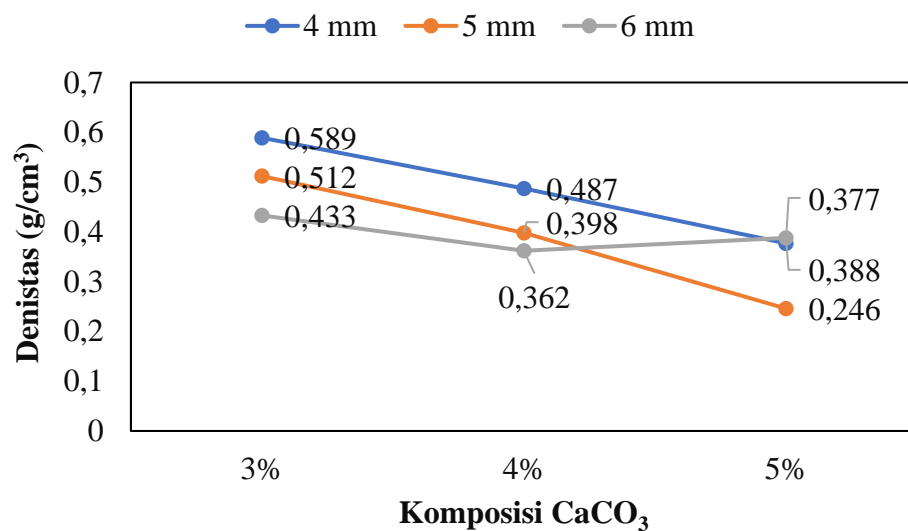
Gambar 4. 8 Pengaruh Ketebalan terhadap Densitas

Melalui Gambar 4.8, didapatkan hasil variasi densitas terhadap ketebalan *aluminium foam*. Dapat dilihat bahwa semakin meningkat ketebalan, maka densitas yang dihasilkan cenderung semakin menurun. Komposisi *foaming agent* sebesar 3% pada tebal 4cm menghasilkan densitas 0,589 gr/cm³, dan terus menurun menjadi 0,512 gr/cm³ pada ketebalan 5cm, dan menjadi 0,433 g/cm³ pada ketebalan 6cm. Reduksi yang terjadi seiring dengan meningkatnya ketebalan sampel dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah distribusi pori yang berpengaruh kepada ukuran pori dan ketebalan dinding sel. Semakin meningkat ketebalan suatu sampel dengan konsentrasi yang sama dari segi *foaming agent*, maka akan menghasilkan distribusi pori yang semakin tidak merata. Ketidakmerataan ini akan berpengaruh kepada ketebalan dari dinding sel yang akan mengurangi massa pada sampel (Osman, 2017). Akan tetapi,

pada densitas sampel 5%-6cm didapatkan hasil densitas yang kembali meningkat. Kondisi anomali ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah nilai CaCO_3 yang cenderung tinggi. Proses pembuatan busa aluminium melibatkan penambahan partikel non-logam (CaCO_3) ke dalam leburan untuk menstabilkannya dan gas untuk menghasilkan busa. Hal ini berpotensi dapat menyebabkan penggabungan pori-pori. Namun, penggabungan dua pori kemungkinan akan mengurangi volume total pori-pori, yang dapat meningkatkan kerapatan busa aluminium (Patel et al., 2023).

4.3.2 Pengaruh Konsentrasi *Foaming Agent* terhadap Densitas

Dilakukan analisis pada pengaruh dari konsentrasi *foaming agent* terhadap densitas yang dihasilkan pada sampel *aluminium foam*. Didapatkan hasil densitas terhadap konsentrasi CaCO_3 dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini:



Gambar 4. 9 Pengaruh Komposisi CaCO_3 terhadap Densitas

Pada Gambar 4.9 diperoleh hasil dari nilai densitas yang cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari *foaming agent*. Pada ketebalan yang sama 4cm, diperoleh hasil densitas 0,589 g/cm³ untuk konsentrasi CaCO₃ sebesar 3%, namun nilai densitas ini menurun seiring dengan meningkatnya nilai konsentrasi CaCO₃ sebesar 4% dan 5%, dimana densitas menjadi 0,487 g/cm³ dan 0,377 g/cm³ secara berurutan. Hasil ini menandakan bahwa CaCO₃ yang berperan sebagai *foaming agent* akan menghasilkan pori yang lebih banyak seiring dengan meningkatnya konsentrasi pada saat proses *foaming*. Reduksi densitas yang terjadi seiring dengan meningkatnya *foaming agent* terjadi akibat produksi dari gelembung gas dalam matriks aluminium yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari *foaming agent*. Pada saat proses dekomposisi, konsentrasi *foaming agent* berpengaruh terhadap pembentukan gelembung karbon dioksida yang akan menghasilkan pori atau rongga pada material. Seiring dengan meningkatnya komposisi *foaming agent*, maka pembentukan gas yang terjadi juga akan semakin meningkat yang berpengaruh kepada jumlah pori yang terbentuk. Hal ini akan berpengaruh kepada densitas yang tereduksi dikarenakan meningkatnya jumlah rongga kosong pada matriks untuk dimensi yang sama (Rodinger, Coric, & Danko, 2023). Oleh karena itu, semakin meningkatnya komposisi CaCO₃ maka akan menurunkan nilai densitasnya.

4.4 Hasil dan Nilai Porositas Aluminium Foam

Setelah melakukan pengujian mengenai densitas dari sampel, selanjutnya diperoleh mengenai nilai dari porositas pada sampel *aluminium foam*. Nilai porositas yang dihasilkan cenderung bervariasi dan fluktuatif apabila ditinjau dari kedua variable bebas dalam penelitian ini. Nilai hasil porositas pasca pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4. 4 Hasil Porositas Sampel

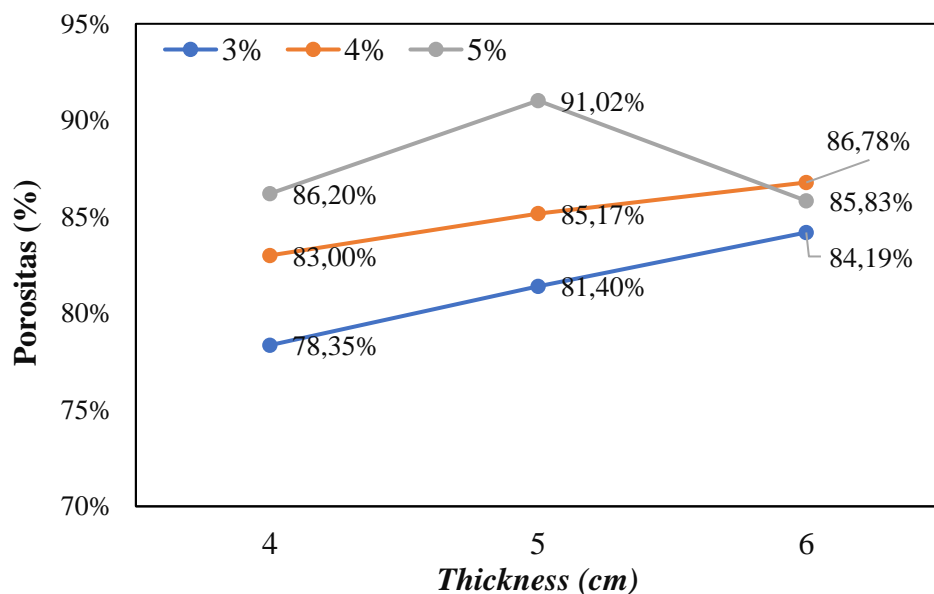
Ketebalan	CaCO ₃ (%)	Porositas
4	3%	78,35%
	4%	83,00%
	5%	86,20%
5	3%	81,40%
	4%	85,17%
	5%	91,02%
6	3%	84,19%
	4%	86,78%
	5%	85,83%

Metallic foam memiliki volume porositas yang besar, biasanya berkisar antara 75-95% (Rajak, et al. 2020.). Hal ini menandakan bahwa sebagian besar volumenya tersusun atas pori-pori atau rongga udara. Porositas yang sangat tinggi inilah yang membuat metal foam memiliki densitas yang sangat rendah dibandingkan logam padat (Renny, 2021). Terdapat korelasi penting antara hasil pengukuran densitas dan porositas pada sampel *metallic foam*. Korelasi ini berbanding terbalik, dimana semakin tinggi densitas yang terukur, maka porositas akan cenderung semakin rendah. Sebaliknya, semakin rendah densitas sampel metal foam, maka dapat dipastikan porositas yang dimiliki akan semakin besar. Hubungan berbanding terbalik ini mengindikasikan makin rapatnya susunan

matriks logam tanpa adanya rongga udara. Dengan kata lain, *metallic foam* dengan densitas lebih tinggi cenderung lebih padat karena memiliki ruang kosong yang lebih sedikit.

4.4.1 Pengaruh Variasi Ketebalan terhadap Nilai Porositas

Meninjau dari pengaruh nilai ketebalan, dilakukan pemetaan grafik dari Tabel 4.4 di atas untuk mengetahui pengaruh dari ketebalan terhadap nilai porositas.



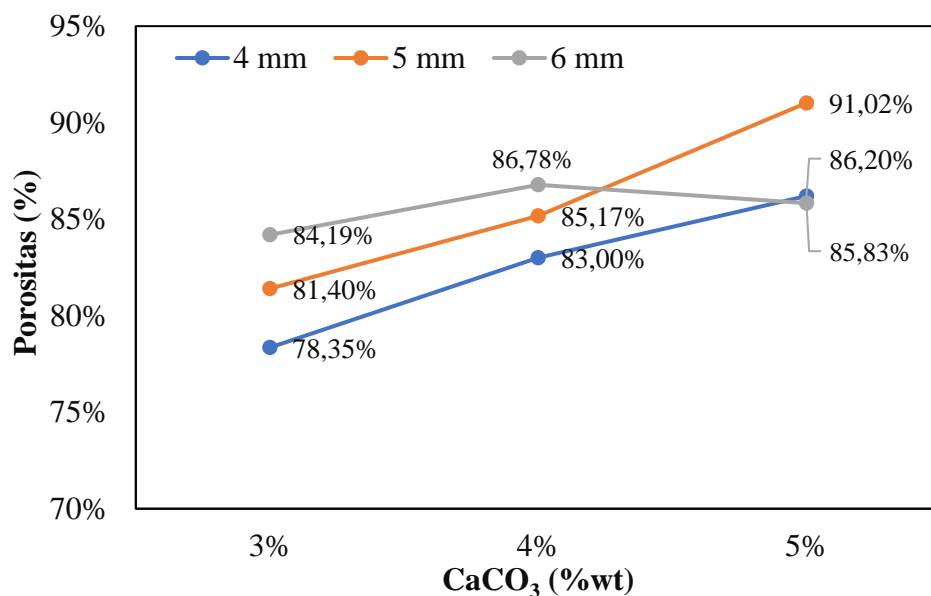
Gambar 4. 10 Pengaruh Ketebalan terhadap Porositas

Pada Gambar 4.10 di atas ini, didapatkan bahwa porositas cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya ketebalan. Pada sampel 3%, didapatkan hasil porositas yang meningkat dari nilai 79,35% pada tebal 4cm, menjadi 81,40% dan 84,19% untuk peningkatan ketebalan menjadi 5 dan 6%. Hal ini juga terjadi pada sampel dengan komposisi CaCO_3 sebesar 4% dan 5% dimana masing-masing menghasilkan peningkatan yang

signifikan kepada nilai porositas seiring dengan bertambahnya ketebalan. . Hal ini dapat terjadi karena semakin tebal sampel, maka semakin banyak ruang kosong yang terbentuk di dalamnya dan memungkinkan terjadinya porositas yang lebih besar. Konsentrasi foaming agent CaCO_3 yang tetap di nilai 3% menunjukkan bahwa perubahan dalam ketebalan foam menjadi faktor utama yang mempengaruhi porositas.

4.4.2 Pengaruh Konsentrasi *Foaming Agent* terhadap Porositas.

Dilakukan peninjauan kepada pengaruh dari *foaming agent* terhadap porositas yang terjadi pada sampel. Didapatkan data dari Tabel 4.4 sebagai berikut ini:



Gambar 4. 11 Pengaruh Konsentrasi *Foaming Agent* Terhadap Porositas

Pada Gambar 4.11 dijelaskan mengenai pengaruh dari berat *foaming agent* terhadap hasil dari porositas yang dihasilkan. Dapat dilihat bahwa

seiring dengan meningkatnya berat (wt%) *foaming agent*, maka didapatkan nilai porositas yang cenderung meningkat secara signifikan. Peningkatan terjadi dari nilai 78,35% porositas untuk 3% CaCO₃ menjadi 83%; dan 86,2% untuk peningkatan masing-masing menjadi 4% dan 5% CaCO₃. Hal ini juga terjadi pada ketebalan yang berbeda pada sampel. Kondisi ini disebabkan oleh adanya pembentukan pori yang terjadi selama proses dekomposisi gas CO₂ pada matriks. Meningkatnya konsentrasi dari *foaming agent* akan menghasilkan peningkatan intensitas pembentukan gas pada material. Selain itu, kondisi ini juga dipengaruhi oleh meningkatnya viskositas leleh (*melting viscosity*) saat pembentukan gelembung. Meningkatnya nilai viskositas akan berpengaruh kepada pembentukan pori yang lebih besar dan meningkatkan nilai porositas. Hal ini sesuai dengan literatur dimana meningkatnya *foaming agent* akan meningkatkan nilai porositas (Rodinger, Coric, & Danko, 2023).

Melalui adanya pengaruh dari ketebalan, serta pengaruh dari komposisi *foaming agent*, maka dapat didiskusikan perihal distribusi pori yang terbentuk terhadap intensitas pembentukan gelembung CO₂. Semakin tinggi ketebalan, maka distribusi pori yang terjadi akan semakin heterogen, yang berdampak kepada menurunnya densitas dan meningkatnya porositas. Sementara itu, meningkatnya konsentrasi dari *foaming agent* menghasilkan intensitas pembentukan gelembung pada saat proses *foaming* menjadi lebih tinggi. Hal ini menjadikan pori cenderung lebih banyak apabila ditinjau dari

kuantitas. Kondisi ini menjadikan densitas juga ikut berkurang, dan porositas akan meningkat.

4.5 Hasil Pengujian ITT (*Impedance Tube Testing*)

Pengujian Impedance Tube Testing (ITT) adalah metode yang digunakan dalam karakterisasi material absorpsi suara. Metode ini memanfaatkan tabung berdiameter kecil yang memiliki mikrofon di satu ujungnya dan *speaker* di ujung lainnya. Tujuannya adalah untuk mengukur karakteristik absorpsi suara dari berbagai material dalam berbagai frekuensi. Diperoleh hasil pengujian ITT yang menjelaskan mengenai kapabilitas dari material dalam menyerap suara. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian ITT

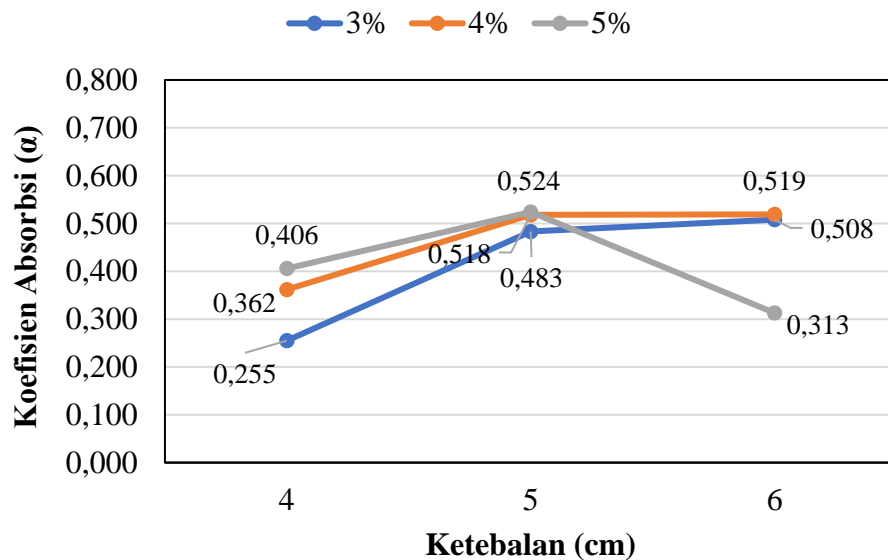
Ketebalan (cm)	CaCO ₃	<i>Transmission Loss</i> (dB)	α
4	3%	21,750	0,255
5	3%	34,556	0,483
6	3%	46,481	0,508
4	4%	27,406	0,362
5	4%	45,544	0,518
6	4%	48,619	0,519
4	5%	36,131	0,406
5	5%	43,694	0,524
6	5%	26,869	0,313

Nilai alpha (α) ini merupakan ukuran seberapa efektif material dalam menyerap suara yang dikenakan padanya. Semakin tinggi nilai alpha, semakin baik kemampuan material dalam menyerap suara pada frekuensi yang diuji. Sementara itu, nilai *transmission loss* (TL) memberikan informasi tentang seberapa efektif material tersebut dalam mengurangi transmisi suara melalui material tersebut.

Semakin tinggi nilai *transmission loss*, semakin baik material dalam menahan atau mengurangi transmisi suara dari satu sisi ke sisi lainnya pada berbagai frekuensi yang diuji. Pengujian dilakukan dengan frekuensi 125 – 4000 Hz, dan didapatkan nilai *transmission loss* serta koefisien absorpsi (α). Dari data ini, selanjutnya dilakukan analisa mengenai pengaruh dari masing-masing variabel terhadap nilai koefisien absorpsi.

4.5.1 Pengaruh Ketebalan terhadap Absorpsi Suara.

Melalui tabel 4.6, didapatkan visualisasi data mengenai keterlibatan ketebalan sampel terhadap hasil dari absorpsi suara. Diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4. 12 Pengaruh Ketebalan Terhadap Koefisien Absorpsi

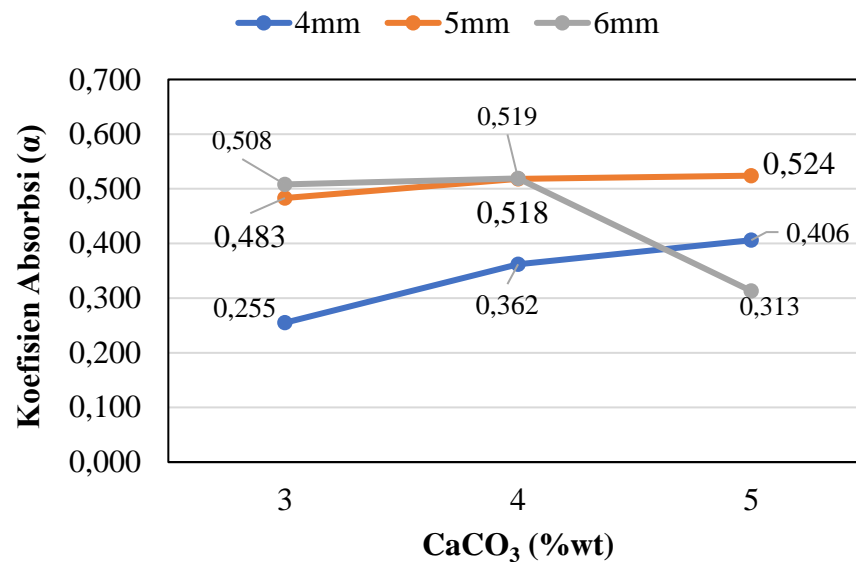
Pada Gambar 4.12, diperoleh hasil dari nilai α yang dipengaruhi oleh ketebalan sampel. Dapat diperhatikan bahwa pola dari grafik yang

dihasilkan berbanding lurus dengan bentuk dari grafik nilai porositas, dimana koefisien absorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya ketebalan sampel. Didapatkan peningkatan yang signifikan pada koefisien absorpsi pada sampel 3% CaCO_3 , dimana nilai *alpha* meningkat dari 0,255 menjadi 0,483 dan 0,508 seiring dengan meningkatnya ketebalan dari 4cm hingga 6cm. Hal ini juga terjadi pada sampel 5% CaCO_3 yang mengalami peningkatan yang serupa. Kondisi ini sesuai dengan literatur, dimana penelitian yang dilakukan oleh Javad Javari dkk (2023) telah menunjukkan bahwa kinerja absorpsi suara dari *metal foam* sangat meningkat seiring dengan nilai porositas yang tinggi dikarenakan resistensi aliran dan porositas dari busa tersebut. Porositas dari *metal foam* memengaruhi sifat serap suara, (nilai *alpha*) melalui jumlah pori yang saling terhubung yang tersebar di seluruh ketebalan material. Oleh karena itu, peningkatan porositas dari *metal foam* dapat menghasilkan peningkatan kinerja serapan suara (Javari, 2023). Akan tetapi, apabila dilihat kembali pada sampel 5% CaCO_3 , didapatkan hasil yang tidak sesuai dengan pola sebelumnya. Apabila dianalisa, hal ini dapat diakibatkan oleh distribusi pori pada sampel sehingga terpengaruh dan menjadikannya tidak sesuai dengan sampel 3% dan 4% CaCO_3 . Dari segi densitas dan porositas, nilai koefisien absorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah pori pada busa aluminium, atau dengan berkurangnya diameter pori (Li et al., 2011). Oleh karena itu, fenomena yang terjadi pada 5% CaCO_3 dapat diakibatkan oleh porositas itu sendiri. Dari kenaikan ketebalan sampel, didapatkan nilai persentase

absorbs suara adalah sebesar >50% untuk peningkatan nilai ketebalan 1cm.

4.5.2 Pengaruh Komposisi CaCO₃ terhadap Absorpsi Suara

Selanjutnya didapatkan hasil dari pengaruh komposisi atau konsentrasi dari CaCO₃ pada busa aluminium terhadap koefisien absorpsi pada sampel. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.13 di bawah ini:



Gambar 4. 13 Pengaruh CaCO₃ Terhadap Koefisien Absorpsi

Pada Gambar 4.13 diperoleh hasil dimana nilai α mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya nilai CaCO₃ dimana pada sampel dengan ketebalan 4 cm, nilai α meningkat dari nilai 0,255 menjadi 0,362 dan 0,406 secara progresif seiring dengan meningkatnya %CaCO₃ dari nilai 3% menjadi 5%. Hal ini juga terjadi pada sampel dengan tebal 5cm dimana terjadi peningkatan dari nilai 0,48 menjadi 0,52 untuk peningkatan

konsentrasi 3% menjadi 5%. Akan tetapi, pada sampel 6cm, hasil cenderung bersifat fluktuatif dimana nilai α mengalami penurunan. Fluktuasi ini terjadi pada sampel 6 cm dimana nilai α meningkat dari nilai 0,51 pada 3% CaCO₃, menjadi 0,52 pada 4% CaCO₃, namun Kembali menurun pada 5% CaCO₃ menjadi 0,31. Menurut literatur, semakin tinggi komposisi *foaming agent* maka akan menghasilkan pembentukan gelembung yang meningkat. Fenomena ini akan menghasilkan lebih banyak pori sehingga pori-pori ini nantinya dapat menyerap suara pada frekuensi yang diberikan (Li et al., 2011). Oleh karena itu, hasil iterasi pada sampel 5cm dan 6cm sesuai dengan literatur. Akan tetapi, pada sampel 4cm dapat dikatakan tidak sesuai. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan ukuran rata-rata pori pada sampel yang terdistribusi secara tidak merata serta memiliki nilai deviasi yang tinggi. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.5 dimana seiring dengan meningkatnya CaCO₃, ukuran rata-rata pori cenderung mengalami fluktuasi, yakni menurun dan meningkat kembali. Ketidaksesuaian ini dapat terjadi dikarenakan adanya kesalahan dalam pengadukan sehingga mempengaruhi porositas pada sampel.