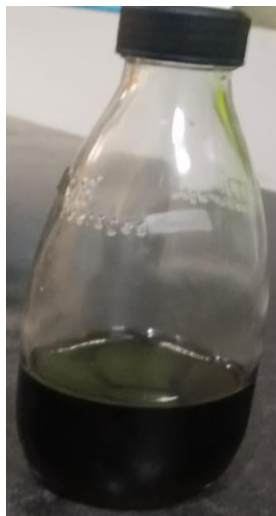


Bab IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Busa Poliuretan Dengan Metode Glikolisis

Proses pembuatan busa poliuretan dengan menggunakan PET sebagai polioliol, dilakukan dengan dengan metode glikolisis. Pada metode glikolisis, PET yang telah dipotong-potong hingga ukuran 4 mm dilarutkan dengan bahan *diethylene glycol* ($C_4H_{10}O_3$) dan seng asetat ($Zn(CH_3CO_2)_2$) dengan pemanasan $275^\circ C$ di dalam muffle furnace dengan waktu 1,5 jam. $C_4H_{10}O_3$ berperan sebagai pelarut glikol, sedangkan $Zn(CH_3CO_2)_2$ berperan sebagai katalis yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi glikolisis, selain itu seng asetat dapat menghasilkan produk depolimerisasi dengan rendemen sebesar 78% [29]. Dari 2 sampel yang telah dibuat volume polioliol yang dihasilkan semuanya konstan dengan berat yang sama sebesar 63,7 gram untuk PET, sedangkan untuk HDPE memiliki berat 97,62 gram.



Gambar 4.1 Polioliol Hasil Glikolisis

Pada proses pembuatan busa poliuretan dilakukan dengan mereaksikan polioliol dengan aquades, surfaktan silikon, *diethylene glycol* dan MDI (*Methylene Diphenyl Diisocyanate*). Aquades berperan sebagai *blowing agent* yang berfungsi untuk mengembangkan busa [18], *diethylene glycol* digunakan sebagai anti *foaming*, surfaktan silikon berperan sebagai surfaktan yang berfungsi untuk mengurangi tegangan permukaan serta untuk melarutkan aquades dengan MDI [24], dan *Methylene Diphenyl Diisocyanate* berperan sebagai isosianat yang berfungsi sebagai agen penghubung yang mengikat polioliol dan membentuk struktur jaringan polimer [18]. Pada proses pembuatan busa poliuretan terdapat beberapa fenomena diantaranya terbentuknya asap dan panas saat proses *expansion*, hal ini disebabkan oleh reaksi eksoterm dari aquades dengan MDI yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) dan amida sebagai produk sampingan. Pada reaksi tersebut melepaskan energi yang tersimpan, energi ini dilepaskan dalam bentuk panas berupa gas CO₂. Berikut ini komposisi yang digunakan pada pembuatan busa poliuretan, yaitu :

Tabel 4.1 Komposisi Polioliol Busa Poliuretan

Jenis Plastik	Berat Plastik	DEG	Zinc Asetat (A)	SnO ₂ (B)	Berat Polioliol	Berat sisa plastik
PET	40 gram	44,20 gram	0,5 %	-	43,63 gram	-
HDPE	16 gram	105,34 gram	0,5 %	1 %	102,73 gram	18,21 gram
LDPE	16 gram	105,34 gram	0,5 %	1 %	97,96 gram	22,82 gram
LLDPE	16 gram	105,34 gram	0,5 %	1 %	101,55 gram	17,10 gram
PP	16 gram	105,34 gram	0,5 %	1 %	93,71 gram	16,48 gram

Diaduk agar homogen semua senyawa tersebut kemudian menunggu mengembang sekitar 30 detik dan menutup cetakan tersebut dengan cetakan lainnya agar busa saat mengembang tidak meluap. Pada pembuatan busa menghasilkan busa poliuretan yang menghasilkan busa *rigid*, *semi rigid*, dan fleksibel dari teksturnya. Kemudian di potong potong 2 cm menggunakan mata gergaji untuk di uji densitas, kuat tekan, dan SEM.

4.2 Pembahasan Hasil Busa Poliuretan

4.2.1 Pengaruh Kualitas Polioliol Terhadap Busa Poliuretan

Pada pembuatan busa poliuretan, penambahan jenis plastik lain dalam komposisi busa sangat mempengaruhi dalam pembuatan busa poliuretan. Hal ini dikarenakan glikolisis busa yang belum sepenuhnya melarutkan plastik jenis lain yaitu HDPE (*High-Density Polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*). Setelah banyak melakukan percobaan dan berulang kali gagal menentukan komposisi yang sesuai akhirnya di temukan untuk polioliol dari jenis plastik lain hanya di gunakan sekitar 3-3,5 persen sisanya memakai polioliol PET karena untuk polioliol jenis plastik lain tidak melarutkan 100% sehingga masih menyisahkan sebagian sampah plastik jadi kualitas polioliol dari jenis sampah plastik lain kurang bagus untuk pembuatan busa poliuretan sehingga masih membutuhkan polioliol PET sebagai *base* polioliol nya.

Tabel 4.2 Komposisi Busa Poliuretan

Sampel	PET	Poliol Lain	H ₂ O	SURF	DEG	MDI
	(A)	(B)	(pphp) (C)	(pphp) (D)	(pphp) (E)	(pphp) (F)
PUR-11 (10,55 gr)	97,1 %	2,9 % (HDPE)	1,32%	4%	4%	1,4
PUR-22 (11,31 gr)	96,55 %	3,45 % (LLDPE)	1,5%	3,9%	3,9%	1,4
PUR-21 (11,16 gr)	96,6 %	3,4 % (LDPE)	4,6%	3,9%	3,9%	1,4
PUR-23 (11,18 gr)	96,5 %	3,5 % (PP)	1,5%	3,9%	3,9%	1,4

(A) = Total persen polioliol PET yang digunakan dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

(B) = Total persen polioliol lain yang digunakan dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

(C) = Total persen H₂O yang digunakan dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

(D) = Total persen surfaktan yang digunakan dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

(E) = Total persen DEG yang digunakan dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

(F) = 1,4 kali lipat dari total 100% polioliol untuk sampel tersebut.

Pada tabel di atas merupakan komposisi dari glikolisis polioliol. Untuk polioliol PET memiliki 100% polioliol yang Tingkat kekentalan nya viskos sehingga berhasil dalam pembuatan busa poliuretan. Untuk polioliol jenis plastik lain masih memiliki sisa plastik berkisar 16-22 gram dengan berat polioliol nya 93-102 gram dan memiliki Tingkat kekentalan yang tidak viskos. Pada gambar 4.1 merupakan salah satu hasil glikolisis plastik jenis lain dan pada gambar 4.1 merupakan salah satu contoh sisa plastik jenis lain yang tidak terlarutkan. Pengaruh polioliol sangat mempengaruhi dalam pembuatan busa poliuretan karena semakin viskos polioliol tersebut maka kualitas busa yang dihasilkan juga semakin baik, sebaliknya bila kualitas polioliol nya tidak viskos maka kualitas busa akan semakin berkurang.

4.2.2 Pengaruh Kualitas Aquades Terhadap Busa Poliuretan

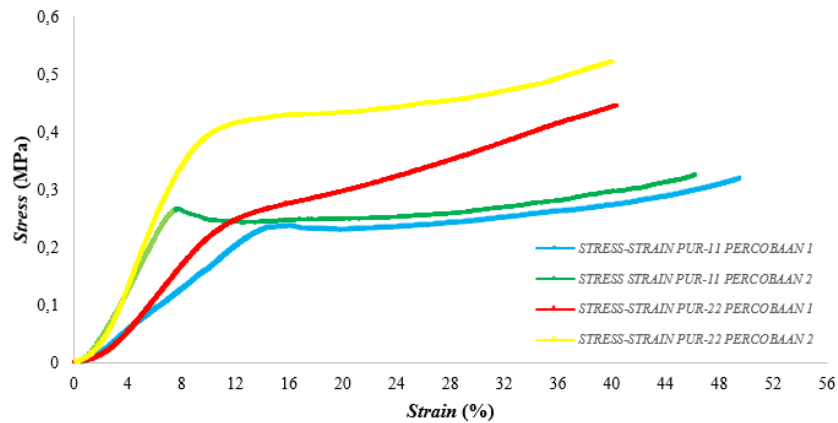
Pada pembuatan busa poliuretan, penambahan aquades digunakan sebagai *blowing agent* atau pendorong pembentukan busa. *Blowing agent* digunakan untuk menghasilkan gelembung udara dalam sistem poliuretan yang mengarah pada pembentukan busa dengan struktur terkontrol dan sifat fisik yang diinginkan. Aquades dapat mempengaruhi jenis busa yang akan terbentuk, sifat mekanik dan sifat fisik busa yang terbentuk, semakin besar komposisi aquades yang digunakan maka kekuatan dan densitas busa akan semakin besar, akan tetapi sifat tersebut juga dipengaruhi oleh komposisi surfaktan yang digunakan [30]. Hasil dari pengaruh komposisi aquades dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Busa Poliuretan dengan Variasi Aquades

Sampel	H ₂ O (pphp)	Kuat Tekan (MPa)	Modulus Young (MPa)	<i>Yield</i> <i>Strength</i> (MPa)	Densitas (gram/cm ³)	Densitas (% Error)	Jenis Busa
PUR-11	1,32%	0,32	0,0256	0,2495	0,05	0,5%	<i>Rigid</i>
PUR-21	1,5%	0,32	0,0347	0,2766	0,07	1,5%	<i>Rigid</i>
PUR-22	4,6%	0,49	0,0301	0,3382	0,08	2%	<i>Rigid</i>
PUR-23	1,5%	0,39	0,0321	0,3046	0,06	1%	<i>Rigid</i>

4.2.3 Analisis Hasil Pengujian Kuat Tekan

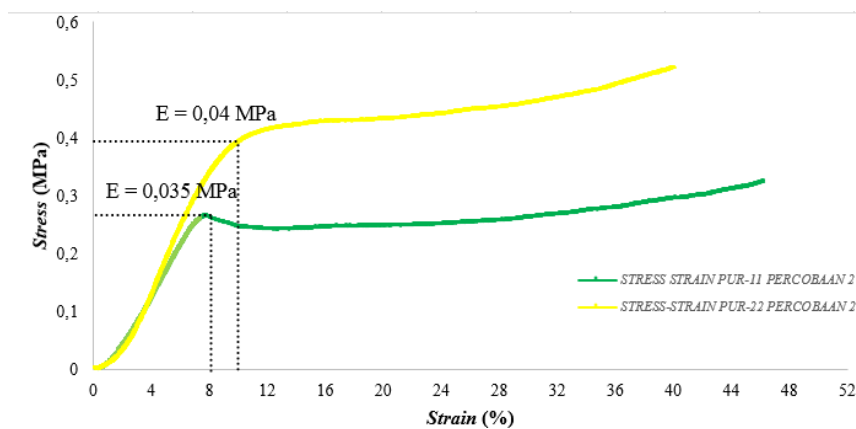
Pada pengujian kuat ini, bertujuan untuk menganalisis kekuatan dari busa yang telah dibuat. Berdasarkan Tabel 4.3 terdapat nilai modulus *young* dari masing-masing komposisi, dimana nilai modulus young ini bisa didapatkan dengan mencari *slope* dari grafik tegangan-regangan yang dihasilkan. Berdasarkan ASTM D1621 nilai *yield strength* dapat diperoleh dari grafik tegangan-regangan dengan menentukan titik puncak lengkungan, apabila titik puncak lengkungan kurang terlihat metode *offset* dapat digunakan dengan menentukan titik pada grafik tegangan-regangan yang berjarak *offset* tertentu (misalnya 10%) dari sumbu tegangan. Grafik tegangan regangan dengan komposisi aquades sampel PUR-11 percobaan 1 dan sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 1,32%. Sedangkan komposisi aquades pada sampel PUR-22 percobaan 1 dan sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 1,5% yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik *Stress-Strain* Variasi Komposisi Aquades (a) 1,32% Sampel PUR-11 Percobaan 1 dan Percobaan 2 dan (b) 1,5% Sampel PUR-22 Percobaan 1 dan Percobaan 2

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa pada sampel PUR-11 dan PUR-22 dengan variasi komposisi aquades 1,32% dan 1,5%, memiliki nilai kuat tekan, modulus young, *yield strength* yang berbeda-beda. Berdasarkan literatur semakin besar nilai modulus young suatu benda maka benda akan semakin kaku, sehingga nilai kuat tekan suatu benda akan semakin besar. Pada Gambar 4.2 memperlihatkan grafik tegangan regangan dan nilai modulus young dari masing-masing sampel. Nilai modulus young didapatkan dari kemiringan garis regresi linear (*slope*). Nilai kuat tekan pada sampel PUR-11 percobaan 1 dan sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 0,32 MPa dan 0,32 MPa rata-rata yang didapatkan 0,32 MPa. Nilai kuat tekan pada sampel PUR-22 percobaan 1 dan sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,44 MPa dan 0,54 MPa rata-rata yang didapatkan 0,49 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-11 percobaan 1 dan sampel PUR-11 percobaan 2

adalah 0,0163 MPa dan 0,035 MPa rata-rata yang didapatkan 0,0256 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-22 percobaan 1 dan sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,0202 MPa dan 0,04 MPa rata-rata yang didapatkan 0,0301 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-11 percobaan 1 dan sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 0,2360 MPa dan 0,2631 MPa didapatkan rata-rata 0,2495 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-22 percobaan 1 dan sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,2639 MPa dan 0,4125 MPa didapatkan rata-rata 0,3382 MPa. Apabila data modulus young dan nilai kuat tekan dibandingkan, maka nilainya sesuai dengan literatur yang telah disebutkan dikarenakan semakin besar modulus young dari busa maka busa akan memiliki nilai kuat tekan yang semakin besar [30].

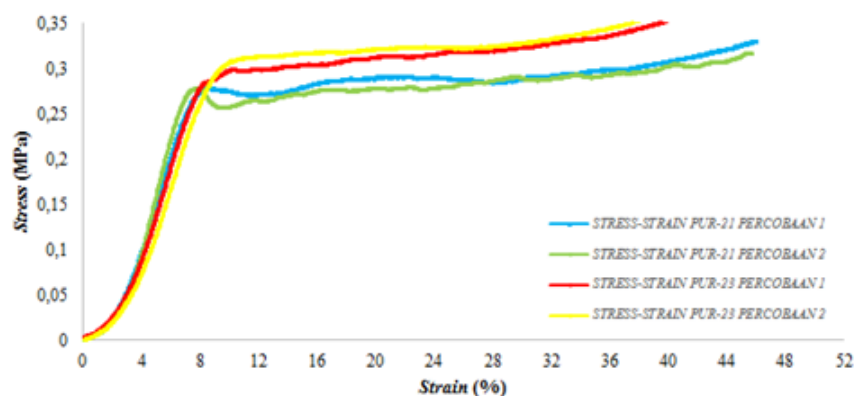


Gambar 4.3 Grafik *Stress-Strain* Variasi Komposisi Aquades (a) 1,32% Sampel PUR-11 Percobaan 2 dan (b) 1,5% Sampel PUR-22 Percobaan 2

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada sampel PUR-11 percobaan 2 dan PUR-22 percobaan 2 dengan variasi komposisi aquades 1,32% dan 1,5%, memiliki nilai kuat tekan, modulus young, *yield strength*

yang berbeda-beda. Sampel PUR-11 percobaan 2 dan PUR-22 percobaan 2 dengan variasi komposisi aquades 1,32% dan 1,5% merupakan hasil yang terbaik karena memiliki nilai kuat tekan, modulus young, *yield strength* serta bentuk grafik yang lebih signifikan.

Nilai kuat tekan pada sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 32 MPa. Nilai kuat tekan pada sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,54 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 0,035 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,04 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-11 percobaan 2 adalah 0,2631 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-22 percobaan 2 adalah 0,4125 MPa. Apabila data modulus young dan nilai kuat tekan dibandingkan, maka nilainya sesuai dengan literatur yang telah disebutkan dikarenakan semakin kecil modulus young dari busa maka busa akan memiliki nilai kuat tekan yang semakin kecil [30].

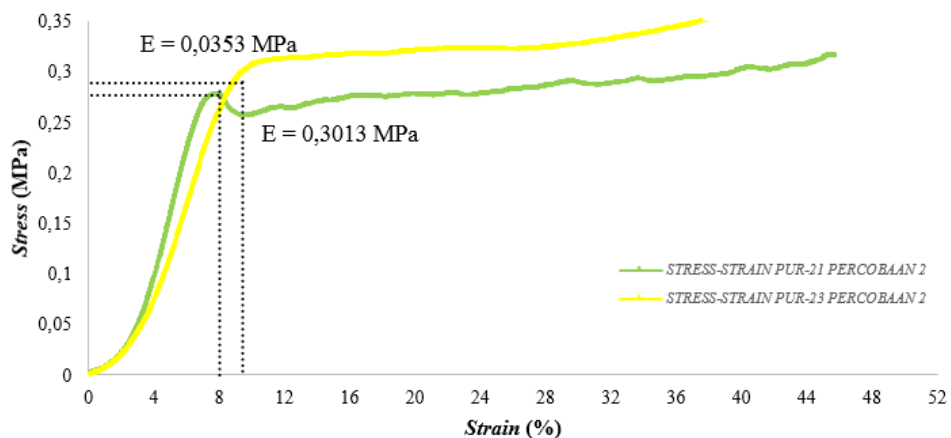


Gambar 4.4 Grafik *Stress-Strain* Variasi Komposisi Aquades (a) 4,6% Sampel PUR-21 Percobaan 1 dan Percobaan 2 dan (b) 1,5% Sampel PUR-23 Percobaan 1 dan Percobaan 2

Grafik tegangan regangan dengan komposisi aquades sampel PUR-21 percobaan 1 dan sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 4,6%. Sedangkan komposisi aquades pada sampel PUR-23 percobaan 1 dan sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 1,5% yang dapat dilihat pada Gambar 4.4. Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pada sampel PUR-21 dan PUR-23 dengan variasi komposisi aquades 4,6% dan 1,5%, memiliki nilai kuat tekan, modulus young, yield strength yang berbeda-beda. Berdasarkan literatur semakin besar nilai modulus young suatu benda maka benda akan semakin kaku, sehingga nilai kuat tekan suatu benda akan semakin besar. Pada Gambar 4.4 memperlihatkan grafik tegangan regangan dan nilai modulus young dari masing-masing sampel. Nilai modulus Young didapatkan dari kemiringan garis regresi linear (*slope*) pada grafik tegangan-regangan, yang menggambarkan hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dalam suatu material elastis. Berdasarkan standar ASTM D1621, nilai *yield strength* (kekuatan luluh) dapat diperoleh dari grafik tegangan-regangan dengan menentukan titik puncak lengkungan, di mana material mulai mengalami deformasi plastis. Namun, apabila titik puncak lengkungan ini kurang jelas atau sulit diidentifikasi, metode *offset* dapat digunakan sebagai alternatif. Metode *offset* melibatkan penentuan titik pada grafik tegangan-regangan yang berjarak tertentu (misalnya, 10%) dari sumbu tegangan, untuk menentukan titik leleh material secara lebih akurat.

Nilai kuat tekan pada sampel PUR-21 percobaan 1 dan sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 0,32 MPa dan 0,32 MPa rata-rata yang didapatkan

0,32 MPa. Nilai kuat tekan pada sampel PUR-23 percobaan 1 dan sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,39 MPa dan 0,39 MPa rata-rata yang didapatkan 0,39 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-21 percobaan 1 dan sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 0,0329 MPa dan 0,0313 MPa rata-rata yang didapatkan 0,0321 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-23 percobaan 1 dan sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,0341 MPa dan 0,0353 MPa rata-rata yang didapatkan 0,0347 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-21 percobaan 1 dan sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 0,2757 MPa dan 0,2774 MPa didapatkan rata-rata 0,2766 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-23 percobaan 1 dan sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,2972 MPa dan 0,3118 MPa didapatkan rata-rata 0,3046 MPa. Apabila data modulus young dan nilai kuat tekan dibandingkan, maka nilainya sesuai dengan literatur yang telah disebutkan dikarenakan semakin besar modulus young dari busa maka busa akan memiliki nilai kuat tekan yang semakin besar [30].



Gambar 4.5 Grafik *Stress-Strain* Variasi Komposisi Aquades (a) 4,6% Sampel PUR-21 Percobaan 2 dan (b) 1,5% Sampel PUR-23 Percobaan 2

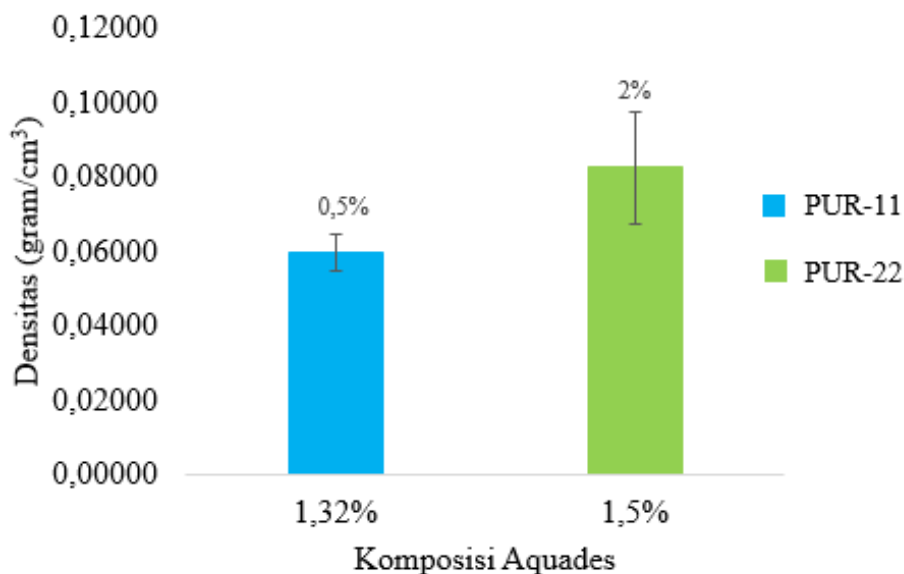
Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada sampel PUR-21 percobaan 2 dan PUR-23 percobaan 2 dengan variasi komposisi aquades 4,6% dan 1,5%, memiliki nilai kuat tekan, modulus young, *yield strength* yang berbeda-beda. Sampel PUR-21 percobaan 2 dan PUR-23 percobaan 2 dengan variasi komposisi aquades 4,5% dan 1,5% merupakan hasil yang terbaik karena memiliki nilai kuat tekan, modulus young, *yield strength* serta bentuk grafik yang lebih signifikan.

Nilai kuat tekan pada sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 32 MPa. Nilai kuat tekan pada sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,39 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 0,0321 MPa. Nilai modulus young pada sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,0347 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-21 percobaan 2 adalah 0,2788 MPa. Nilai *yield strength* pada sampel PUR-23 percobaan 2 adalah 0,3032 MPa. Apabila data modulus young dan nilai kuat tekan dibandingkan, maka nilainya sesuai dengan literatur yang telah disebutkan dikarenakan semakin besar modulus young dari busa maka busa akan memiliki nilai kuat tekan yang semakin besar [30].

4.2.4 Analisis Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume dari masing-masing spesimen dengan menggunakan prinsip Archimedes. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D1622 dengan menggunakan alat *analytical balance* AS 220.R2. Komposisi aquades dapat mempengaruhi nilai densitas busa. Pada Tabel 4.3 dapat

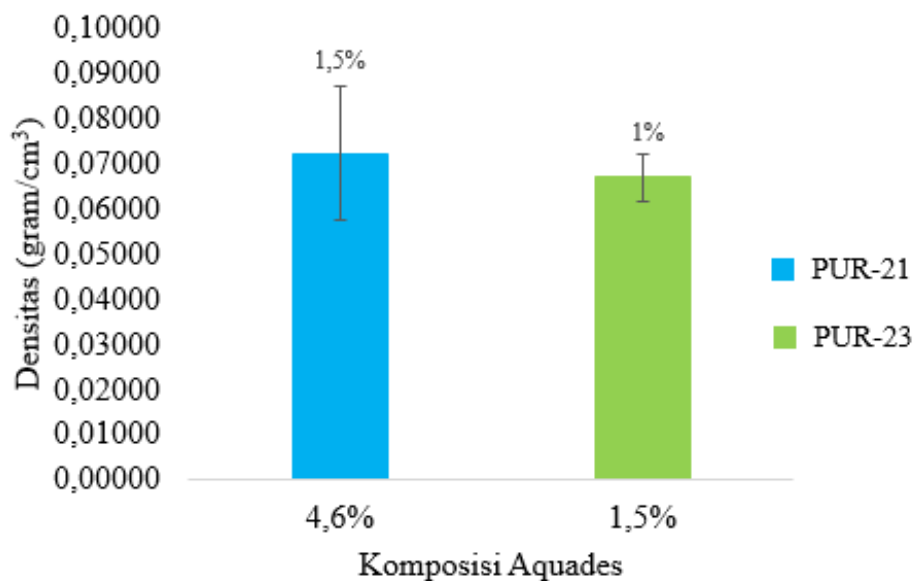
terlihat semakin besar komposisi aquades yang digunakan dan surfaktannya lebih kecil maka nilai densitas busa semakin besar, hal ini dikarenakan aquades yang bereaksi dengan MDI menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) sehingga membentuk pori, sehingga semakin banyak aquades yang digunakan, gas yang terbentuk semakin banyak dan membuat ukuran pori semakin besar.



Gambar 4.6 Grafik Nilai Densitas Dengan Komposisi Aquades (a) 1,32% Sampel PUR-11 %Error dan (b) 1,5% Sampel PUR-22 %Error

Pada Gambar 4.6 dapat terlihat bahwa semakin besar komposisi aquades yang digunakan dapat meningkatkan nilai densitas busa. Busa dengan komposisi aquades sebesar 1,32% pada sampel PUR-11 memiliki nilai rata-rata densitas sebesar 0,05 gram/cm³ serta untuk hasil %error densitas yang didapatkan adalah sebesar 0,5%. Pada komposisi aquades

sebesar 1,5% pada sampel PUR-22 memiliki nilai rata-rata densitas sebesar 0,08 gram/cm³ serta untuk hasil %error densitas yang didapatkan adalah sebesar 2%. Data yang didapatkan ini sesuai dengan literatur yang ada, dimana semakin besar komposisi aquades yang digunakan maka nilai densitasnya meningkat [30].



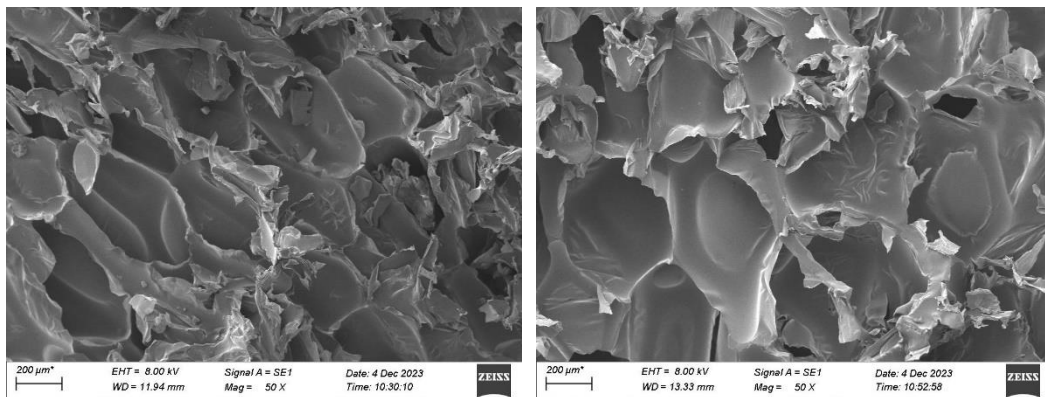
Gambar 4.7 Grafik Nilai Densitas Dengan Komposisi Aquades (a) 4,6% Sampel PUR-21 %Error dan (b) 1,5% Sampel PUR-23 %Error

Pada Gambar 4.7 dapat terlihat bahwa semakin besar komposisi aquades yang digunakan dapat meningkatkan nilai densitas busa. Busa dengan komposisi aquades sebesar 4,6% pada sampel PUR-21 memiliki nilai rata-rata densitas sebesar 0,07 gram/cm³ serta untuk hasil %error densitas yang didapatkan adalah sebesar 1,5%. Pada komposisi aquades sebesar 1,5% pada sampel PUR-23 memiliki nilai rata-rata densitas sebesar 0,06 gram/cm³ serta untuk hasil %error densitas yang didapatkan adalah

sebesar 1%. Data yang didapatkan ini sesuai dengan literatur yang ada, dimana semakin besar komposisi aquades yang digunakan maka nilai densitasnya meningkat [30].

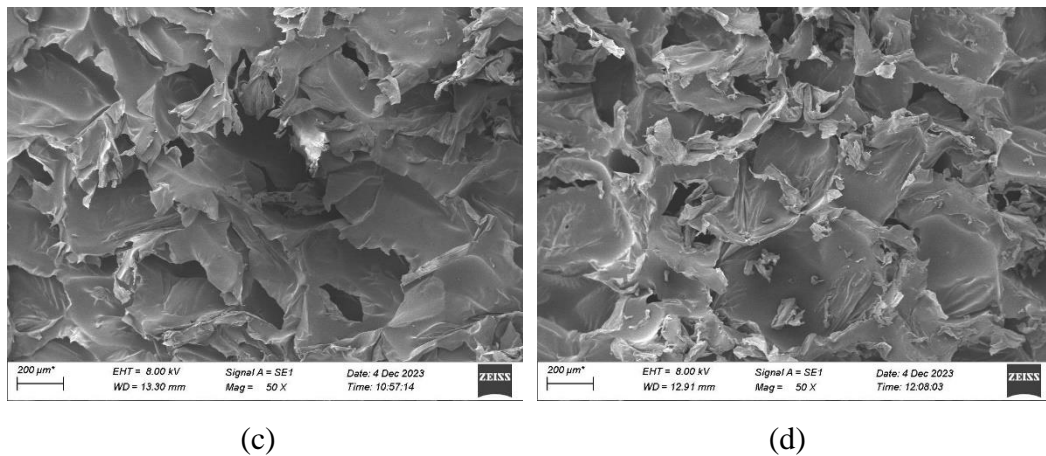
4.2.5 Analisis Pengujian SEM

Pada pengujian SEM ini dilakukan untuk mengetahui morfologi serta ukuran pori dari busa poliuretan. Pemilihan sampel untuk dilakukan pengujian SEM ini berdasarkan jenis busa yang didapatkan dari uji tekan, dimana pengujian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh dari ukuran pori terhadap jenis busa yang dihasilkan. Berdasarkan literatur busa dengan sifat kaku akan memiliki ukuran pori yang lebih kecil (*closed cell*) sedangkan busa dengan sifat flexible akan memiliki ukuran pori lebih besar (*open cell*) [17].



(a)

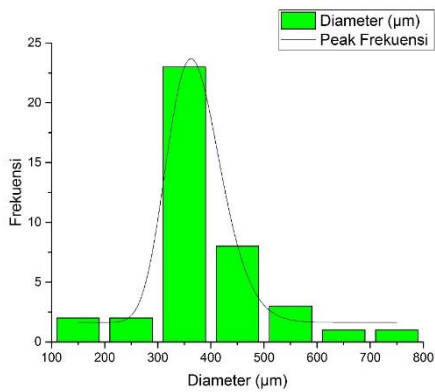
(b)



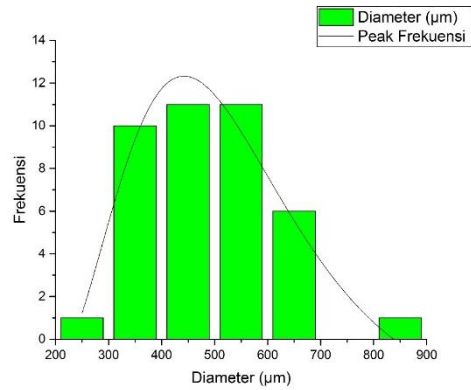
Gambar 4.8 Hasil Perbesaran Ukuran 50x SEM Busa Poliuretan (a) Sampel PUR-11 (b) Sampel PUR-21 (c) Sampel PUR-22 dan (d) Sampel PUR-23

Pada Gambar 4.8 dapat terlihat bentuk dan ukuran pori dari sampel PUR-11, PUR-21, PUR-22, dan PUR-23. Pada sampel PUR-22 merupakan busa yang memiliki nilai kekuatan paling tinggi sebesar 0,49 MPa, busa ini memiliki pori berbentuk bulat dan tertutup dengan ukuran paling kecil 245,663 μm serta ukuran terbesar 563,690 μm dengan rata-rata ukuran pori sebesar 396,964 μm . Pada sampel PUR-23 merupakan busa yang memiliki nilai kekuatan yang paling tinggi kedua sebesar 0,39 MPa, busa ini memiliki pori berbentuk bulat tidak teratur dan terbuka serta dengan ukuran paling kecil 143,838 μm serta ukuran terbesar 489,095 mm dengan rata-rata ukuran pori sebesar 282,561 μm . Pada sampel PUR-21 merupakan busa yang memiliki nilai kekuatan yang berada di Tengah-tengah sebesar 0,32 MPa, busa ini memiliki pori berbentuk bulat serta oval dan tertutup serta dengan ukuran yang paling kecil sebesar 229,224 μm serta ukuran terbesar 824,793 mm dengan rata-rata ukuran pori sebesar 489,056 μm . Pada sampel PUR-

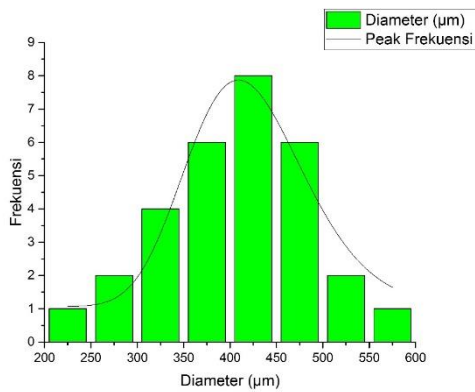
11 merupakan busa yang memiliki nilai kekuatan yang paling rendah sebesar 0,32 MPa, busa ini memiliki pori berbentuk oval dan tertutup serta dengan ukuran paling kecil 190,532 μm serta ukuran terbesar 723,718 mm dengan rata-rata ukuran pori sebesar 386,942 μm .



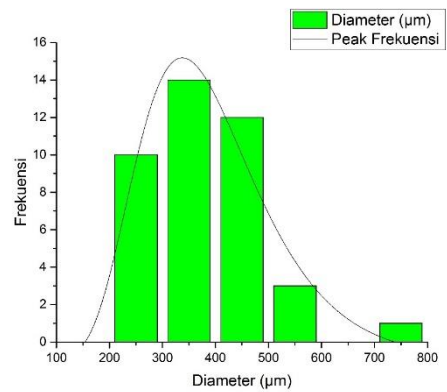
Gambar 4.9 Histogram SEM PUR-11



Gambar 4.10 Histogram SEM PUR-21



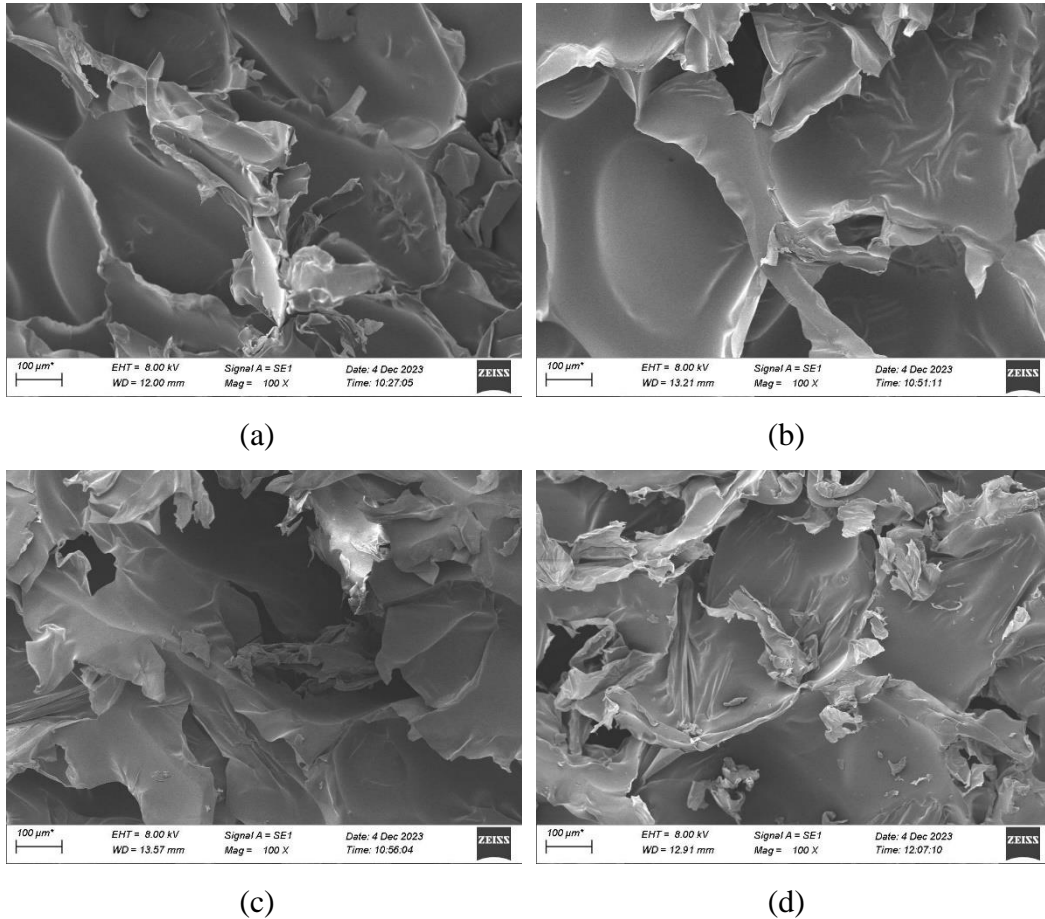
Gambar 4.11 Histogram SEM PUR-22



Gambar 4.12 Histogram SEM PUR-23

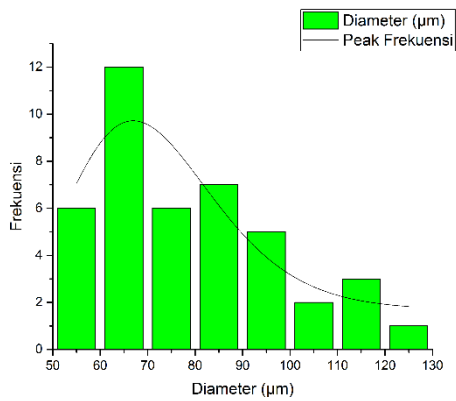
Pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.12 dapat dilihat terdapat histogram dari masing masing hasil dari SEM. Bisa di liat pada PUR-11 terdapat persebaran pori paling banyak antara 350 dan 400. Untuk PUR-21 terdapat persebaran pori paling banyak antara 400 dan 450. Untuk PUR-22 terdapat persebaran pori paling banyak antara 400 dan 450. Untuk PUR-23

terdapat persebaran pori paling banyak di antara 400 dan 425, sedangkan untuk PUR-23 terdapat persebaran pori paling banyak antara 300 dan 350.

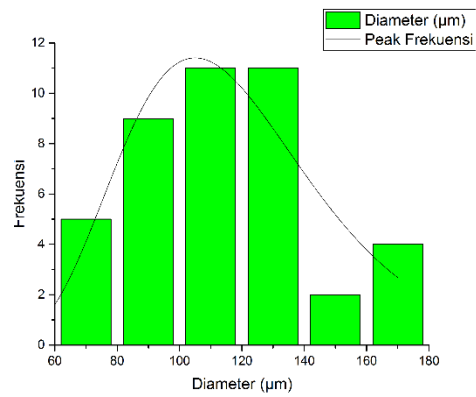


Gambar 4.13 Hasil Perbesaran Ukuran 100x SEM Busa Poliuretan (a) Sampel PUR-11 (b) Sampel PUR-21 (c) Sampel PUR-22 dan (d) Sampel PUR-23

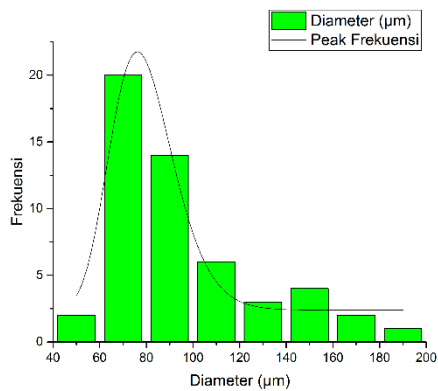
Untuk jenis bentuk busa dari masing masing sampel bisa di liat pada gambar bahwa rata-rata memiliki bentuk *close cell*, tapi ada bagian busa yang menunjukkan bentuk busa *reticulated*, hal ini menjadikan busa tersebut yaitu mix atau campur antara bentuk *close cell* dan bentuk *reticulated*. Untuk bagian dinding busa memiliki ketebalan yang bervariasi, bisa di liat pada gambar 4.13.



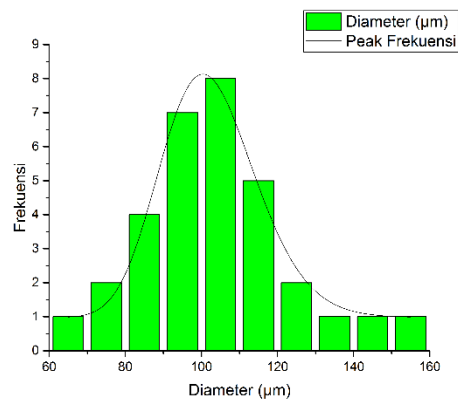
Gambar 4.14 Histogram SEM PUR-11



Gambar 4.15 Histogram SEM PUR-21



Gambar 4.16 Histogram SEM PUR-22



Gambar 4.17 Histogram SEM PUR-23

Pada Gambar 4.14 sampai Gambar 4.17 dapat dilihat terdapat histogram ketebalan dinding dari masing masing sampel. Pada PUR-11 terdapat ketebalan paling banyak antara 60 dan 70. Untuk PUR-21 terdapat ketebalan paling banyak antara 100 dan 140. Untuk PUR-22 terdapat ketebalan paling banyak di antara 60 dan 80, sedangkan untuk PUR-23 terdapat ketebalan paling banyak antara 100 dan 110.