

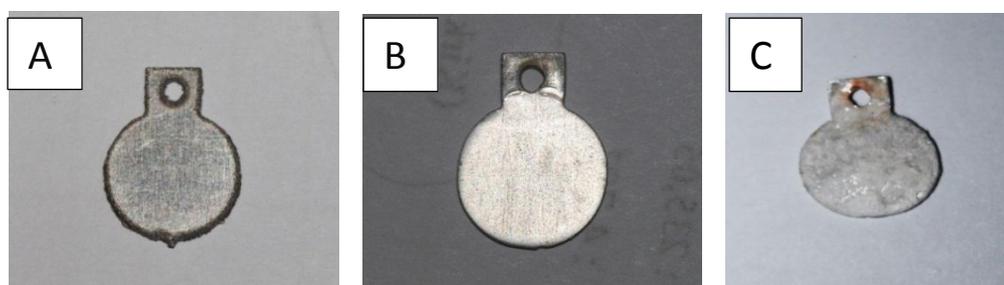
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data-data pengujian. Kemudian data-data tersebut dijabarkan melalui beberapa sub-sub pembahasan dari masing-masing jenis pengujian.

4.1 Hasil Pengamatan pada Permukaan Alumunium

Setelah dilakukan pengujian pada permukaan alumunium, berikut adalah spesimen setelah proses pemotongan alumunium, *anodizing* dan *hidrofobik* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

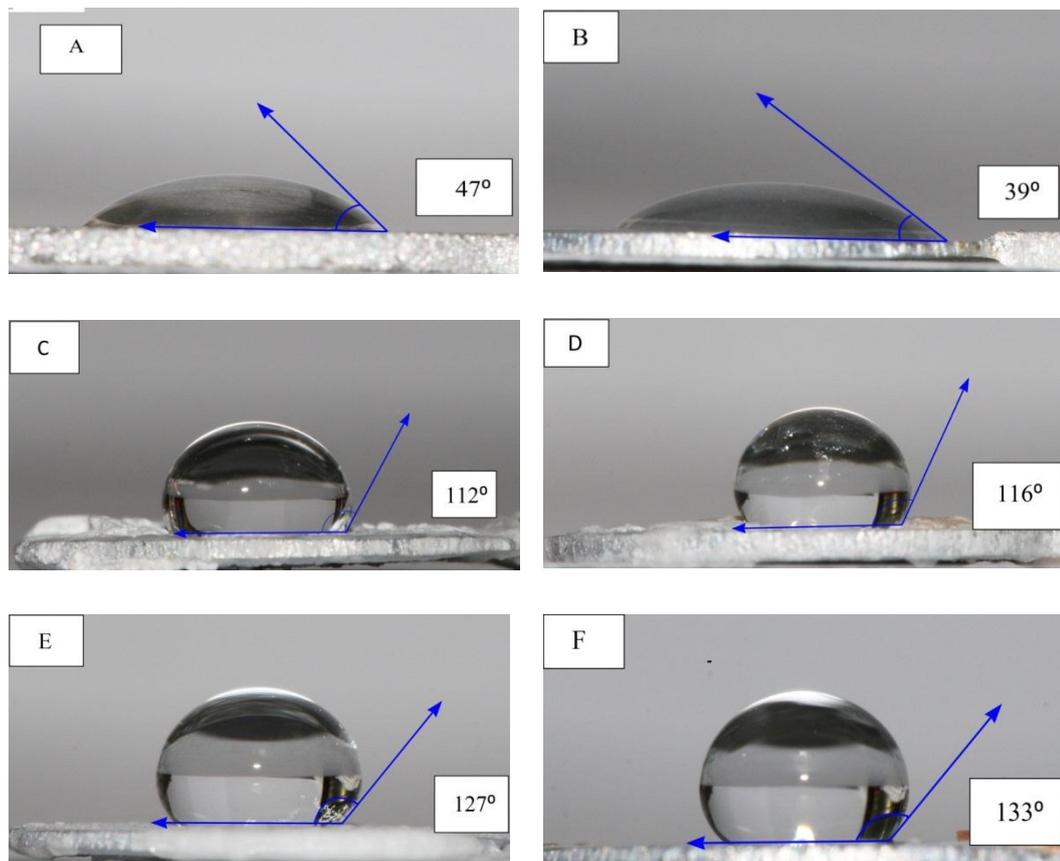


Gambar 4.1 hasil alumunium a). *Raw material*, b). *Anodize*, c) *Hidrofobik*

Dari hasil pengamatan pada foto spesimen alumunium pada Gambar 4.1 (a) hasil alumunium *raw material* belum terbentuk lapisan oksida dan dapat dilihat bahwa pada permukaannya terlihat sangat kasar, terdapat banyak garis berupa goresan, memiliki warna yang cukup gelap. Sedangkan Gambar 4.1 (b) menunjukkan hasil material setelah dilakukan proses *anodizing* masih terlihat garis-garis berupa goresan akibat adanya proses pengamplasan dan pada permukaan sudah terlihat lebih halus dibandingkan tanpa perlakuan, hal ini disebabkan oleh adanya proses elektrolisis pada proses *anodizing*. Sedangkan Gambar 4.1 (c) menunjukkan hasil material *hidrofobik* yang sudah dimodifikasi oleh asam stearat, dapat dilihat pada gambar, terdapat sebuah lapisan yang menutupi permukaan alumunium berwarna putih dan memiliki kekasaran tertentu sesuai dengan variasi waktu dan banyaknya asam stearat yang digunakan.

4.2 Pengamatan Wettability Permukaan *Hidrofobik* pada alumium

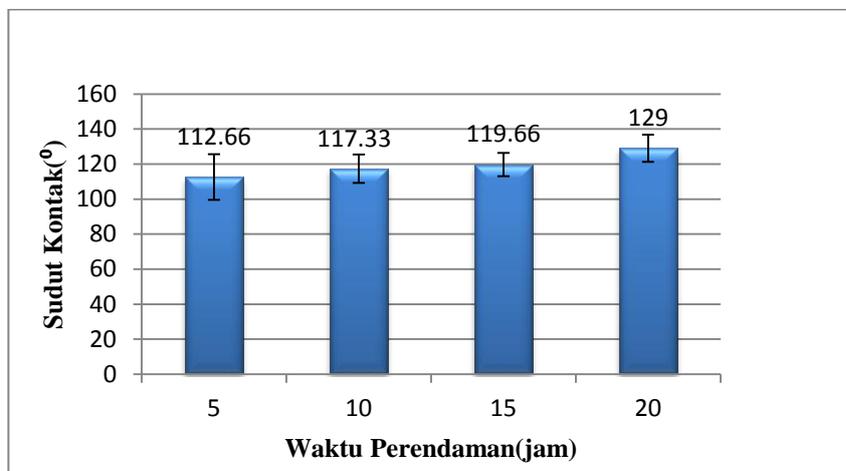
Hasil wettability *hidrofobik* pada permukaan alumunium *anodizing* setelah dimodifikasi oleh asam stearate dan mendapat perlakuan heat treatment pada temperature 60°C selama rentang waktu 5 jam, 10 jam, 15jam dan 20 jam dapat diamati melalui Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sudut kontak alumunium hidrofobik a)Raw material, b)Anodize, c)Perlakuan 5 jam, d) Perlakuan 10 jam, e) Perlakuan 15 jam, f) Perlakuan 20 jam

Tabel 4.1 Data sudut kontak.

NO	Spesimen	Sudut kontak	Rata-rata	Standar deviasi
1	5 jam	126 ⁰	112.66 ⁰	13.01
		100 ⁰		
		112 ⁰		
2	10 jam	110 ⁰	117.33 ⁰	8.08
		126 ⁰		
		116 ⁰		
3	15 jam	114 ⁰	119.66 ⁰	6.65
		118 ⁰		
		127 ⁰		
4	20 jam	120 ⁰	129 ⁰	7.81
		134 ⁰		
		133 ⁰		



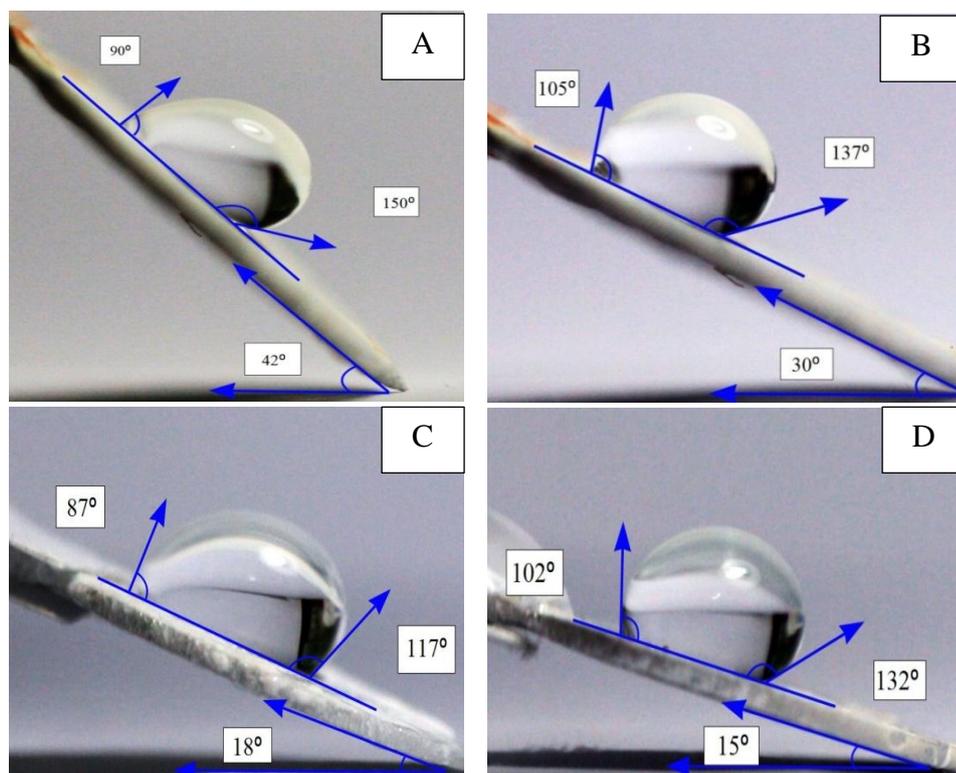
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sudut kontak.

Dari hasil pengujian perendaman material aluminium untuk mendapatkan suatu permukaan *hidrofobik*, pada grafik diatas dapat diamati bahwa sifat hidrofobik dapat terbentuk melalui modifikasi asam stearate dan proses heat treatment dan pengaruh variasi waktu. Secara khusus, permukaan paduan aluminium yang tidak mendapat perlakuan menunjukkan *hidrofilik* dengan sudut kontak 47⁰, sedangkan sudut kontak setelah melalui proses *anodizing* akan semakin turun yaitu 39⁰ hal ini disebabkan karena permukaan aluminium akan menjadi halus setelah melalui proses *elektrolisasi*, dan akan mudah menyerap saat

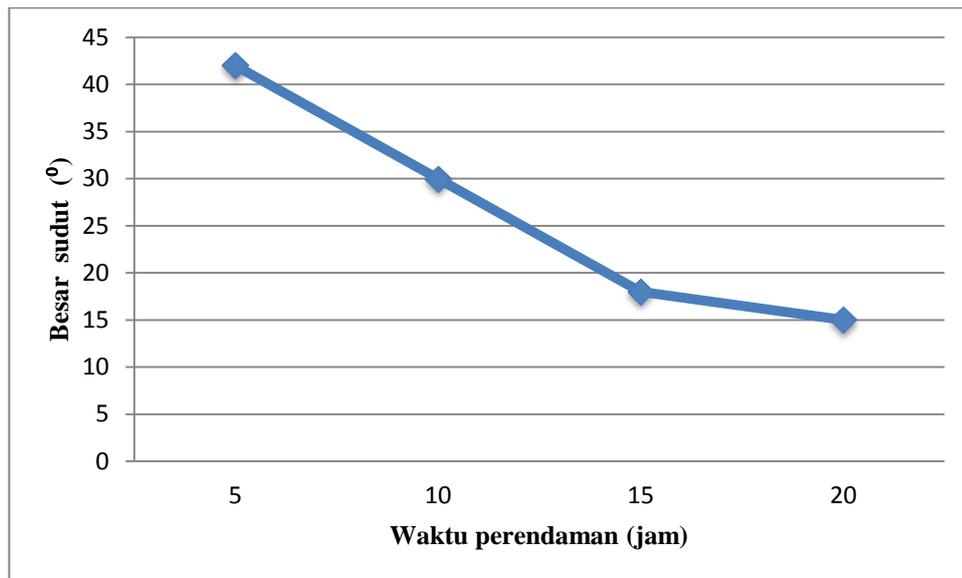
dilakukan proses modifikasi STA. Waktu modifikasi asam stearate juga memiliki pengaruh besar pada keterbasahan permukaan dan struktur mikro, sehingga sudut kontak air pada saat perendaman 5 jam yang menunjukkan sudut kontak sebesar 112° memiliki perbedaan dengan perendaman 20 jam yang memiliki sudut kontak sebesar 133° , artinya untuk mendapatkan permukaan *hidrofobik* maka perlu dilakukan perlakuan heat treatment pada larutan kimia dengan variasi waktu tertentu sehingga terbentuk lapisan *hidrofobik*.

4.3 Pengamatan Sudut Geser

Sudut geser adalah cara sederhana menggambarkan *mobilitas* tetesan di permukaan, pengamatan sudut geser yang terjadi pada permukaan aluminium *hidrofobik* didapatkan dengan cara memiringkan dan *droplet* mulai berubah bentuk karna adanya gaya gravitasi, kemudian tetesan air akan menggelinding turun. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sudut geser aluminium hidrofobik dengan perlakuan a)5jam, b)10 jam c)15jam d)20jam



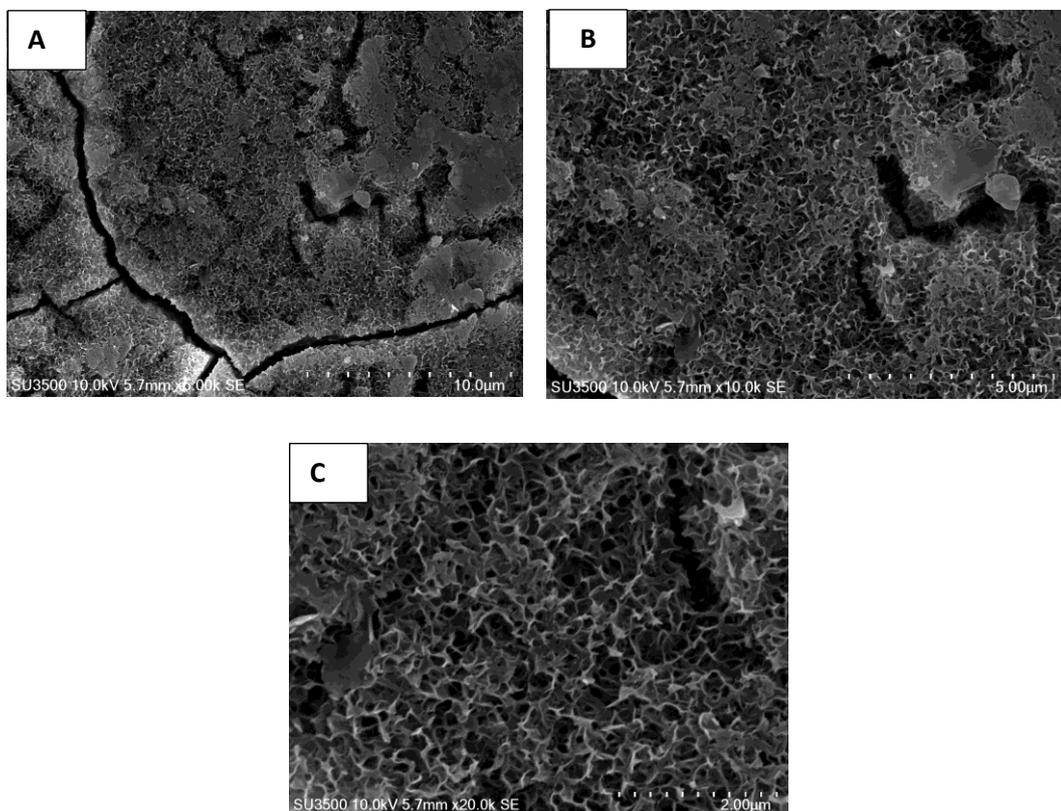
Gambar 4.5 Grafik pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sudut geser.

Setelah dilakukan pengujian sudut geser seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4 dilakukan pengukuran sudut geser dengan cara memiringkan droplet dengan sudut tertentu dan meneteskan air diatas permukaanya sehingga air dapat tergelincir turun, untuk melihat sudut geser yang dihasilkan maka berlaku persamaan *furmidge*. Sehingga hasil dari sudut geser atau kemiringan pada material bervariasi dikarenakan terdapat pada variasi waktu dan heat treatment juga pada morfologi kekasaran pada permukaanya, pada Gambar 4.4 (d) dapat diamati pada sudut geser material yang mendapat perlakuan selama 20 jam, kemiringan yang diberikan sebesar 15° dan butiran air sudah mulai menggelinding turun dengan sudut kontak sebesar 132° hal ini dapat terjadi karna kekasaran pada permukaanya sudah merata dengan sempurna sehingga tidak terjadi pembasahan pada permukaan material, sedangkan pada Gambar 4.4 (a) terdapat perbedaan pada material yang mendapat perlakuan selama 5 jam kemiringan yang didapat sebesar 42° sehingga pada kemiringan 42° butiran air menggelinding. Hal ini dikarenakan kekasaran dan lapisan hidrofobik pada permukaan material yang belum merata dan menyebabkan udara terjebak pada pori-pori material sehingga air tidak dapat tergelincir dengan sempurna. Keterbasahan permukaan memiliki peran penting dalam proses *hidrofobik*, ketika

material yang tidak diberi perlakuan oleh asam stearat ketika ditetaskan oleh air maka permukaannya akan terbasahi berbeda dengan alumunium yang sudah diberi perlakuan asam stearat yang memiliki keunggulan ketika ditetaskan air permukaannya tidak akan terbasahi dan air berbentuk seperti butiran-butiran, hal ini terjadi karena material sudah memiliki lapisan *hidrofobik* sehingga material memiliki kemampuan *self cleaning*.

4.4 Pengamatan Morfologi Permukaan Alumunium *Hidrofobik*

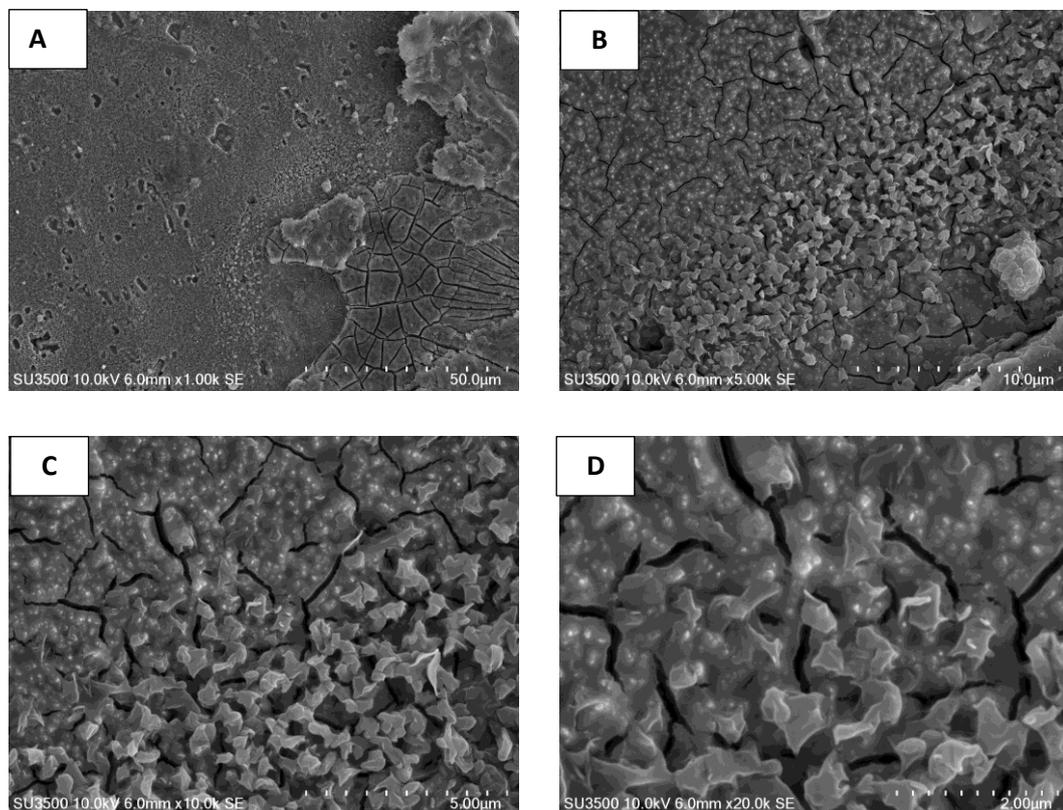
Pengujian scanning electron microscope (SEM) seri SU-350 dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro pada lapisan alumunium yang terjadi akibat adanya proses *hidrofobik* dengan metode heat treatment oleh asam stearat dengan variasi waktu antara 10-20 jam dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Mikrograf dari paduan permukaan alumunium *anodizing*,

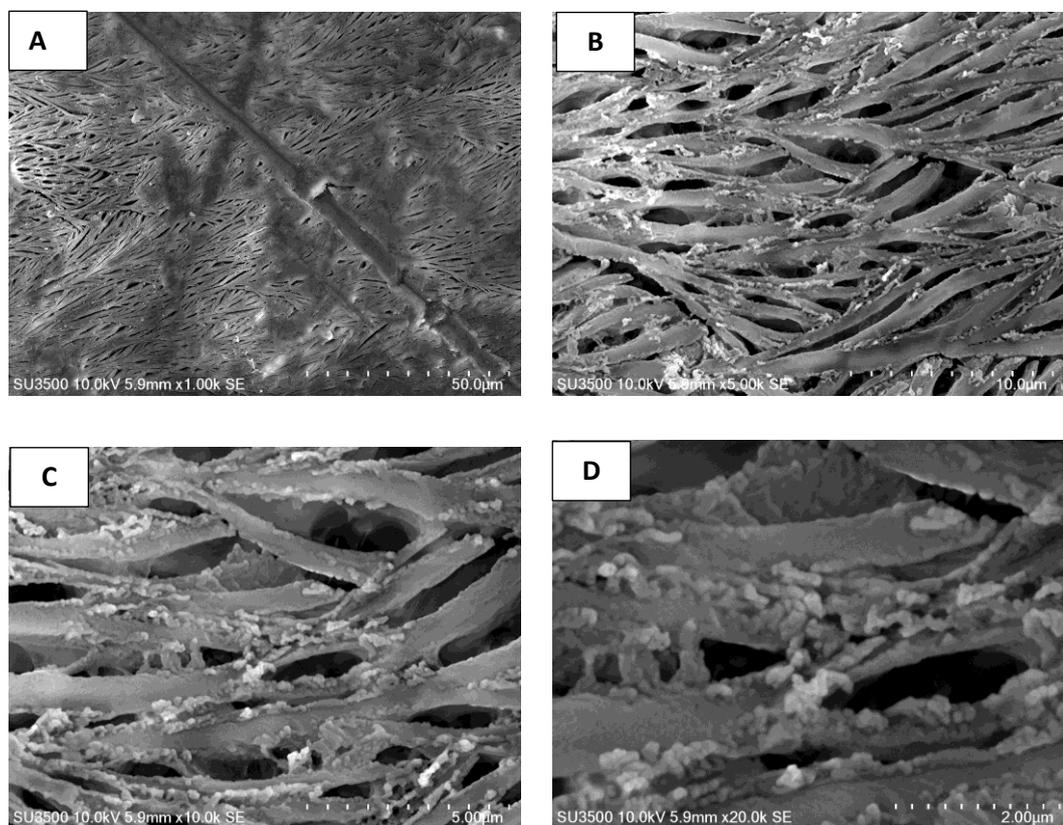
(a) Perbesaran 5K, (b) Perbesaran 10K, (c) Perbesaran 20K

Dari hasil pengujian struktur mikro menggunakan *Scanning Elektron Microscope* (SEM) menunjukkan hasil analisis struktur mikro pada permukaan aluminium setelah melalui berbagai proses yaitu *anodizing* dan modifikasi oleh asam stearat. Pada Gambar 4.6 (c) menunjukkan struktur mikro dari perlakuan *anodizing* pada aluminium dengan perbesaran 20K, terdapat gugus seperti bunga pada permukaan paduan aluminium strukturnya berpori dan kasar. Hal ini terjadi melalui proses *anodizing* dengan asam sulfat + aquades dan memberikan proses elektrolisis pada permukaan aluminium, namun pada proses ini belum menandakan adanya pembentukan lapisan *hidrofobik* dikarenakan belum melalui tahapan perendaman dengan menggunakan asam stearat.



Gambar 4.7 Mikrograf aluminium *hidrofobik* dengan variasi waktu perendaman 10 jam, (a) Perbesaran 1K, (b) Perbesaran 5K, (c) Perbesaran 10K, (d) Perbesaran 20K.

Pada Gambar 4.7 menunjukkan permukaan alumunium yang mengalami perubahan setelah mendapatkan perlakuan heat treatment dengan asam stearat, perubahan struktur yaitu dapat diamati melalui bentuk kekasaran permukaan yang menyerupai kerikil dan bintik-bintik dengan ukuran yang bervariasi berbeda dengan Gambar 4.6 yang menunjukkan morfologi pada permukaan alumunium yang masih berpori-pori dan berongga. Pada proses ini sudah menunjukkan terbentuknya lapisan *hidrofobik* namun struktur nya masih sangat tipis dan di beberapa bagian lapisan yang terbentuk sedang pada tahapan bintik-bintik dan belum merata pada keseluruhan permukaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 (a) hanya sebagian permukaan alumunium yang sudah tertutup oleh asam stearat dengan sempurna hal ini disebabkan karna proses perendaman pada bahan kimia selama 10 jam sehingga pembentukan lapisan kurang menyeluruh.



Gambar 4.8 Mikrograf alumunium *hidrofobik* dengan variasi waktu perendaman 20 jam, (a) Perbesaran 1K, (b) Perbesaran 5K, (c) Perbesaran 10K, (d) Perbesaran 20K

Pada Gambar 4.8(a) dapat diamati pada pembesaran 1K morfologi alumunium *hidrofobik* dengan variasi waktu 20 jam sudah terbentuk dengan sempurna, hal ini dapat diamati pada struktur asam stearat yang terbentuk sudah menyebar ke seluruh permukaan alumunium. Sedangkan pada Gambar 4.8 (b) dengan pembesaran 5K dapat dilihat dengan jelas bahwa asam stearat yang menyebar membentuk sebuah pola bergaris seperti sebuah serat dan saling berikatan. Terbentuknya lapisan *hidrofobik* ini dipengaruhi oleh variasi waktu perendaman pada larutan kimia selama 20 jam sehingga lapisan *hidrofobik* dapat terbentuk dengan sempurna ($\geq 90^\circ$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman sangat berpengaruh dalam terbentuknya lapisan *hidrofobik* dan sudut kontak tertinggi dapat dijumpai pada permukaan alumunium yang telah melalui proses perendaman selama 20jam.

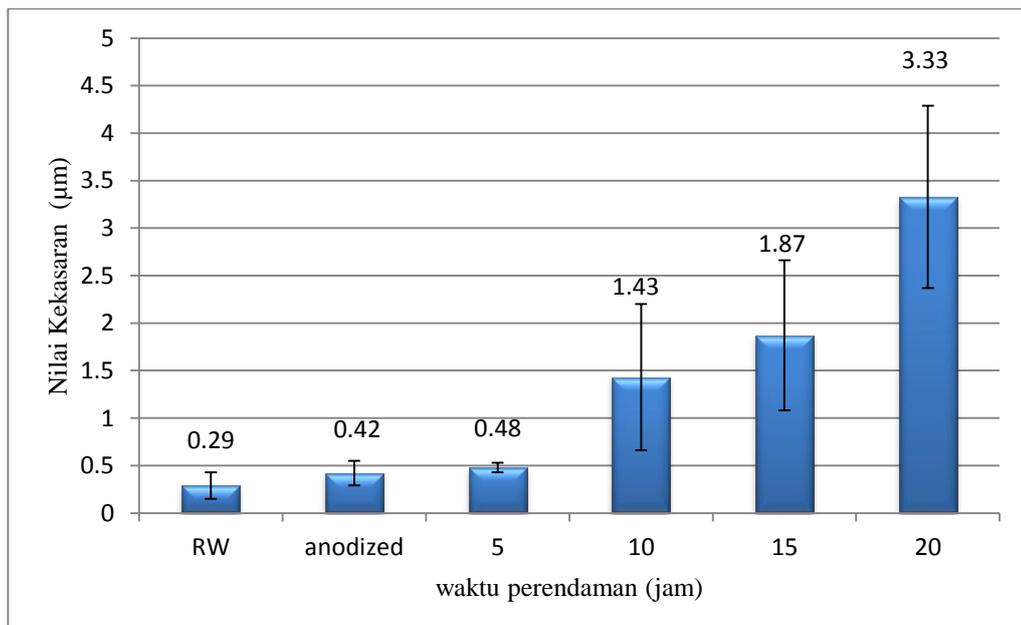
Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh Feng dkk, (2013) melakukan pembuatan lapisan *hidrofobik* tanpa menambahkan proses anodisasi pada permukaan alumunium, dari hasil pengamatan struktur mikro terdapat gugus seperti flower hadir pada permukaan alumunium namun bentuk dari struktur tersebut serupa dengan morfologi pada alumunium yang telah diproses anodizing, dapat disimpulkan bahwa dengan menambahkan treatment anodizing pada pembuatan lapisan hidrofobik dapat memperkuat lapisan oksida dalam pembentukan lapisan *hidrofobik*.

4.5 Hasil Pengujian Kekasaran.

Pengujian Kekasaran permukaan dilakukan untuk mengetahui kekasaran dari proses *anodizing* dan *hidrofobik*. Pengamatan hasil kekasaran menggunakan alat Surface Roughnes Tester pada permukaan alumunium *hidrofobik* dengan rentang variasi waktu dari 5, 10, 15 dan 20 jam dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Roughness Average*

Tabel Kekasaran Alumunium	
Roughness Average (Ra)	
Tanpa perlakuan	0.29 μm
Anodizing	0.42 μm
Perlakuan 5 jam	0.48 μm
Perlakuan 10 jam	1.43 μm
Perlakuan 15 jam	1.87 μm
Perlakuan 20 jam	3.33 μm



Gambar 4.9 Grafik pengaruh variasi waktu perendaman terhadap kekasaran alumunium.

Berdasarkan data dari Tabel 4.2 diatas dapat diamati bahwa struktur kekasaran pada lapisan alumunium *hidrofobik* memiliki perbedaan, hal ini dapat ditunjukkan pada kekasaran permukaan dari *raw material* hingga proses perendaman selama 5, 10, 15 dan 20 jam karena dipengaruhi oleh pengamplasan morfologi permukaan alumunium dan proses variasi perendaman dilarutan kimia. Nilai kekasaran alumunium setelah proses pengamplasan alumunium yaitu $0.295\mu\text{m}$, sedangkan setelah melalui proses *anodizing* nilai kekasaran yang didapat sebesar $0.42\mu\text{m}$ hal ini menunjukkan bahwa proses *anodizing* dapat membuat lapisan oksida dan membuat kekasaran pada permukaan lebih tinggi sehingga saat dilakukan proses modifikasi STA dapat lebih merata pada struktur permukaannya, sedangkan untuk nilai kekasaran tertinggi (Ra) dapat dilihat pada lapisan alumunium yang diberikan perlakuan selama 20 jam yaitu 3.33μ , karna semakin lama proses perendaman alumunium maka akan semakin tebal pula lapisan *hidrofobik* yang didapat dan nilai *morfologi* permukaan yang rendah berada pada lapisan alumunium yang diberi perlakuan selama 5 jam yaitu $0.486\mu\text{m}$. Sementara itu penelitian *hidrofobik* yang dilakukan oleh Setiantoro, (2017) didapatkan nilai kekasaran yang berbeda-beda hal ini dapat disebabkan oleh proses perendaman menggunakan asam stearat dan variasi waktu perendamannya, dan dapat disimpulkan bahwa semakin lama proses perendaman material maka akan semakin bertambah nilai kekasarannya.

4.6 Analisa hasil pengujian kekerasan

Setelah melakukan proses *hidrofobik* pada permukaan alumunium dengan metode heat treatment selama 5, 10, 15 dan 20 jam, spesimen kemudian di uji kekerasannya menggunakan metode *Vickers Micro Hardness (VHN)* untuk mengetahui perbedaan dan perubahan nilai kekerasan pada struktur alumunium setiap variasi perendaman. Keuntungan dengan melakukan uji kekerasan *Vickers* yaitu pengukuran lebih detail, bekas penekanan yang kecil dan range ukuran besar. Pembebanan pada spesimen alumunium *anodizing* yang sudah dipreparasi menggunakan asam stearate sebesar 10gf dengan waktu pembebanan 5 detik. Dapat diamati pada Tabel 4.3 dan posisi titik uji pada Lampiran.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan pada alumunium *hidrofobik* dengan variasi waktu 5, 10, 15, dan 20 jam.

n o	Variasi perlakuan	d1	d2	d rata-rata	VHN	VHN rata-rata	Standar deviasi
1	Raw material	51.5	51.5	51.5	7.12	6.61	0.50
		54	56	55	6.12		
		52	55	53.5	6.60		
2	anodize	53.5	55	54.5	6.35	6.46	0.61
		50.5	51.5	51	7.12		
		58	54	56	5.91		
3	5 jam	50.5	50.1	50.3	7.41	5.92	1.39
		58	57	57.5	5.70		
		66	60	63	4.67		
4	10 jam	72	70	71	3.67	3.65	0.60
		78	78	78	3.04		
		67	66	66.5	4.25		
5	15 jam	78	78	78	3.04	3.12	0.14
		77	79	78	3.04		
		75	75	75	3.29		
6	20 jam	82	87	84.5	2.62	2.85	0.21
		79	78	78.5	3.04		
		81	80	80.5	2.89		

Contoh perhitungan nilai kekerasan (VHN) pada posisi titik penekanan pada permukaan alumunium hidrofobik.

$$VHN = \frac{1.854 \times P}{(d)^2}$$

Diketahui :

$$P = 10 \text{ (gf)}$$

$$P = 10 \text{ (gf)} \times 10^{-3} \text{ Kgf}$$

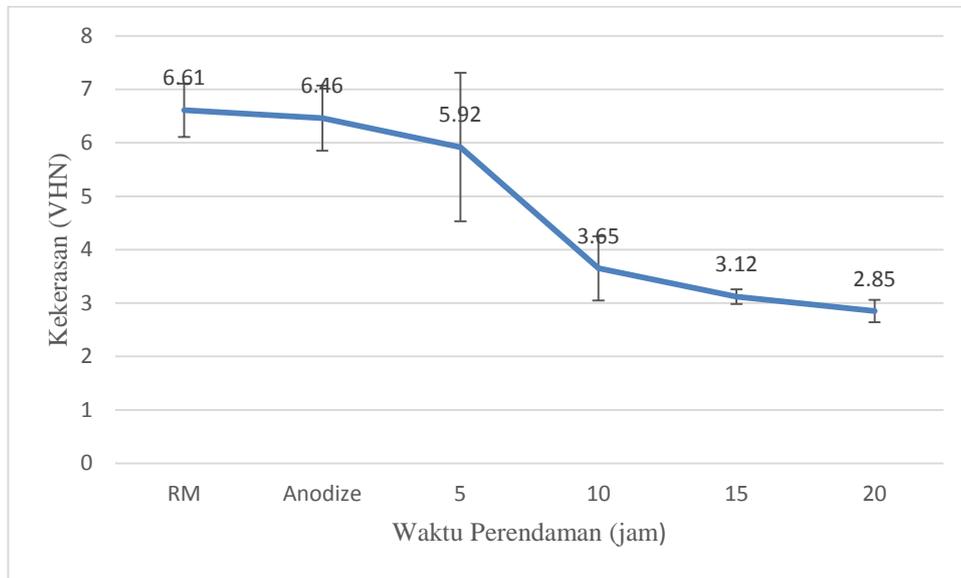
$$P = 0.01$$

$$D^{\text{rata-rata}} = 51.5 \mu\text{m} \times 10^{-3} \text{ mm} = 0.051 \text{ mm}$$

$$VHN = \frac{1.854 \times P}{(d)^2}$$

$$VHN = \frac{1.854 \times 0.01}{(0.051)^2} = 7.12 \text{ VHN}$$

Dari tabel dan perhitungan kekerasan *mikro Vickers* diperoleh grafik perbandingan nilai kekerasan pada permukaan aluminium hidrofobik seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik pengaruh variasi waktu perendaman terhadap kekerasan aluminium hidrofobik

Pada grafik diatas hasil dari pengujian kekerasan *Vickers* didapatkan hasil yang berbeda dan variatif dari keempat spesimen uji. Pengujian kekerasan dilakukan dengan cara penekanan pada 3 titik tertentu dengan pembebanan sebesar 10gf, dapat diketahui bahwa nilai uji kekerasan yang paling tinggi berada pada perlakuan aluminium selama 5 jam sedangkan nilai kekerasan yang paling rendah berada pada perlakuan 20 jam. Pada aluminium tanpa perlakuan dan anodizing tidak ada perubahan yang cukup signifikan, hal ini disebabkan karena aluminium belum mendapat perlakuan oleh bahan kimia, pada aluminium dengan waktu perendaman selama 5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam terjadi perubahan pada struktur kekerasan, hal ini terjadi akibat adanya perlakuan bahan kimia ke material aluminium yang telah melalui proses heat treatment dengan suhu konstant 60°C, maka pelepasan zat kimia oleh asam stearate, alkohol dan air deionisasi yang mampu mengikat dan membentuk lapisan hidrofobik ke material aluminium sehingga struktur kekerasan pada material aluminium bervariasi

sesuai dengan ketebalan lapisan dan lamanya perendaman. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiantoro, (2017) hasil uji kekerasan pada raw material tidak ada perubahan nilai struktur kekerasan namun saat dilakukan perendaman selama 5, 10, 15 dan 20 jam dengan mencampurkan bahan kimia mulai terjadi perubahan struktur karena adanya pelepasan zat kimia oleh asam stearate, aquades dan etanol namun nilai kekerasan yang dihasilkan bervariasi sesuai variasi waktu perendamannya.