

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai hidrofobik saat ini telah menarik perhatian oleh para peneliti dikembangkan secara baik di dunia akademik maupun dunia industri. Hidrofobik menjadikan suatu inovasi oleh para peneliti untuk suatu material yang memiliki fungsi lain atau multifungsi yang dapat mendukung fungsi utama suatu material. Material hidrofobik merupakan material yang menolak air atau dengan kata lain tidak suka air, dimana pada saat air diteteskan di atas permukaan material hidrofobik maka air tersebut akan membentuk bulir-bulir yang kemudian meluncur dan membawa kotoran dan debu yang ada pada permukaan material sehingga material hidrofobik ini sering dikenal mempunyai kemampuan *self cleaning* atau dengan kata lain pengguna tidak harus membersihkan permukaan material tersebut secara manual.

Fenomena ini disebut dengan "*Lotus effect*" (Barthlott dan Neinhuis, 1997). Permukaan daun lotus bersifat superhidrofobik karena mampu menghasilkan sudut kontak air yang tinggi ($> 130^\circ$) (Yang dkk., 2008). Pada penelitian sebelumnya (Rozani dan Dahlan 2016) membahas tentang pelapisan hidrofobik dengan menggunakan metode elektrodposisi kronium yang dicampur dengan TiO_2 dengan variasi tegangan 3 V dan 4 V. Sampel yang diuji adalah besi yang telah dilapisi nikel dan kronium dengan ukuran 2 x 1 cm. Pembuatan larutan TiCl_3 untuk digunakan sebagai larutan elektrolit dengan variasi konsentrasi 0,1 sampai 1 M. Untuk mendapatkan larutan elektrolit TiCl_3 0,1 M sebanyak 25 mL maka dilakukan pencampuran aquades sebanyak 22,8 mL dengan 2,12 mL TiCl_3 yang diaduk dengan magnetic stirrer selama 45 menit pada suhu ruangan. Kemudian dilakukan proses elektrodposisi TiO_2 , untuk mendapatkan lapisan TiO_2 pada substrat besi yang telah dilapisi nikel dan kronium, substrat tersebut dicelupkan ke dalam larutan aquades yang telah dicampur dengan TiCl_3 yang kemudian diberikan variasi tegangan 3 V dan 4 V untuk variasi larutan TiCl_3 0,1 M sampai 1 M dicelupkan selama 1 jam. Setelah dilakukan pencelupan selama 1 jam, sampel dikarakterisasi

menggunakan SEM dan XRD. Sampel yang dikarakterisasi menggunakan SEM adalah substrat besi yang telah dilapisi nikel dan kronium sebagai pembanding dan sampel dengan konsentrasi TiCl_3 0,1 M, 0,3 M, 0,4 M, 0,5 M serta 0,8 M.

(Fu dan Diaoyi, 2008) menyatakan pembuatan permukaan lapisan hidrofobik dapat dilakukan dengan metode kombinasi *roughening* dan etsa kimia pada substrat alumunium paduan. Bahan yang digunakan alumunium foil (atau lebih sering dikenal 8011 Al dalam bahan rekayasa) dengan komposisi bahan kimia Si 0,5 – 0,9% , Fe 1,2 , 2,0 % , Cu 0,1% , Mn 0,05 % , bahan pengotor lainnya 0,15% dan elemen sisa Al , yang digunakan sebagai substrat. Metallographic kertas abrasif, asam nitrat (HNO_3 65%) tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), decyltriethoxysilane, hexamethylenetetramine, aseton, dan air ultra murni. material alumunium digiling dengan kertas abrasif yang bertujuan untuk menambah kekerasan yang kemudian dibersihkan menggunakan alat ultrasonic cleaner dengan air aseton masing-masing selama 15 menit yang bertujuan untuk menghilangkan puing-puing grinding pada permukaan dan kemudian dibilas menggunakan air ultra murni.

Kemudian etching dilakukan di dalam larutan air dari $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ dan HNO_3 . Dengan konsentrasi HNO_3 sebesar 2, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30% dan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi sebesar 0, 0,8, 2,1, 4,1, 8,2, 12,3, 16,4, 20,5 nM. Material yang telah diberikan perlakuan tadi direndam ke dalam etsa kimia dengan suhu 90°C selama 25-45 menit, kemudian dibilas menggunakan air ultra murni dan etanol.

Hidrofobitas dilakukan dengan merendam material ke dalam larutan etanol dengan konsentrasi 10 nM dan air dengan konsentrasi 40 nM selama 24 jam. Kemudian diberikan bilasan terakhir diberikan sebelum material ini dianil dengan suhu 150°C selama 5 menit. Struktur mikro dan keterbasahan dari permukaan hidrofobik dapat diamati menggunakan SEM , EDX , XPS, dan mengukur sudut kontak air terhadap permukaan hidrofobik. Morfologi dari paduan alumunium yang diberikan perlakuan dengan berbagai kondisi yang diamati pada mikroskop electron scanning (SEM) pada 20 kV dan distribusi elemen yang sesuai pada permukaan ditentukan oleh energi dispersif X-ray spektroskop (EDX). Pengukuran sudut kontak air terhadap permukaan material dilakukan menggunakan sudut kontak

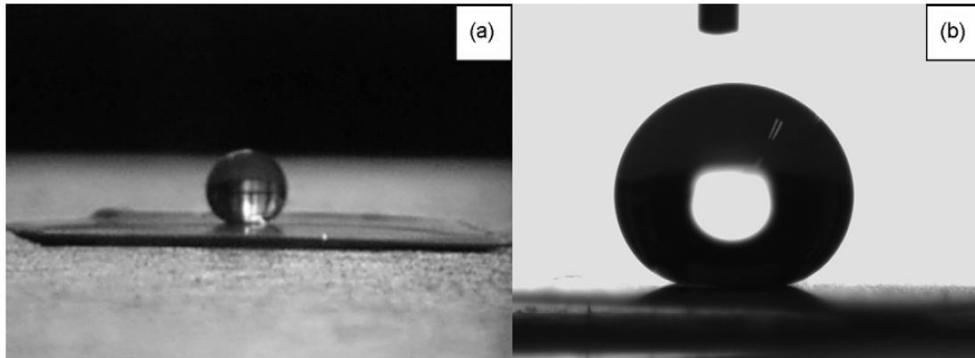
meter . Nilai rata-rata sudut kontak air diambil dari 5 titik pengukuran di tempat yang berbeda-beda di atas permukaan material hidrofobik. Data XPS diambil menggunakan monochromatic Al K α radiasi (225 W, 15 mA, 15 kV) dan electron yang berenergi rendah.

Paduan aluminium ini mempunyai sifat hidrofilik dengan sudut kontak air terhadap permukaan sekitar 82,18. Setelah dimodifikasi dengan DTS, sudut kontak air terhadap permukaan meningkat menjadi 98,68. Untuk mendapatkan sudut kontak yang besar (lebih dari 150 $^{\circ}$), kekasaran permukaan disesuaikan untuk memperkuat hidrofobitas. Pada penelitian ada 3 sampel material yang digunakan dengan 3 jenis metode yang berbeda , yaitu roughening mekanis kertas abrasif metalografi, etsa kimia dengan larutan Cu (NO $_3$) $_2$ dan HNO $_3$, dan kombinasi roughening mekanis dan etsa kimia. Pada Tabel 2.1 dapat dilihat data hasil pengukuran sudut kontak yang dilakukan. Sampel dilambangkan sesuai M1, C2 dan MC3.

Tabel 2.1 Pengukuran sudut kontak (Fu dan He, 2008)

Sudut Kontak ($^{\circ}$)	Sampel			
	Permukaan rata	M1	C2	MC3
	98.6	100.9	146.8	159.7

Hasil yang didapatkan dari tabel data pada gambar dapat dilihat bahwa MC3 merupakan material yang superhidrofobik dengan sudut kontak 159,7 $^{\circ}$ dan pada permukaan kasar yang diberikan perlakuan roughening sudut kontaknya meningkat jika dibandingkan dengan permukaan yang rata.



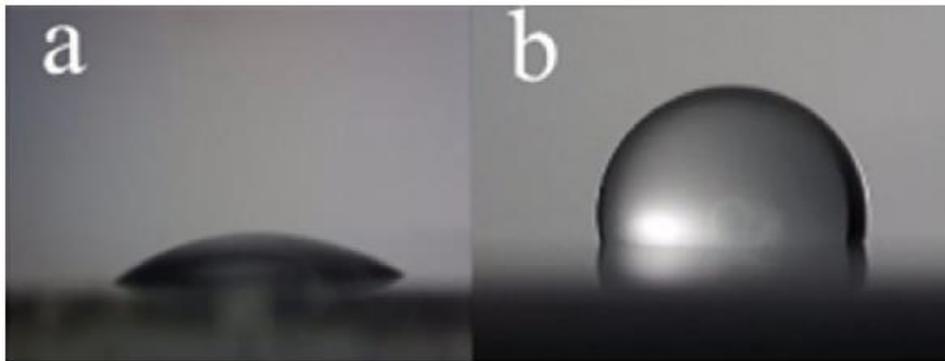
Gambar 2.2 (a) Foto sudut kontak air sebesar $159,7^\circ$ yang diambil dari jarak dekat (b) foto sudut kontak air sebesar $159,7^\circ$ yang diambil dari jarak dekat. (Fu dan He, 2008)

Dari gambar 2.2 dapat dilihat hasil dari metode roughening menghasilkan sudut kontak air paling tinggi yaitu sebesar $159,7^\circ$.

Saffari dkk (2018) membuat material hidrofobik menggunakan perlakuan anodizing tunggal. Dalam penelitian ini anodizing tunggal digunakan untuk menghasilkan struktur nano pada substrat Al. Bahan yang digunakan adalah Al (1050), air deionisasi, etanol (99%), aseton (99%), asam nitrat (65%), asam sulfat (98%), natrium hidroksida dan asam stearat. Sampel dengan ukuran 20x20 mm yang dipoles menggunakan amplas 400, 800, 1200 dan 2000 yang bertujuan untuk menghilangkan substrat asing pada permukaan, kemudian dibersihkan menggunakan ultrasonic cleaner dengan aseton selama 10 menit, dan dibilas dengan air deionisasi.

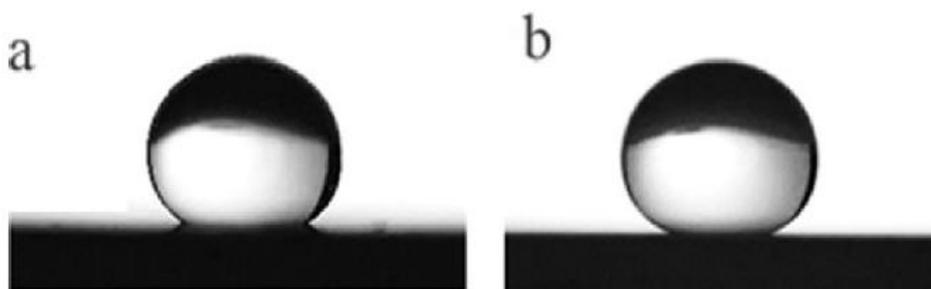
Substrat kemudian dicelupkan ke dalam 25 g/L natrium hidroksida selama 2 menit di 60°C untuk menghilangkan oksida sisa. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam asam nitrat 15% selama 1 menit untuk menetralkan alkali dan kemudian dibilas dengan air deionisasi. Struktur mikro-nano yang dibuat dengan menggunakan oksidasi anodik. Anoda dan katoda berada Al (1050) dan elektrolit diaduk menggunakan pengaduk magnetik dengan suhu elektrolit $15\text{-}20^\circ\text{C}$ menggunakan temperatur air konstan. Proses anodizing disini sangat penting untuk mengurangi energi permukaan sampel, setelah dibilas dengan air deionisasi langsung dicelupkan ke dalam cairan asam stearat dan etanol selama 36 jam kemudian sampel dibilas menggunakan air deionisasi dengan suhu 50°C selama 30

menit. Morfologi permukaan sampel dianalisis menggunakan SEM di 5,00 kV. Juga di fraksi sinar X (XRD) analisis sampel dilakukan dengan menggunakan X-Ray Diffractometer (XRD). Perhitungan sudut kontak menggunakan contact angle meter pada permukaan sampel.

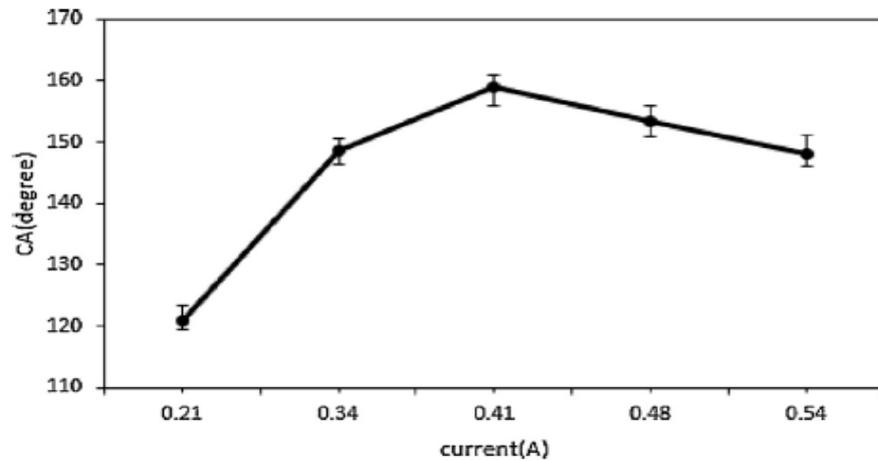


Gambar 2.3 (a) permukaan aluminium tanpa diberikan perlakuan anodizing dan hidrofobik. (b) permukaan yang diberikan perlakuan hidrofobik dan tanpa dilakukan anodizing. (Saffari dkk, 2018)

Seperti pada gambar 2.3 (a) didapat hasil sudut kontak air terhadap aluminium yang tidak diberi perlakuan hidrofobik dan anodizing, memiliki sifat hidrofilik karena sudut kontak air terhadap permukaan kurang dari 90° sedangkan pada gambar (b) dapat dilihat sudut kontak mulai meningkat cukup signifikan karena proses dari hidrofobik. Jika dibandingkan dengan permukaan yang tidak diberikan perlakuan hidrofobik dan perlakuan anodizing, permukaan yang diberi perlakuan hidrofobik ini memiliki sifat hidrofobik karena memiliki sudut kontak 90° .



Gambar 2.4 permukaan aluminium yang telah di anodizing dengan arus (a) 0,34 A (b) 0,41 A (dengan waktu 90 menit , electrolit asam sulfat 15 wt%) (Saffari dkk, 2018)



Gambar 2.5 grafik pengaruh variasi arus anodizing terhadap sudut kontak air (Saffari dkk, 2018)

Pengaruh anodizing dengan waktu anodizing yang konstan yaitu 90 menit dengan variasi arus yang digunakan yaitu 0,21 , 0,34 , 0,41 , 0,48 dan 0,54 A seperti ditunjukkan pada gambar 2.7, bisa dilihat bahwa meningkatkan arus listrik dapat meningkatkan sudut kontak. Namun, hasilnya menunjukkan bahwa arus lebih besar daripada 0,41 A sudut kontak air tidak meningkat secara signifikan. Bentuk tetesan untuk dua $I = 0.48$ A dan $I = 0,34$ A ditunjukkan dalam gambar 2.8. Sebenarnya perilaku ini dapat ditafsirkan bahwa model disajikan untuk menjelaskan peran kekasaran pada sudut kontak air.

Setiantoro (2018) membuat lapisan hidrofobik pada aluminium dengan cara merendam sampel pada larutan kimia yang mengandung 50% etanol , 50% air deionisasi dan 2,6% asam stearat dengan variasi waktu 5 jam , 10 jam , 15 jam , dan 20 jam dengan suhu larutan 60°C . Sebelum dilakukan perendaman pada larutan kimia, material uji dibersihkan permukaannya melalui proses pengamplasan, selanjutnya proses pembersihan dengan menggunakan ultrasonic cleaner dengan menggunakan larutan aseton dan air deionisasi. Setelah dilakukan proses pembersihan pada material uji, selanjutnya material uji direndam di dalam air mendidih selama 5 menit. Kemudian material uji direndam di dalam larutan yang mengandung etanol, air deionisasi dan asam stearat pada suhu 60°C dengan variasi waktu 5 jam 10 jam 15 jam dan 20 jam. Setelah selesai proses perendaman material

uji dibersihkan dengan menggunakan etanol dan air deionisasi agar kotoran yang ada di material uji tidak menempel dan terbersihkan. Hasil uji wettability didapatkan sudut kontak sebesar 133° pada material dengan variasi waktu perendaman selama 20 jam.

Pembentukan lapisan hidrofobik ini dipengaruhi oleh lama waktu perendaman yang dilakukan. Semakin lama waktu perendaman semakin bagus lapisan hidrofobik yang dihasilkan. Pada pengujian SEM didapatkan material uji memiliki sifat hidrofobik, pada lapisan hidrofobik tersebut terlihat seperti daun lotus, pada pengujian optik menunjukkan bahwa ketebalan lapisan hidrofobik pada material uji dengan waktu perendaman kimia selama 20 jam sangatlah terlihat yaitu sebesar $60.29 \mu\text{m} - 177.94 \mu\text{m}$.

Selain itu dilakukan pengujian kekasaran pada permukaan hidrofobik dengan variasi waktu 5 jam, 10 jam, 15 jam, dan 20 jam. Dari tabel kekasaran dapat dilihat kekerasan alumunium hidrofobik berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh morfologi pengamplasan pada alumunium dan proses perendaman di larutan kimia. Tabel 2.2 ketebalan dan lebar pori rata-rata logam alumunium hasil anodizing.

Wisnu (2014)

Beda Potensial	Ketebalan Pori Rata-rata	Lebar Pori Rata-rata
15 V	$8,07 \mu\text{m}$	$8,05 \mu\text{m}$
20 V	$12,51 \mu\text{m}$	$12,45 \mu\text{m}$
25 V	$18,33 \mu\text{m}$	$19,52 \mu\text{m}$

Data Tabel 2.2 menunjukkan bahwa peningkatan beda potensial yang diberikan pada waktu kontak yang sama menyebabkan pembentukan oksida alumunium meningkat. Hal ini disebabkan oleh proses oksidasi yang terjadi pada anoda dan reduksi pada katoda meningkat seiring dengan peningkatan beda potensial yang diberikan. Perlakuan anodizing pada beda potensial 15 V memberikan hasil ketebalan rata-rata pori yaitu $8,07 \mu\text{m}$ dengan lebar pori rata-rata yang terbentuk yaitu $8,05 \mu\text{m}$ (Ketut,2014).

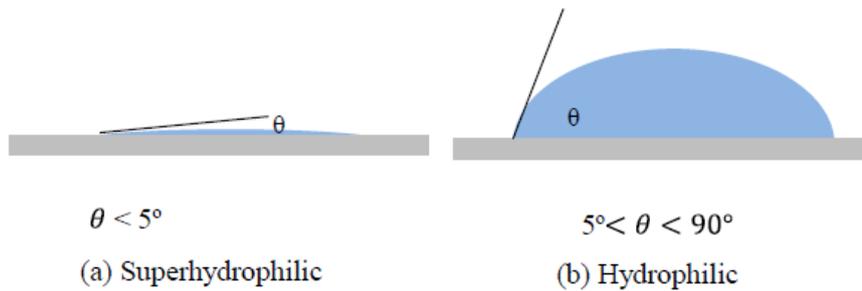
Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan atau perubahan struktur yang terjadi pada material uji setelah diberikan perlakuan perendaman dalam larutan kimia. Dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa material uji yang paling keras adalah material uji yang diberi perlakuan perendaman dalam larutan kimia selama 10 jam, sedangkan nilai kekerasan yang paling rendah adalah material uji yang diberi perlakuan perendaman selama 20 jam. Pada material uji yang hanya direndam di dalam air mendidih selama 5 menit terlihat tidak terjadi perubahan kekerasan pada material. Hal ini disebabkan karena material uji belum diberikan perlakuan perendaman dalam larutan kimia. Sedangkan pada material uji yang diberikan perlakuan perendaman dalam larutan kimia mengalami perubahan struktur kekerasan. Hal ini dikarenakan dengan suhu pemanasan 60°C maka larutan kimia alkohol, air deionisasi dan asam stearat mampu membentuk lapisan hidrofobik ke material.

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada penelitian ini saya menggunakan perlakuan anodizing terhadap benda kerja dengan tujuan untuk membuat permukaan lebih rata dengan harapan lapisan hidrofobik menempel dengan merata pada permukaan alumunium.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Hidrofobisitas

Secara umum keterbasahan dibagi menjadi dua yaitu hidrofobik dan hidrofilik. Pada permukaan yang memiliki sifat hidrofilik adalah ketika ditetesi air pada permukaannya maka air secara langsung akan membasahi permukaan sedangkan pada permukaan yang memiliki sifat hidrofobik air tidak akan membasahi permukaan. Hidrofobisitas suatu material dapat dilihat dari sudut kontak air terhadap permukaan material (Wenten dkk, 2015). Tahapan proses yang dilakukan dalam sudut kontak superhidrofilik dan hidrofobik pada Gambar 2.6 sebagai berikut :

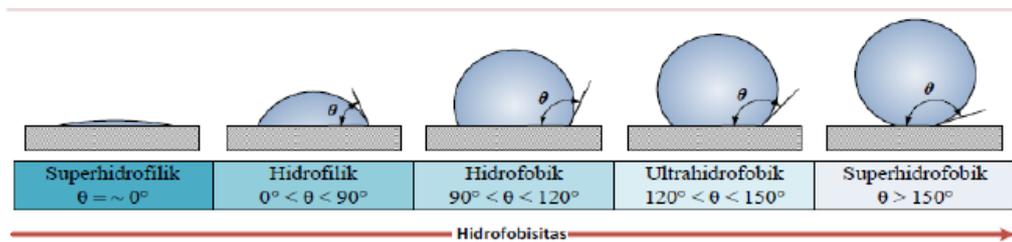


Gambar 2.6 Sudut Kontak Superhidrofilik dan hidrofobik (Joko, 2017)

Dari Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa sudut kontak (a) superhidrofilik $< 5^\circ$ (b) hidrofilik $< 90^\circ$ dipengaruhi oleh tingkat keterbasahan suatu permukaan material.

2.2.2 Sudut Kontak

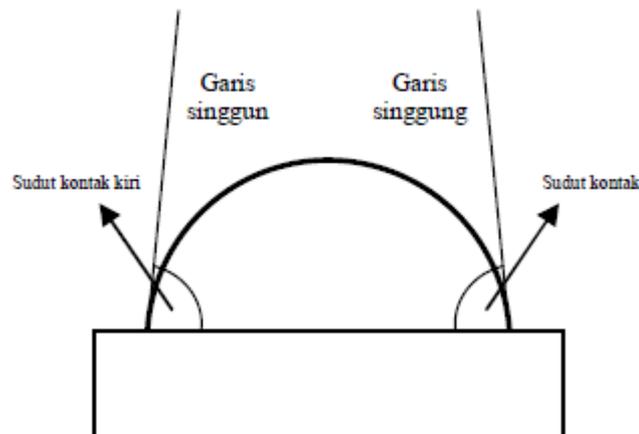
Sudut kontak adalah sudut yang terbentuk dari sebuah garis permukaan benda uji terhadap suatu garis dasar kontak tetesan air dengan benda uji.



Gambar 2.7 sudut kontak air (Wenten dkk, 2015)

Dari Gambar 2.7 dapat dilihat bahwa keterbasahan dipengaruhi oleh kekasaran suatu permukaan dan keterbasahan pada permukaan dapat diukur dengan sudut kontak air yang berada di atas permukaan material. Cara menghitung sudut kontak suatu permukaan dapat digunakan persamaan (2.1).

$$\text{Sudut Kontak} = \frac{\text{Sudut kontak kiri} + \text{Sudut Kontak Kanan}}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.8 Perhitungan Sudut kontak (Nurhening dan Afandi, 2012)

2.2.3 Alumunium

Alumunium merupakan material yang digunakan secara luas di dunia industri karena alumunium memiliki beberapa keuntungan yaitu alumunium merupakan logam ringan, konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Alumunium juga memiliki sifat mampu cor dan mampu mesin serta tahan terhadap korosi

Nugroho (2015) Sebelum diberikan perlakuan perendaman dalam larutan kimia, alumunium diampelas terlebih dahulu yang bertujuan untuk meningkatkan hidrofobisitas dari material. Semakin kasar suatu permukaan maka akan semakin seimbang tetesan air yang ada di permukaan. Karena keseimbangan dari air di permukaan ini yang membuat tetesan air terlihat seperti butiran dan dapat tergelincir tanpa membasahi permukaan.

2.2.4 Asam Stearat

Asam stearat adalah lemak jenuh yang diperoleh dari lemak hewan dan minyak goreng. Bentuknya padat berupa butiran-butiran pada suhu ruang dengan rumus kimia $CH_3(CH_2)_{16}COOH$. Tidak terdapat ikatan rangkap pada asam stearat. Asam stearat tahan terhadap oksidasi memiliki titik didih $361^{\circ}C$ dan titik lebur $69,9^{\circ}C$.

2.2.5 Etanol

Etanol merupakan senyawa hidrokarbon bergugus hidroksil (-OH) dengan dua atom carbon (C). Jenis alkohol yang digunakan adalah metil alcohol (methanol) dengan rumus kimia CH_3CH_2OH , etil alcohol (ethanol) dengan rumus kimia $CH_3CH_2CH_2OH$ dan isopropil alcohol dengan rumus kimia $CH_3CH(OH)CH_3$. Etanol

memiliki sifat tidak berwarna, volatile dan dapat bercampur dengan air. Ada dua jenis alkohol menurut Rama (2008), etanol sintetik dan bioethanol. Dimana alkohol sintetik merupakan alkohol yang sering disebut metil alcohol atau methanol terbuat dari etilen, salah satu derivat minyak murni atau batu bara. Sedangkan bioethanol merupakan hasil rekayasa biomassa (tanaman) melalui proses biologi.

Tabel 2.3 Tabel sifat etanol (Kirk dan Othmer 1951)

Ketrangan	Nilai
Titik didih Normal °C, 1 atm	+78,32
Suhu Kritis, °C	243.1
Tekanan Kritis, Kpa	6383,48
Volume Kritis, L/mol	0.167
Densitas, d_4^{20} , g/ml	0,7893
Viskositas pada 20°C, mpa.s (=cP)	1.17
Kelarutan dalam air pada 20°C	Saling larut
Autoignition temperature	793.0
Titik Nyala °C	14

2.2.6 Aseton

Aseton adalah propanon, dimetil keton, 2-propanon, propan-2 on, dimetilformaldehida, dan β -ketopropana yaitu senyawa yang berbentuk cairan tidak berwarna dan mudah terbakar.

Karakter aseton :

1. Rumus molekul : CH_3COCH_3
2. Berat molekul : 50,1 kg/mol
3. Melting point : - 94,6 oC
4. Spesifik gravity : 0,7863 (25 oC)

Aseton dapat digunakan untuk mengaktifkan karbon arang dari batok kelapa. Selain itu aseton juga baik digunakan untuk melarutkan berbagai macam plastic dan serat sintetis, membersihkan peralatan kaca gelas, dan mengencerkan resin kaca serat, membersihkan peralatan kaca gelas, dan melarutkan resin epoksi dan lem super sebelum mengeras. Aseton dapat melarutkan berbagai macam plastik dan serat sintetis (Maulida and Zulkarnaen ,2010).

Terdapat beberapa sifat yang dimiliki oleh aluminium diantaranya :

a) Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor)

Konduktifitas listrik dari aluminium dua kali lebih besar dari pada tembaga dengan perbandingan berat yang sama. Sehingga cocok apabila digunakan dalam kabel transmisi listrik. Sedangkan konduktifitas panas dari aluminium tiga kali lebih besar dari besi, sehingga aplikasinya banyak digunakan pada alat penukar kalor, radiator mobil dan sebagainya.

b) Mudah difabrikasi

Aluminium merupakan salah satu logam yang mudah dibentuk dan mudah dalam fabrikasi ekstrusi, bending, rolling, casting, forging, drawing dan machining. Struktur kristal aluminium ialah struktur kristal FCC (Face Centerd Cubic), sehingga aluminium memiliki keuletan meskipun pada temperature yang sangat rendah. Bahkan aluminium mudah untuk dibentuk menjadi bentuk yang kompleks dan tipis, lembaran aluminium foil, gording dan lain sebagainya.

c) Ringan

Aluminium memiliki sifat yang ringan, lebih ringan dari pada magnesium dengan densitas sekitar $\frac{1}{3}$ dari densitas besi. Kekuatan dari paduan aluminium dapat mendekati dari kekuatan baja karbon dengan kekuatan tarik 700 Mpa (100 Ksi). Kombinasi ringan dengan kekuatan yang cukup baik membuat aluminium sering digunakan pada alat-alat konstruksi, pesawat terbang, kendaraan bermotor.