

# Pengaruh Variasi Massa SiO<sub>2</sub> Terhadap Sudut Kontak dan Transparansi Pada Lapisan *Hydrophobic*

Aprilya Hartinah Wardani, Mochammad Zainuri

Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*e-mail:* zainuri@physics.its.ac.id

**Abstrak**—Pelapisan kaca dengan menggunakan prekursor pasir alam silika telah berhasil dibuat sebagai pengisi pada lapisan hidrofobik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi massa SiO<sub>2</sub> terhadap sudut kontak dan transparansi yang dihasilkan. Pasir silika telah dimurnikan dan disintesis dengan TEOS dengan variasi 1 gram, 2 gram, 3 gram, dan 4 gram menggunakan metode sol-gel pada temperatur rendah. Pelapisan bahan dilakukan dua kali menggunakan metode *dip-coating* manual dan *solvothermal* dengan campuran HMDS dan *n-hexane*. Hasil sintesis ini kemudian dilakukan pengujian XRF yang menghasilkan konsentrasi kemurnian silika 90,9%, dilakukan uji XRD yang menghasilkan fasa *quartz* dan *amorphus*, uji PSA menghasilkan ukuran partikel 1000nm dan 550.5nm, uji FTIR didapatkan gugus fungsi siloksan dan gugus milik HMDS, uji UV-Vis menghasilkan peningkatan transparansi pada panjang gelombang 200-300nm, uji WCA didapatkan sudut kontak terbesar pada variasi massa 4gram yaitu sebesar 98° dan sudut kontak terkecil pada variasi massa 3 gram yaitu sebesar 93°. Serta dilakukan uji SEM didapatkan hasil morfologi dengan hierarki struktur telah berhasil dibuat.

**Kata Kunci**—Lapisan *Hydrophobic*, Silika, Sudut Kontak, TEOS.

## I. PENDAHULUAN

DI alam, tumbuhan daun talas merupakan salah satu tumbuhan dengan daun yang memiliki struktur unik. Daun ini dapat menahan tetesan air yang jatuh pada permukaannya. Kemampuan ini dinamakan *hydrophobic*. Saat air jatuh mengenai permukaan daun talas, butiran air tersebut akan menggelinding dan mengangkat kotoran yang menempel. Oleh karena itu, daun talas mampu membersihkan dirinya dengan sendirinya. Pengamatan perilaku pada daun talas ini menjadikan dasar untuk membuat suatu material modifikasi lapisan *hydrophobic* sebagaimana prinsip dari daun talas. Bahan material dasar yang digunakan dalam pembuatan lapisan *hydrophobic* adalah pasir silika. Pasir silika ini banyak ditemukan di pantai daerah Jawa Timur, sehingga dalam pemanfaatannya untuk penelitian ini sangatlah efisien karna murah dan mudah didapat. Selain itu silika merupakan salah satu bahan material yang memiliki ikatan yang kuat, stabilitas termal yang tinggi, sehingga ikatannya tidak mudah lepas dan berubah. Selain itu penambahan silika itu sendiri dapat memodifikasi permukaan sehingga akan dapat meningkatkan sifat hidrofobisitas [1].

Sifat hidrofobisitas ini dapat ditentukan dari besarnya sudut kontak antara air dengan permukaan. Apabila sudut kontak

lebih dari 90° maka permukaan material tersebut dikatakan *hydrophobic*, dan apabila sudut kontak lebih dari 150° maka permukaan material tersebut disebut sebagai *super hydrophobic* [2].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh [3] pembuatan lapisan *hydrophobic* menggunakan pasir silika yang dikombinasikan dengan PDMS dengan pelapisan menggunakan metode *spray gun* menghasilkan sudut kontak tertinggi sebesar 126.4° yang mengindikasikan bahwa lapisan tersebut *hydrophobic*. Selain itu, menurut [4] fasa pasir silika yang digunakan pada lapisan *hydrophobic* dengan fasa *amorphus* memiliki sifat hidrofobisitas yang lebih tinggi yaitu dengan sudut kontak 148,24° daripada fasa yang lain yang hanya menghasilkan sudut kontak 122,07° pada fasa *crystalite* dan 142,41° pada fasa *quartz*.

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, akan tetapi keberadaannya tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun kimia. Silika yang disintesis dari pasir pantai secara fisik dapat dibedakan dari warna pasir tersebut. Misalnya adalah apabila pasir tersebut berwarna hitam pekat maka pasir tersebut memiliki kandungan material seperti besi oksida. Sedangkan pasir dengan warna putih memiliki kecenderungan kandungan material berupa kuarsa. Pasir yang mengandung kuarsa (silika) cenderung berwarna putih bening atau warna lainnya bergantung kepada senyawa pengotornya serta memiliki kandungan yang dominan seperti silika dan beberapa pengotor lain seperti CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O. Silika memiliki beberapa bentuk kristal yang berbeda selain bentuk *amorf*. Tiga bentuk fasa kristal *poliarmofi* silika yang paling dominan adalah bentuk *quartz*, *tridymite*, dan *crystalite*. Penyusunan atom pada silika amorf terjadi secara acak dan dengan derajat keteraturan yang rendah [5].

*Tetraethylorthosilicate* (TEOS) merupakan bahan yang umumnya menggunakan logam alkoksida untuk mempermudah kondisi pada reaksi *sol-gel*. TEOS merupakan bahan utama dalam pembuatan nanopartikel silika, yang dalam sintesis akan dikontrol reaksi hidrolisis dan kondensasinya dengan proses *Stober* dimana penelitian *Stober* menggunakan alkohol atau air untuk mengontrol hidrolisis dan kondensasi dari TEOS. Reaksi hidrolisis dan kondensasi dari TEOS dikatalis menggunakan amonia [6].

Dalam preparasi nanopartikel silika, kecepatan dan tingkat hidrolisis TEOS sangat dipengaruhi oleh kondisi reaksi,

sehingga perlu adanya penambahan surfaktan *cationic* untuk mengontrol ukuran partikel silika pada skala nano [7]. Konsentrasi prekursor (TEOS) sangat berpengaruh terhadap ukuran partikel dari silika. Ukuran partikel meningkat seiring kenaikan konsentrasi TEOS dimana konsentrasi amonia dan air adalah konstan [8].

Oleh karena itu, berdasarkan pada informasi tersebut, pada penelitian ini akan digunakan modifikasi pembuatan lapisan *hydrophobic* menggunakan pasir silika yang dicampur dengan TEOS sebagai bahan pengisinya. Dan material HMDS digunakan untuk menurunkan energi permukaan pada lapisan sehingga dapat meningkatkan sifat hidrofobitasnya. HMDS ini sebagai pengikatnya, serta pelapisan bahan menggunakan metode *dip-coating* untuk mengetahui seberapa besar kemampuan hidrofobitas yang dihasilkan.

## II. METODE

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kaca ukuran 2,4x2,4x1cm, gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, timbangan digital, magnet permanen *neodium*, ayakan 145 mesh, ayakan 250 mesh, ayakan 400 mesh, spatula kaca, spatula aluminium, kertas saring halus, mortar, corong kaca, corong plastik, *tissue*, gunting, PH *universal*, *ball milling*, bola zirkon silinder 48 buah, cawan keramik, pengaduk magnetik (*hot plate*) dan *magnetic stirrer*, dan *presto cooker*.

Bahan-bahan yang digunakan adalah pasir silika Bancar-Tuban, *Tetraetoxysilane* (TEOS 98%), *ethanol*, *n-hexane*, 1-1-1,3-3-3-*Hexamethyldisilazane* (HMDS), larutan HCl 37%, NaOH, alkohol 70% serta *aquades*.

Kemudian dilakukan beberapa pengujian antara lain *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *X-Ray Florescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Particle Size Analyzer* (PSA), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), UV-Vis, kamera DSLR Canon EOS 650D, kaca ITO, *Water Contact Angle* (WCA), dan *GIMP software* untuk analisis sudut kontak air.

### B. Sintesis Silika

Pasir silika yang digunakan berasal dari pantai Bancar, Tuban, Jawa Timur disiapkan sebanyak 20 gram. Pertama pasir diayak dengan ayakan 145 mesh, lalu pasir diseparasi menggunakan magnet permanen *neodium*. Kemudian itu pasir diayak menggunakan ayakan 250 mesh, dan dilakukan *wet milling* dengan alat *milling* menggunakan bola zirkon silinder sebanyak 50 buah, 19,25 gram, dan 167 ml alkohol dengan kecepatan *milling* 150rpm selama 16jam. Kemudian dikeringkan dengan *magnetic stirrer* selama 5 jam dengan temperatur 100°C. Selanjutnya serbuk tersebut di ayak dengan ayakan 400 mesh. Kemudian ke dalam HCl 2M dengan massa pasir 18 gram dan HCl sebanyak 540 ml selama 4 jam. Lalu, serbuk silika dicuci dengan *aquades* hingga pH=7, dan dikeringkan. Serbuk silika yang telah dikeringkan kemudian dilarutkan ke dalam NaOH dengan perbandingan silika dengan NaOH adalah 15 gram : 21 gram dengan temperatur 250°C selama waktu 2 jam dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*.

Selanjutnya, ditambahkan 200 ml *aquades* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Lalu disaring menggunakan kertas saring halus, larutan yang lolos melalui penyaringan tersebut merupakan larutan Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Larutan Natrium Silikat kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan dititrasi menggunakan HCl 2M hingga pH=7. Selanjutnya larutan diendapkan selama 24 jam, kemudian dicuci dengan *aquades* untuk menghilangkan garam (NaCl) yang terbentuk selama proses titrasi. Endapan kemudian disaring dan dikeringkan, lalu ditumbuk dengan mortar.

### C. Sintesis Bahan Pelapisan

Metode yang digunakan dalam sintesis bahan pelapis adalah menggunakan metode *sol-gel*. Bahan HCl 37% diencerkan dengan *aquades* hingga pH=2. Kemudian dicampurkan dengan TEOS dengan perbandingan 4.6 : 1 dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam, larutan ini menjadi asam silikat. Selanjutnya serbuk silika yang telah dimurnikan, ditimbang 1 gram, 2 gram, 3 gram, dan 4 gram. Lalu serbuk silika tersebut dicampurkan dengan 200 ml *ethanol*, dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan kemudian dimasukkan ke dalam *ultrasonoc vibrator* selama 30 menit. Larutan tersebut membentuk larutan *silika-ethanol*. Larutan *silika-ethanol* tersebut dicampur dengan asam silikat dengan perbandingan serbuk silika dengan asam silikat adalah 1 : 2, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan *ultrasonic vibrator* selama 2 jam.

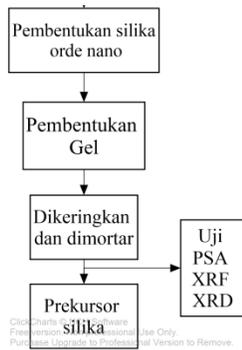
### D. Pelapisan Bahan Pada Substrat

Pada proses ini dimulai dengan preparasi bahan kaca ukuran 24mm x 24mm x 1mm. Kaca dibersihkan menggunakan *ultrasonic cleaner*, kemudian dikeringkan dengan temperatur 50°C. Setelah itu *gel* hasil sintesis sebelumnya diletakkan dikaca dengan cara pencelupan manual selama 5detik sekali. Diulangi untuk variasi massa 1gram, 2gram, 3gram, dan 4gram. Kemudian dilakukan proses curing pada temperatur 80°C selama 4 jam dan 120°C selama 6 jam. Setelah itu dicelupkan ke dalam campuran HMDS dan *n-hexane* yang melalui proses *solvothormal* selama 20menit. Selanjutnya dipanaskan selama 4 jam dengan temperatur 120°C.

### E. Diagram Alir Penelitian

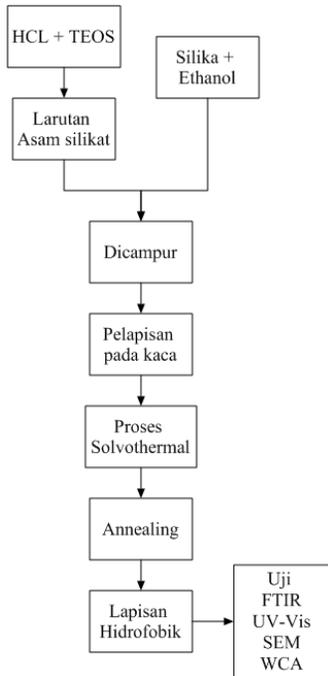
Berikut ini diberikan diagram alir pada proses sintesis silika.





Gambar 1. Diagram Alir Sintesis Silika

Ti	0,67%
V	0,02%
Cr	0,06%
Mn	0,05%
Fe	0,52%
Ni	0,02%
Cu	0,09%
Zr	5,30%
Yb	0,05%



Gambar 2. Diagram Alir Pelapisan Bahan *Hydrophobic*

III. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sintesis Silika

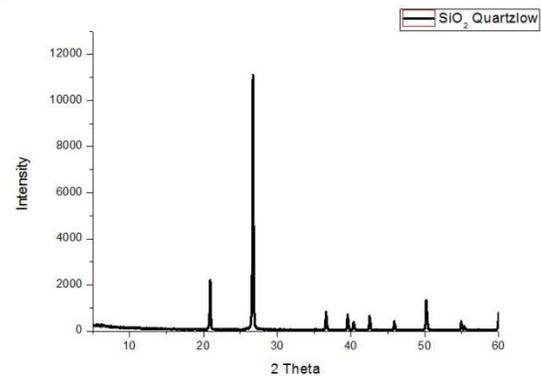
Berdasarkan sintesis silika yang telah dilakukan, dilakukan uji Particle Size Analyzer dan didapatkan ukuran partikel setelah dilakukan pemurnian dan pereduksian yaitu sebesar 550,5nm. Selanjutnya, untuk mengetahui kandungan unsur-unsur dan komposisi kimia dalam pasir silika setelah pemurnian, maka dilakukan pengujian dengan *X-ray Flourescence* (XRF) dan didapatkan hasilnya pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.  
Kandungan unsur hasil uji XRF

Unsur	Presentase kandungan
Si	90,90%
P	0,87%
K	0,53%
Ca	0,93%
Sc	0,01%

Pasir silika pantai Bancar secara alami banyak mengandung komposisi utama silikon (Si) sebesar 83,3% dengan komposisi pengotor lainnya dengan persentase yang paling banyak adalah Fero(Fe) dan Kalium(K). Berdasarkan tabel hasil uji XRF setelah dilakukan pemurnian, didapatkan kandungan silika yang lebih tinggi yaitu 90,9% dibandingkan dengan sebelum dilakukan pemurnian silika hanya sekitar 83,8%. Sehingga dapat dikatakan telah cukup tinggi pemurnian silika, walau masih terdapat banyak pengotor. Hal ini dikarenakan proses pemurnian yang kurang sempurna, sehingga masih terdapat bahan-bahan lain.

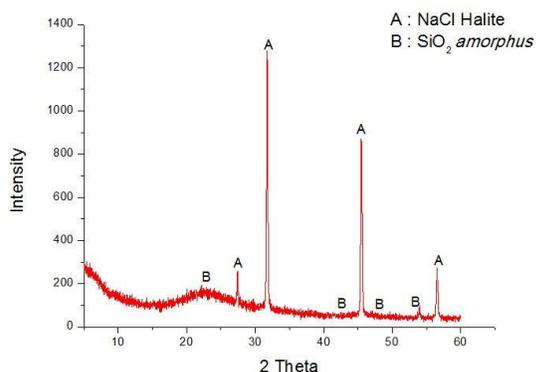
Selain itu, dilakukan uji XRD sebelum dan sesudah dilakukan proses sintesis. Berikut ini gambar hasil XRD sebelum dilakukan proses sintesis silika.



Gambar 3. Hasil Uji XRD Silika Sebelum Sintesis

Berdasarkan hasil uji XRD diatas, silika yang belum menjalani sintesis, yaitu proses pemurnian memiliki fasa *quartz low*. Hal ini dapat dilihat berdasarkan puncak-puncak yang terbentuk yang mengindikasikan bahwa sampel tersebut memiliki fasa *quartz low* dengan sistem kristal trigonal. Identifikasi ini menggunakan software *Match2!* dengan membandingkan data terukur dengan data terhitung. Puncak pertama berada pada rentang sudut 2θ yaitu 20,87°, dan puncak tertinggi berada pada rentang sudut 2θ sebesar 26.66° yang mengiindikasikan indentitas dari fasa *quartz low*. Selain itu, melalui data XRD tersebut dapat diindikasikan ukuran partikel sebelum dilakukan pemurnian. Puncak-puncak tersebut terlihat tinggi yang tidak melebar hal ini menandakan bahwa sampel sebelum dilakukan pemurnian memiliki ukuran orde skala mikro.

Berikut ini, data hasil uji XRD setelah dilakukan proses pemurnian



Gambar 4. Hasil Uji XRD Silika Setelah Sintesis

Setelah dilakukan pemurnian, puncak-puncak pada hasil XRD pertama memiliki pergeseran yang cukup tinggi. Hal ini mengindikasikan terjadinya perpindahan fasa yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dari puncak-puncak yang terbentuk berbeda dengan hasil uji XRD pertama sebelum pemurnian yang memiliki fasa *quartz low*. Berdasarkan gambar hasil XRD terlihat puncak yang melebar untuk silika itu sendiri. Hal ini diindikasikan bahwa silika setelah proses pemurnian memiliki fasa *amorphus*. Hal ini dilihat dari puncak yang landai dan lebar pada sudut puncak pertama silika  $2\theta$  sebesar  $22,11^\circ$ . Dan terlihat sudut  $2\theta$  untuk silika selanjutnya berada pada sudut  $31,71^\circ$ ;  $45,22^\circ$ ;  $49,90^\circ$ ; dan  $54,67^\circ$ . Fasa amorf pada silika yang tidak terlalu terlihat ini disebabkan oleh adanya fasa pengotor NaCl halite yang lebih dominan, sehingga terlihat banyak puncak milik pengotor NaCl. Dimana NaCl tersebut memiliki fase kristalin sehingga fasa amorphus milik silika itu sendiri bergeser dan tidak terlalu terlihat. Dimana NaCl fase halite ini terlihat pada puncak-puncak yang pertama berada pada  $2\theta$  sebesar  $27,39^\circ$ ; dan puncak tertinggi berada pada  $2\theta$  sebesar  $31,66^\circ$ . Sudut  $2\theta$  lainnya untuk NaCl berada pada,  $45,59^\circ$  dan  $56,49^\circ$ . Hal ini disebabkan pada saat pencucian gel asam silisit dengan *aquades*, tidak seluruhnya garam NaCl terbuang.

### B. Analisis Bahan Pelapisan

Metode sol-gel ini dilakukan dengan pencampuran HCl dan TEOS dengan silika-ethanol. Pencampuran HCl dan TEOS ini menghasilkan asam silikat. Dengan HCl sebagai katalis untuk mempercepat laju reaksi. Penambahan katalis berkaitan dengan ukuran partikel, semakin tinggi konsentrasi dari katalis, maka ukuran partikel akan semakin besar. Keempat bahan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirer agar tercampur secara sempurna. Setelah itu dimasukkan ke dalam ultrasonic vibrator selama 2 jam untuk menghilangkan mineral-mineral yang tidak dibutuhkan. Proses pembentukan sol menuju gel ini terjadi pada proses kondensasi. Pembentukan alcogel diperoleh dari proses pematangan (*aging*) selama kurang lebih 24jam. *Alcogel* (gel basah) terdapat jaringan  $\text{SiO}_2$  yang dikelilingi oleh pori-pori yang berisi *ethanol* dan  $\text{H}_2\text{O}$  [9].

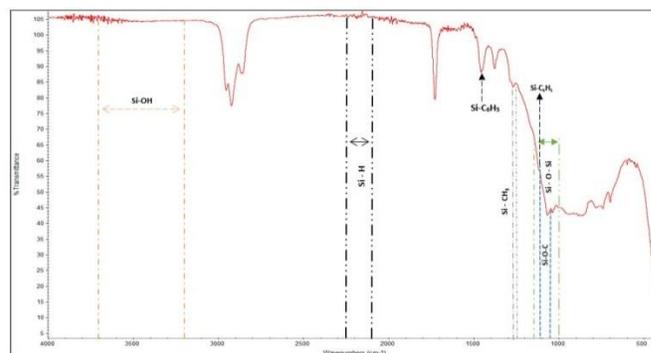
Disamping itu, sebelum dilakukan proses pelapisan bahan, kaca dibersihkan terlebih dahulu menggunakan *ultrasonic cleaner* untuk menghilangkan debu-debu dan kotoran halus yang menempel. Setelah itu dikeringkan, dan dilakukan pencelupan pertama secara manual pada larutan *alcogel* yang telah dibuat sebelumnya. Dengan cara proses pencelupan yang berlangsung selama 5 detik.

Kemudian dilakukan proses pencelupan kedua ini dilakukan dengan tujuan untuk HMDS ini sebagai *silylating agent*. Penambahan HMDS ini berfungsi untuk memodifikasi permukaan dimana atom H pada gugus Si-OH digantikan oleh alkil menjadi gugus Si-R yang mencegah adsorpsi air, sehingga menghasilkan material yang bersifat hidrofobik [10].

Proses pencelupan yang kedua ini menggunakan metode *solvothermal*. Dimana pada metode ini menggunakan temperatur dan pressure yang tinggi. Dalam penelitian ini menggunakan presto cooker yang dimodifikasi seperti *autoclave*. Kaca yang telah dilapisi pada pelapisan pertama dilapiskan lagi dengan lapisan kedua dengan dimasukkan ke dalam *presto cooker* yang berisi larutan HMDS. Kemudian, dipanaskan dalam kompor hingga larutan HMDS menguap dan habis. Hal ini menunjukkan bahwa kaca yang berada di dalamnya telah berhasil dilapiskan.

### C. Karakterisasi Uji FTIR

Karakterisasi FTIR dilakukan pada rentang gelombang 400-5000 $\text{cm}^{-1}$ . Berikut ini, hasil spektrum FTIR silika *coating* dengan massa 1gram



Gambar 5. Spektrum FTIR silika dengan massa 1 gram

Berdasarkan hasil spektrum inframerah FTIR silika dengan massa 1gram, terdapat beberapa ikatan yang terbentuk. Dari analisis FTIR terlihat distribusi gugus molekuler pembentuk lapisan hidrofobik silika, yang berasal dari pasir silika murni ( $\text{SiO}_2$ ), silika yang berasal dari campuran TEOS, dan pengikat HMDS yang memiliki fase yang terpisah-pisah. Pada spektrum panjang gelombang  $1068 \text{ cm}^{-1}$  untuk gugus fungsi Si-O-C didapatkan dari sintesis silika dengan campuran TEOS. Pada gugus fungsi siloksan Si-O-Si berada pada panjang gelombang  $1033,2 \text{ cm}^{-1}$  didapatkan dari pasir silika yang telah mengalami proses pemurnian. Untuk gugus fungsi Si-C $_6$ H $_5$  dan Si-CH $_3$  serta, ikatan gugus silanol Si-OH yang ditemukan pada panjang gelombang  $1430 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1279 \text{ cm}^{-1}$  serta  $3233 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan yang didapatkan dari sintesis silika dan TEOS. Pada bilangan gelombang  $1360 \text{ cm}^{-1}$  ditemukan ikatan C-N yang dimiliki oleh pengikat *silylating*

agent HMDS. Hal ini dapat dilihat pada rentang karakteristik bilangan gelombang ikatan silika yang berasal dari referensi berikut ini

Tabel 2  
Karakteristik Bilangan Gelombang Ikatan Silika<sup>[18]</sup>

Wavenumber (cm-1)	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /TEO S	HMD S	Assignment
1110-1050	-	1068,07	-	Si-O-C Stretching
1130-1000	1033, 25	-	-	Si-O-Si Asymmetric Stretching
1430, 1110	-	1430	-	Si-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Stretching
1280-1250	-	1279	-	Si-CH <sub>3</sub> Simetric bending
2250-2100	-	2197	-	Si-H Stretching
3200-3700	-	3233	-	Si-OH Stretching
1360	-	-	1360	C-N Stretching

Berdasarkan analisis yang dilakukan terlihat elemen-elemen pembentuk lapisan hidrofobik, tidak terjadi reaksi persenyawaan secara keseluruhan, tetapi masing-masing tetap ada pada fase pembentuk awal, yaitu silika dan HMDS. Sehingga dapat dikategorikan sebagai pelapisan lapisan hidrofobik. Material komposit tersebut terdiri dari HMDS sebagai material matriknya dan silika dari TEOS dan pasir alam yang telah dimurnikan sebagai pengisinya.

#### D. Karakterisasi Uji UV-Vis

Pada pengujian UV-Vis pada penelitian ini menggunakan alat *Genesys IOS UV-VIS Spectrophotometer* dengan rentang panjang gelombang 200nm-300nm. Pada penelitian ini, sampel yang berhasil diujikan berjumlah 2 sampel, yaitu pada massa 1 gram dan 2 gram. Sedangkan untuk variasi massa 3 gram dan 4 gram tidak dapat diuji karena tingkat larutan yang terlalu pekat dan keruh. Hal ini dikarenakan konsentrasi massa yang digunakan lebih banyak sedangkan pelarut ethanol dianggap tetap volumenya, sehingga mengakibatkan warna larutan menjadi keruh dan menggumpal. Pada pengujian dengan variasi konsentrasi massa 2 gram dilakukan pengenceran terlebih dahulu dengan ethanol sebanyak 10mL. Hubungan antara panjang gelombang terhadap transmittance pada variasi konsentrasi massa 1gram dan 2gram diberikan gambar grafik sebagai berikut.

Berdasarkan hasil dari pengamatan UV-Vis pada variasi konsentrasi massa 1 gram dan 2 gram terlihat bahwa pada daerah cahaya menuju ke visible light (<400nm) tampak transmittansi cenderung meningkat dibandingkan dengan daerah UV. Tetapi saat diuji dengan panjang gelombang <300nm alat mengindikasikan bahwa tingkat transmittansi berada diluar jangkauan. Sehingga pengujian tidak dapat dilakukan lagi untuk panjang gelombang diatas 300nm. Selain itu, tingkat transparansi yang dihasilkan ini juga bergantung pada kuvet yang digunakan. Kuvet yang digunakan dalam pengujian ini sedikit buram, sehingga mempengaruhi dispersi sumber panjang gelombang yang mengenai kuvet tersebut.

Berdasarkan grafik gambar 6 dapat terlihat pada variasi massa 1 gram memiliki nilai presentase transmittansi yang tertinggi pada panjang gelombang 300nm yaitu sebesar 69.7%

dan pada variasi konsentrasi massa 2 gram memiliki nilai presentase transmittansi yang tertinggi pada panjang gelombang 300nm sebesar 115,8%.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji *Transmittance* UV-Vis

Tingkat transmittansi yang lebih besar pada variasi massa 2 gram ini dikarenakan jenis pengisi silika yang digunakan memiliki jenis yang sama dengan material substrat kaca yang digunakan sebagai media pelapisan. Substrat kaca yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan silika sebagai bahan utama pembuatannya, sehingga semakin tinggi konsentrasi massa yang ditambahkan justru akan membuat kaca terlihat seakan-akan transparan. Berikut ini, diberikan jenis material yang digunakan dalam proses pembuatan substrat kaca.

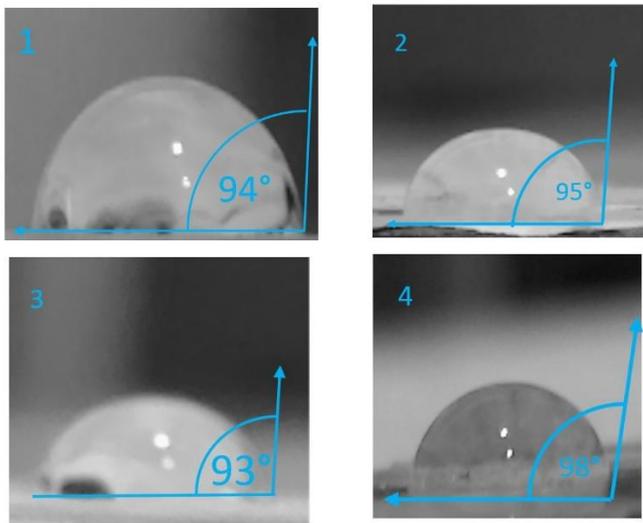
Tabel 3.  
Komposisi material pembuatan kaca<sup>[9]</sup>

Unsur	Serbuk kaca
SiO <sub>2</sub>	61,72%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,45%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18%
CaO	2,59%

#### E. Karakterisasi Uji WCA

Penangkapan gambar ini menggunakan camera HP ASUS dengan kekuatan lensa 12MP dan pengukuran sudut kontak yang terbentuk menggunakan software GIMP. Pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh perubahan konsentrasi massa silika pasir terhadap elemen pepadu lain yang konstan. Menurut [9] sudut kontak media kaca biasa yang belum dilapisi dengan pengisi silika memiliki sudut kontak sebesar 79,18. Hal ini mengindikasikan bahwa media kaca yang tidak dilapisi oleh lapisan dengan pengisi material tertentu bersifat sebagai hidrofilik. Secara teori, lapisan dikatakan hidrofobik apabila memiliki sudut kontak yang terbentuk antara lapisan permukaan dengan cairan <90°, apabila sudut kontak yang terbentuk dibawah 90° maka lapisan tersebut dapat dikatakan hidrofilik atau tidak suka air. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi lapisan permukaan sebagai bahan pelapis hidrofobik. Pada penelitian ini, digunakan variasi konsentrasi massa pengisi pasir silika sebanyak 1 gram, 2 gram, dan 3 gram. Penggunaan pengisi silika yang bervariasi ini

diharapkan mampu meningkatkan kekasaran permukaan lapisan yang mengakibatkan peningkatan sifat hidrofobisitas. Proses pengujian dilakukan dengan cara meneteskan air diatas media kaca yang kemudian difoto dengan camera, dan diukur sudut kontakannya. Berikut ini, hasil pengujian dan pengukuran sudut kontak yang terbentuk antara air dengan lapisan permukaan.



Gambar 7. Sudut Kontak Tetesan Air dengan Lapisan Permukaan(1) 1 gram, (2) 2 gram, (3) 3 gram, dan (4) 4 gram.

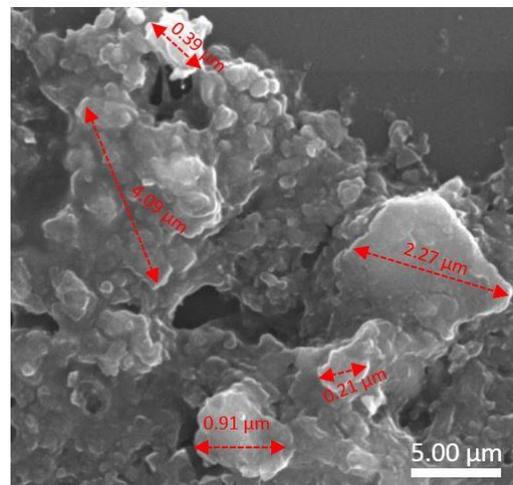
Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran sudut kontak antara air dan permukaan lapisan, terlihat bahwa penambahan konsentrasi massa pengisi silika tidak terlalu berpengaruh besar terhadap sudut kontak yang terbentuk antara keempat variasi massa tersebut. Tetapi keempat variasi tersebut telah berhasil dibuat dan memiliki sifat hidrofobik. Sudut kontak tertinggi terbentuk pada variasi massa 4 gram yaitu sebesar 98°. Sedangkan sudut kontak terendah tersapat pada variasi massa 3 gram yaitu sebesar 93°. Sedangkan untuk variasi massa 1 gram, 2 gram, dan 3 gram terlihat tidak mengalami peningkatan sudut kontak yang besar. Hal ini dikarenakan, distribusi partikel yang tidak merata pada saat proses coating, selain itu ukuran partikel yang masih terlampaui cukup besar yaitu 550,5 nm yang mengakibatkan sudut kontak yang terbentuk masih belum maksimal. Selain itu, pada media kaca yang tidak terlapsi oleh pengisi lapisan, perbedaannya cukup besar. Karena, kaca biasa yang belum terlapsi ini memiliki jenis material yang bersifat polar. Material polar ini yang menyebabkan gaya tarik-menarik antara air dan permukaan lapisan kaca itu sendiri, sehingga mengakibatkan interaksi yang luas antara air dan lapisan permukaan. Selain itu, struktur permukaan pada kaca yang tidak terlapsi cenderung halus. Sedangkan pada kaca yang telah terlapsi oleh pengisi silika, memiliki struktur permukaan yang kasar, sehingga interaksi antara air dan permukaan kaca cenderung lebih kecil.

Proses modifikasi struktur permukaan ini terdiri dari proses pelapisan silika itu sendiri yang berasal dari pasir alam yang telah dimurnikan, silika dari campuran dengan TEOS, dan silylating agent sebagai pengikatnya. Ketiga proses ini

diharapkan dapat membentuk suatu struktur hirarki yang dapat meningkatkan kekasaran permukaan sehingga meningkatkan sifat hidrofobisitasnya. Struktur ini dibentuk oleh susunan-susunan partikel pengisi berorde mikron yang diselubungi oleh partikel pengisi orde nano. Perbedaan ini mengakibatkan banyaknya kekasaran yang dapat menjebak interaksi udara dengan air, sehingga dapat meminimalisir interaksi yang luas pada permukaan kaca dengan air. Hal ini dapat menghasilkan sudut kontak yang lebih besar. Disamping itu, silika sebagai pengisi juga menimbulkan gaya permukaan yang rendah, sehingga menimbulkan sifat non-polar pada permukaan yang mengakibatkan sudut kontak antara air dan permukaan besar. Selain itu, pada penelitian ini menggunakan HMDS sebagai pengganti gugus silanol dengan gugus alkil yang mana dapat meningkat besarnya sudut kontak yang terbentuk. Tetapi pada penelitian ini, konsentrasi HMDS yang digunakan cukup kecil dan proses pelapisannya tidak sempurna sehingga hasil sudut kontak yang didapatkan kurang maksimal.

#### F. Karakterisasi Uji SEM

Pengujian SEM ini menggunakan perbesaran 15.000x. Berikut ini gambar hasil uji SEM variasi massa 1 gram,



Gambar 8. Morfologi Permukaan Kaca yang Telah Dilapsi

Berdasarkan hasil SEM yang didapatkan, terlihat bentuk struktur morfologi telah berhasil membentuk hierarki struktural. Struktur dapat dilihat pada partikel yang berorde mikro pada gambar 4.8 memiliki ukuran 5 mikron, kemudian partikel bertumpuk-tumpuk dengan partikel yang lebih kecil lagi yaitu berukuran 2,27 mikron, dan bertumpuk-tumpuk lagi pada ukuran yang lebih kecil. Terlihat bahwa terdapat partikel orde nano paling kecil yang berada paling luar dengan ukuran 0,21 mikro dan 0,91 mikro. Hierarki struktural ini dapat dilihat dari penyusunan orde mikron yang semakin keatas orde penyusunan tiap *layer* makin kecil, sehingga hal ini dapat meningkatkan kekasaran morfologi permukaan yang menyebabkan sifat hidrofobisitasnya pun semakin tinggi. Sedangkan energi permukaan yang menurun ini disebabkan interaksi yang kecil antara air dengan permukaan kaca yang menyebabkan tingginya interaksi air dengan udara, sehingga air akan cenderung mempertahankan bentuk bulatnya,

akibatnya sudut kontak antara air dan permukaan kaca yang terbentuk akan semakin besar. Hal ini mengakibatkan sifat hidrofobitasnya pun akan semakin besar pula. Hal ini terlihat pada sudut kontak pada variasi massa 1 gram terbentuk 93°. Meskipun kurang maksimal tetapi sudah berhasil dibuat lapisan hidrofobik dengan terbentuknya struktur hierarki struktural.

#### IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi massa serbuk SiO<sub>2</sub> tidak terlalu berpengaruh pada sudut kontak yang terbentuk. Besar sudut kontak variasi massa 1 gram, 2 gram, 3 gram dan 4 gram berturut-turut adalah 94°, 95°, 93° dan 98°.
2. Variasi massa serbuk SiO<sub>2</sub> juga berpengaruh pada transparansi yang dihasilkan. Semakin besar massa pengisi SiO<sub>2</sub> yang dicampurkan, maka presentase transparansinya semakin besar pada panjang gelombang 200-300nm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Ferbi, "Pengaruh Temperatur Perlakuan Panas pada Lapisan Hydrofobic Komposit PDMS/SiO<sub>2</sub> dengan Fasa Silika Kristobalit," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, pp. 1–5, 2016.
- [2] R. Karthick, B & Maheshwari, "Lotus-Inspired Nanotechnology Applications," *doi 10.1007/s12045-008-0113-y*, vol. 13, no. 12, pp. 1141–1145, 2008.
- [3] M. Irawati, Adhita F. dan Zainuri, "Pengaruh Temperatur Perlakuan Panas pada Lapisan Hydrophobic Komposit PDMS/SiO<sub>2</sub> dengan Fasa Silika Kristobalit," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 1, pp. 2337–3520, 2016.
- [4] M. Rahayu, Finanti dan Zainuri, "Pengaruh Jenis Fasa SiO<sub>2</sub> (Amorphous, Quartz, Cristobalite) Terhadap Sifat Hydrophobic Pada Media Kaca," *J. Pomits*, pp. 1–7, 2016.
- [5] & V. P. Rahman, I. A., "Synthesis of Silica Nanoparticles by Sol-Gel: Size-Dependent Properties, Surface Modification, And Applications In Silica-Polymer Nanocomposites In Review," *J. Nanomater.*, vol. 2012, pp. 1–15, 2012.
- [6] O. P. & J. R. Arjasa, "Facile One Pot Synthesis Of Highly Monodispere Silica Nanoparticles In Water Based Medium," *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 14, pp. 34–39, 2012.
- [7] S. A. Singh, L.P., S.K. Bhattacharyya, G. Mishra, "Functional Role of Cationic Surfactant to Control The Nano Size of Silica Powder," *Appl. Nanosci.*, vol. 1, pp. 117–122, 2011.
- [8] D. Ensikat, HJ, "Superhydrophobicity in perfection: the outstanding properties of the lotus leaf," Universitas Dressed, Bonn, 2011.
- [9] R. S. Dwi, "Pengaruh Waktu Tahan Proses Kalsinasi Prekursor Silika sebagai Material Pelapis Hidrofobik," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [10] A. Fajri, "Sintesis Aerogel Berbasis Dengan Pengeringan Pada Tekanan Ambient," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.