

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM DAN ASAM PADA LAPISAN
HIDROPHOBİK NANOKOMPOSIT SILİKA/POLYSTYRENE (SiO₂/PS)
TERHADAP KESTABILAN UV**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains*



Oleh:

YOLA SRI WAHYUNI

NIM:16034025

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM DAN ASAM PADA LAPISAN
HIDROPOBIK NANOKOMPOSIT SILIKA/POLYSTYRENE (SiO₂/PS)
TERHADAP KESTABILAN UV**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains*



Oleh:

YOLA SRI WAHYUNI

NIM:16034025

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH PENAMBAHAN GARAM DAN ASAM LAPISAN
HYDROFOBİK NANOKOMPOSIT SILIKA/POLISTIREN (SiO₂/PS)
TERHADAP KESTABILAN UV

Nama : Yola Sri Wahyuni
NIM : 16034025
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juni 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M. Si
NIP. 19690120 1993032 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Ratnawulan, M. Si
NIP. 19690120 1993032 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Yola Sri Wahyuni
NIM : 16034025
Prodi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM DAN ASAM LAPISAN
HYDROFOBİK NANOKOMPOSIT SILIKA/POLISTIREN (SiO₂/PS)
TERHADAP KESTABILAN UV**

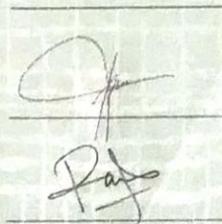
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi Jurusan
Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni/2021

Ketua : Dr.Ratnawulan, M.Si

Anggota : Dr. Ahmad Fauzi, M.Si

Anggota : Dr. Ramli, S.Pd, M.Si



The image shows three handwritten signatures, each placed above a horizontal line. The first signature is a stylized 'N', the second is a cursive signature, and the third is a signature that appears to start with 'Raf'.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini, tugas akhir berupa skripsi dengan judul "pengaruh penambahan garam dan asam pada lapisan hydrofobik nanokomposit silika/polistiren(SiO₂) terhadap kestabilan Uv.
2. Di dalam karya tulis ini berisi gagasan, rumusan, dari penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam Karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam ada pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Juni 2021

Pernyataan



Yola Sri Wahyuni
16034065

Pengaruh Penambahan Garam Dan Asam Pada Lapisan Hidropobik Nanokomposit Silika/Polystyrene (SiO₂/PS) Terhadap kestabilan UV

Yola Sri Wahyuni

ABSTRAK

Pada alam terdapat suatu fenomena yang unik yang mana fenomena ini dapat dilihat pada daun teratai dan daun talas. Fenomena tersebut disebut dengan sifat hidropobik (anti air). Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian sebelumnya. Walaupun banyak penelitian tentang sintesis hidropobik, namun pada pengaplikasiannya, lapisan hidropobik sebagian besar akan rusak dengan cepat saat diterapkan di luar atau di lingkungan yang keras. Lapisan hidropobik dengan sifat-sifat kestabilan Uv, korosi dan goresan mekanis adalah tiga masalah sulit yang menghambat aplikasi skala besar permukaan hidropobik di industri. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan lapisan hidrophobik yang tahan lama, terutama sifat kestabilan terhadap Ultraviolet (Uv). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan garam dan asam pada lapisan hidropobik nanokomposit Silika/Polystyrene (SiO₂/PS) terhadap kestabilan Uv.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Fisika Material FMIPA UNP dan Laboratorium Kimia FMIPA UNP. Penelitian ini menggunakan alat HEM-3D (*High Energy Milling Elips-3D Mention*), dan SEM (*Scanning Electron Microscope*, Prekursor dibuat dengan pemberian komposisi polystyrene sebanyak 0,5 gram dan serbuk silika sebanyak 0,2 gram dan penambahan garam sebanyak 0,4 gram dan penambahan asam sebanyak 0,4 gram dan pencampuran asam ditambah garam 0,8 gram. Pelapisan dilakukan dengan metode *spin coating* dan uji kestabilan Uv pada lapisan hidropobik dilakukan dengan menjemur lapisan selama satu jam di bawah sinar matahari secara langsung.

Hasil dari penelitian dilakukan pengukuran sudut kontak dengan menggunakan *software* imagej, dan ukuran butiran kristal dengan SEM (*Scanning electronmicroscop*). Kestabilan Uv dapat dilihat dengan perubahan sudut kontak pada setiap sampel yang mana sudut kontak yang didapat sebelum penyinaran adalah asam tambah garam (102.903⁰), garam (104.228⁰), asam (119.178⁰), tanpa campuran (130.339⁰) dan sesudah penyinaran adalah. Garam (94.226⁰), tanpa campuran (102.281⁰), asam tambah garam (104.494⁰), asam (139,727⁰). Hasil ini dapat menunjukkan bahwa pelapisan dengan asam lebih dimungkinkan untuk menggunakan permukaan hidropobik / membersihkan sendiri di lingkungan yang keras seperti iradiasi Uv tinggi, suhu tinggi, dan aplikasi luar ruangan.

Kata Kunci : Hidropobik, Kestabilan Uv, Silika Oksida (SiO₂), Nanokomposit, Polystyrene.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Garam Dan Asam Pada Lapisan Hidropobik Nanokomposit Silika/Polystyrene (SiO₂/PS) Terhadap Kestabilan UV*”. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW yang telah memberikan contoh tauladan yang baik bagi kita semua.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata Satu di Jurusan Fisika FMIPA UNP. Skripsi ini dibawah payung Penelitian Kompetitif Nasional, Kompetitif Dasar oleh Dr.Hj. Ratnawulan, M.Si. Selama mengerjakan Skripsi ini, penulis banyak mengalami kendala dan hambatan. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikannya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika dan Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si selaku Penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ramli, M.Si, selaku Penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibu Syafriani, Ph.D selaku Ketua Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibuk Dr. Fatni Mufit, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Ayah (Joni Irwan) dan Ibu (Noverma) selaku Orang Tua yang selalu dan tidak pernah lupa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini dan.
7. Keluarga yang senantiasa menjadi penyemangat dalam menjalankan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini terutama adik saya Daratul Fauziah.
8. Teman seperjuangan Dila Juliawati, Lydia Margaretha, Elsa Ollia, Rara Susanti, Ipal dan Dafri Zaldi yang telah memberikan semangat dan dukungan.
9. Strong wifu (Mela, Onni, Yulia, CT, Ardilla, Tari) teman suka duka yang telah menemani dan membantu dan saling menguatkan
10. Rekan-rekan seperjuangan penelitian yang telah banyak membantu serta memberikan semangat selama penelitian.
11. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya Fisika angkatan 2016 yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak keterbatasan dan kesalahan, baik dari sistematika penulisan, isi, penyajian, maupun yang lainnya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI	ii
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
LAMPIRAN	xvi
BAB I: PENDAHULUAN	17
A. Latar Belakang	17
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Batasan Masalah.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Pasir silika.....	8
B. Silika.....	11
C. Garam	15
D. Asam Organik	16
E. hidropobik.....	17
F. Aplikasi Pemanfaatan Sifat hidropobik	19
G. SifatPembasahan	19
H. Self-Cleaning	20
I. Faktor yang Mempengaruhi Sifat hidropobik.....	21

J. Nanokomposit	27
K. Metode <i>Spincoating</i>	29
L. Kestabilan Uv.....	31
M. <i>Scanning Electron Mycroscopy</i> (SEM)	32
N. Pengaruh Penambahan Asam Pada Lapisan hidropobik	34
O. Pengaruh Penambahan Garam Pada Lapisan hidropobik.....	35
P. Pengaruh Penambahan Asam+Garam Pada Lapisan hidropobik.....	36
BAB III: METODE PENELITIAN	38
A. Jenis penelitian	38
B. Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian.....	38
C. Variabel Penelitian	38
D. Instrumen Penelitian	39
1. Alat.....	39
2. Bahan	42
E. Tahapan Penelitian dan Persiapan.....	44
F. Diagram Alir Penelitian	60
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. Deskripsi Data.....	62
B. Analisis Data	72
C. Pembahasan.....	86
BAB V: PENUTUP	90
A. Kesimpulan	90
B. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pasir Silika	10
Gambar 2. Bentuk Tetrahedral Yang Ditunjukkan Dengan Berbagai Cara (a) Model Ball And Stick (b) Solid Tetrahedron (c) Skeletal Tetrahedron (d) Model Space-Filling.	12
Gambar 3. Struktur Silika (a) Amorf (b) Kristal	13
Gambar 4. Bentuk Butiran Hidropobik	18
Gambar 5. Aplikasi Self Cleaning (a) Kaca Mobil Yang Tidak Dilapisi Lapisan Hidropobik (b) Kaca Mobil Yang Telah Dilapisi Lapisan Hidropobik	20
Gambar 6. Sudut Kontak Air	24
Gambar 7. Pengukuran Sudut Kontak	24
Gambar 8. Ilustrasi Model Young.	25
Gambar 9. Ilustrasi Model Wenzel	26
Gambar 10. Tahap-Tahap Penting Dari Proses Pelapisan Spin	30
Gambar 11. Skematis Komponen-Komponen Utama Dari SEM.	32
Gambar 12. Prinsip Kerja SEM.	33
Gambar 13. Mekanisme Terbentuknya Lapisan Utrahidropobik	35
Gambar 14. Alat HEM.	39
Gambar 15. Alat SEM.	39
Gambar 16. Magnetic Stirrer	40
Gambar 17. Oven.	40
Gambar 18. Alat <i>Spin Coating</i>	41
Gambar 19. Ultrasonic Cleaner.	41
Gambar 20. Substrat Kaca.	42
Gambar 21. Tetrahydrofuran	42
Gambar 22. Pasir Silika Milling	43
Gambar 23. Poliestyrene	43
Gambar 24. Indikator pp	44
Gambar 25. Pencucian Pasir Silika Menggunakan Aqua Bidest.	44
Gambar 26. Pengeringan Pasir Silika	45
Gambar 27. Penimbangan Pasir Silika.	45

Gambar 28. (a) Holder dan Bola-bola Milling (b) Alat HEM.....	46
Gambar 29. Pengenceran Larutan HCL Pekat 36%	46
Gambar 30. Pengadukan Pasir Silika Dengan HCL Menggunakan Magnetic Stirrer	47
Gambar 31. Bentuk Endapan Pada Larutan	47
Gambar 32. Pengadukan Serbuk Silika Dengan Larutan NaOH.....	48
Gambar 33. Penyaringan Larutan Natrium Silika	48
Gambar 34. (a) Titrasi Larutan (b) Larutan Hasil Titrasi dengan PH 7.....	49
Gambar 35. Penyaringan Endapan Menggunakan Kertas Saring.....	49
Gambar 36. Pengeringan Endapan Menggunakan Oven.	50
Gambar 37. Hasil Endapan (a) Bentuk Endapan yang Telah Kering (b) Bentuk Endapan yang Telah digerus dengan Mortar	50
Gambar 38. Melarutkan Polystyrene Menggunakan THF	51
Gambar 39. Proses Pencucian Kaca Preparat menggunakan ultrasonic cleaner... 51	51
Gambar 40. Penumbuhan Lapisan Tipis Menggunakan Spin <i>coating</i>	52
Gambar 41. Proses Elektrokimia Selama 1 Jam.....	53
Gambar 42. Rangkaian Pengukuran Sudut Kontak	54
Gambar 43. Tampilan Software ImageJ	54
Gambar 44. Mengukur Sudut Kontak pada Droplet.....	55
Gambar 45. Tampilan Untuk Mengukur Nilai Sudut Pada ImageJ.....	55
Gambar 46. Tampilan Hasil Pengukuran Menggunakan ImageJ.....	55
Gambar 47. Tampilan Set Skala	56
Gambar 48. Tampilan Pengaturan <i>Threshold</i>	57
Gambar 49. Tampilan Hasil Pengukuran	57
Gambar 50. Tampilan Hasil Pengukuran Ukuran Butir Menggunakan ImageJ....	57
Gambar 51. Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	60
Gambar 52. Diagram Preparasi Pasir Silika	61
Gambar 53. Foto Sudut Kontak Sebelum Penyinaran	64
Gambar 54. Foto Sudut Kontak Sesudah Penyinaran.....	64
Gambar 55. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Di Lapisi Asam Sebelum Penyinaran	65
Gambar 56. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Asam Sesudah	

Penyinaran	66
Gambar 57. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Sebelum Penyinaran	67
Gambar 58. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Sesudah Penyinaran	68
Gambar 59. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Di Lapisi Garam+Asam ...	69
Gambar 60. Penampakan Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Dan Asam Setelah Penyinaran	70
Gambar 61. Bentuk Morfologi Lapisan Nanokomposit Silika/ Polysteren, (a) Sebelum Penyinaran (b) Sesudah Penyinaran Dengan Perbesaran 5000k.	70
Gambar 62. Bentuk Morfologi Lapisan Nanokomposit Silika/ Polysteren Ditambah Asam Dengan Perbesaran 5000k (a) Sebelum Penyinaran (b) Sesudah Penyinaran.	71
Gambar 63. Bentuk Morfologi Lapisan Nanokomposit Silika/Polysteren Dengan Penambahan Garam $\text{CU}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, Sebelum Dan Sesudah Penyinaran Dengan Perbesaran 5.000kx.(a) Sebelum Penyinaran Sedangkan (b) Sesudah Penyinaran Dengan Sinar Matahari Selama Satu Jam.....	71
Gambar 64. Bentuk morfologi lapisan nanokomposit silika/ polysteren dengan penambahan $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}) + \text{CU}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sebelum dan sesudah penyinaran dengan perbesaran 5.000kx. (a) sebelum penyinaran sedangkan (b) sesudah penyinaran dengan sinar matahari selama satu jam	72
Gambar 65. Foto Sudut Kontak Sebelum Penyinaran	74
Gambar 66. Foto Sudut Kontak Sesudah Penyinaran	75
Gambar 67. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Di Lapisi Asam Sebelum Penyinaran	76
Gambar 68. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Asam Sesudah Penyinaran	77
Gambar 69. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Sebelum Penyinaran	78

Gambar 70. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Sesudah Penyinaran.....	78
Gambar 71. Penampakan Foto Sudut Kontak Setelah Di Lapisi Garam+Asam ...	79
Gambar 72. Penampakan Sudut Kontak Setelah Dilapisi Garam Dan Asam Setelah Penyinaran	80
Gambar 73. Hubungan Pengaruh Penambahan Asam Dan Garam Terhadap Sudut Kontak	80
Gambar 74. Hasil Analisis SEM (a) sebelum penyinaran dan (b) sesudah penyinaran.....	81
Gambar 75. Hasil analisis SEM dari penambahan asam stearat (a) sebelum penyinaran dan (b) sesudah penyinaran.....	82
Gambar 76. Hasil analisis SEM lapisan hidropobik setelah dilapisi garam (a) sebelum penyinaran dan (b) setelah penyinaran.....	83
Gambar 77. Hasil analisis SEM dari lapisan hidropobik setelah dilapisi dengan garam dan asam (a) sebelum penyinaran sedangkan (b) sesudah penyinaran.....	84
Gambar 78. Hubungan Pengaruh Penambahan Asam Dan Garam Pada Ukuran Butiran Kristal Hasil Uji SEM	85
Gambar 79. Perbandingan Sudut Kontak Air: (a) kaca murni (b) kaca yang dilapisi TiO ₂ (c) kaca yang dilapisi asam stearat (d) kaca yang dilapisi TiO ₂ /Asam Stearat 2%	87
Gambar 80. Hasil SEM permukaan silika setelah dilapisi asam setelah dilakukan penyinaran.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1. komposisi kimia pasir silika indonesia.....	11
Tabel 2. Sifat Fisik Pasir Silika	11
Tabel 3. Berat jenis silika kristal dan silika amorf pada suhu 273 K	12
Tabel 4. Sifat silika	13
Tabel 5. Bentuk kristal utama silika	14
Tabel 6. Pengaruh asam dan garam Terhadap Pengukuran Ukuran Butir SEM ...	85

LAMPIRAN

1. Data Hasil Analisis XRD untuk Ukuran Kristal Waktu Milling 5 jam..... 95
2. Data Base Hasil XRD Waktu Milling 5 jam 95

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Terinspirasi oleh fenomena yang diamati di beberapa daun tanaman dan serangga. Permukaan material yang bisa membersihkan sendiri dapat bersifat hidropobik atau hidrofilik. Permukaan hidropobik yang bekerja melalui efek lotus dapat dibuat dengan modifikasi kimia permukaan. Mekanisme ini meniru permukaan daun teratai, kotoran yang menempel di permukaan dihilangkan melalui tetesan air yang bergulir dari permukaan hidropobiknya dan material dapat dibersihkan dengan proses ini (Bhushan, 2012). Secara umum, jika sudut kontak air suatu permukaan padat 90° , maka permukaan hidropobik. Permukaan dengan sudut kontak air mendekati nol diklasifikasikan sangat (super) hidrofilik dan permukaan dengan sudut kontak air $>150^\circ$ biasanya dikategorikan sebagai (super) hidropobik (Ganesh, Raut, Nair & Ramakrishna, 2011).

Keuntungan dari hidropobik adalah bersifat anti basah, tampak selalu bersih, mengurangi gesekan fluida dengan permukaan. Jika bahan tersebut merupakan bahan yang bisa bersih sendiri (swabersih) seperti dengan bantuan air, misalnya pada saat hujan, maka bahan tersebut akan memudahkan kita dalam pemeliharannya dan juga mengurangi biaya. Permukaan tersebut akan selalu terlihat jernih dan bersih. Selain permukaan material tersebut, udara disekitar juga menjadi bersih karena polutan yang ada pada permukaan tersebut akan terurai dengan bahan swabersih yang terdapat pada bahan, akibatnya ruangan menjadi bersih dan juga sehat bagi orang-orang yang berada di sekitarnya.

Untuk aplikasi rekayasa permukaan hidrofobik, stabilitas masalah kemampuan di bawah iradiasi Uv, dalam pelarut termasuk air dan larutan asam, perlu diselidiki. Oleh karena itu, permukaan baja hidrofobik menjadi sasaran pelarut yang berbeda dan penyinaran Uv yang kuat. Sinar Uv (ultraviolet) adalah sinar tidak tampak yang merupakan bagian energi yang

berasal dari matahari. Stabilitas Uv dari lapisan superhidrofobik sangat penting terutama untuk permukaan luar yang terkena Sinar Uv. Dua jenis permukaan baja superhydrophobic diuji di bawah sinar Uv yang kuat. Hasilnya mengungkapkan bahwa dengan ekstra layers dari SiO₂ nanopartikel properti tahan Uv dari superhydrophobic (Tayirjan T. Isimjan dkk, 2012).

Nanokomposit dapat dianggap sebagai struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar-bentuk penyusun struktur yang berbeda. Ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit memainkan peranan penting pada peningkatan dan pembatasan sifat material. Partikel-partikel yang berukuran nano tersebut memiliki luas permukaan interaksi yang tinggi. Semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah (Hadiyawarman, et al., 2008).

Silika yang terdapat di Indonesia berpotensi menjadi material *coating* sebab memiliki daya adhesi yang baik, properti pelindung yang baik sehingga memungkinkan untuk menahan difusi uap air, ion-ion maupun oksigen ke permukaan logam sehingga dapat melindungi logam dari korosi. Pemanfaatan silika sebagai bahan pelapis telah dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan Ambarwati dan Vicky Samsiadi dengan judul Pelapisan hidropobik Kaca dengan Metode Sol-Gel berbasis waterglass. Namun dibalik semua kelebihan silika memiliki kekurangan, yakni rapuh dan tidak stabil. Oleh karena itu perlu adanya alternatif lain untuk mengatasi kelemahan ini, diantaranya penggunaan bahan pengisi nanokomposit silika karbida. Nanokomposit silika karbida diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik barang jadi karet. Semakin kecil ukuran partikel bahan pengisi yang digunakan, maka akan dapat meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik, ketahanan kikis dan pampatan tetap (Alfa, 2005).

Asam stearat merupakan asam lemak rantai panjang yang terdiri dari atom-atom karbon tanpa ikatan rangkap, dan diklasifikasikan sebagai asam lemak jenuh. Asam stearat memiliki titik leleh sebesar 69.6° dan titik didih

sebesar 361° . Sudut kontak asam stearat adalah 98° . Ini menunjukkan kemampuan pelumasan yang baik dan sifat keterbasahan yang relatif tinggi. (Y. Lin.dkk, 2015.). Karena molekul asam stearat memiliki struktur hidrokarbon rantai panjang yang terdiri dari karbon dan hidrogen, yang bersifat nonpolar dan tidak berikatan dengan air, sehingga menyebabkan asam stearat bersifat hidropobik. Semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak, semakin meningkat sifat hidropobiknya. Sedangkan asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C_{18}) sehingga memiliki sifat hidropobik. Sebagai kelompok alkali hidropobik rantai panjang, seringkali asam stearat digunakan sebagai bahan untuk menurunkan tegangan permukaan pada permukaan, sehingga dapat meningkatkan sifat hidropobik menjadi superhidropobik, selain itu asam lemak jenuh ini juga berperan dalam memberikan konsistensi dan kekerasan pada permukaan.

Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik pada larutan garam, benda mengalami kontak langsung dengan larutan elektrolit yang memicu terjadinya reaksi elektrokimia. Ion klorida yang terkandung dalam larutan garam memiliki tingkat korosifitas seperti halnya ion sulfat. Ion-ion yang terdapat pada garam berperan sebagai transportasi elektron sehingga konsentrasi garam yang semakin pekat akan meningkatkan laju korosi. Sementara itu, kondisi pH sample pada larutan garam bersifat netral, sehingga sedikit *coating* yang terdegradasi. yang mengalami korosi pada bagian yang tidak terlindungi *coating*. Dalam kondisi netral, ion Fe^{2+} dan OH^- membentuk endapan $Fe(OH)_2$. Hal ini menjelaskan mengapa dalam larutan garam terbentuk banyak endapan pada permukaan benda.

Penambahan penggunaan asam, seperti asam stearat yang bersifat hidropobik dengan tujuan agar lapisan hidropobik dapat mempertahankan sifat hidropobiknya saat disinari secara langsung dibawah sinar matahari dan garam dapat meningkatkan laju korosi, sedangkan pencampuran antara asam dan garam dengan tujuan untuk menurunkan laju korosi walapun di tambah

dengan campuran garam, karena semakin bersifat hidropobik suatu lapisan maka laju korosi semakin menurun dan lapisan dapat bertahan lebih baik saat di aplikasikan di dunia luar.

Pada penelitian (Peng Wang, dkk, 2017), melakukan penelitian dengan Metode pelarutan dan pemadatan ulang baru untuk menyiapkan komposit polistiren / silika superhidropobik yang kuat, yang dapat menahan abrasi amplas (7,84 kPa) selama 6,75 m dan uji pengelupasan pita (24,50 kPa) untuk setidaknya 80 kali tanpa kehilangan superhidrofobisitas. Selain itu, permukaan superhidropobik yang telah disiapkan mempertahankan sifat pembersihan diri yang sangat baik di lingkungan udara atau minyak. Hal ini mengindikasikan lapisan tersebut sudah baik tetapi belum ada pengujian bagian kestabilan Uv nya.

Pada penelitian (Diana Vanda Wellia, 2020) melakukan penelitian tentang Sintesis permukaan kaca hidropobik melalui kombinasi TiO_2 /asam stearat untuk aplikasi material *self-cleaning*. Permukaan kaca ultrahidropobik berhasil dibuat dari pembentukan lapisan TiO_2 yang dimodifikasi dengan asam stearat. Jumlah asam stearat yang paling optimal dalam meningkatkan hidrofobisitas pada penelitian ini adalah 0,4 g asam stearat dalam 20 mL etanol (2%). Dalam hal ini kaca hidropobik yang dihasilkan memiliki sudut kontak air 141° . Evaluasi sifat *self-cleaning* dilakukan terhadap kaca ultrahidropobik tersebut. Hasilnya menunjukkan pengotor yang diberikan pada kaca juga dapat dibersihkan dengan baik yang menunjukkan kaca ultrahidropobik memiliki sifat *self-cleaning*. Hal ini mengindikasikan bahwa lapisan TiO_2 yang dibuat dengan kombinasi asam stearat sudah bersifat hidropobik. Akan tetapi pada penelitian ini belum mengkaji tentang kestabilan Uv dari lapisan tersebut.

Pada penelitian (agus rohmat, dkk, 2016) melakukan penelitian tentang karakterisasi material campuran SiO_2 dan Getah flamboyan (*delonix regia*) sebagai material *coating* pencegah korosi pada baja dengan penambah asam, garam dan basa sehingga dihasilkan Degradasi *coating* dan laju korosi dipengaruhi oleh pH lingkungan. Material *coating* mengalami degradasi yang paling besar pada kondisi asam. Pada kondisi basa material *coating* mengalami

degradasi cukup besar tetapi baja tidak teroksidasi. Pada uji dengan larutan garam, *coating* mengalami persen degradasi paling kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa asam dan garam baik digunakan untuk melapisi silika yang memiliki sifat korosi, tetapi belum dilakukan penelitian mengenai kestabilan lapisan terhadap sinar Uv.

Pada penelitian (Yulia Mulida, 2019), melakukan penelitian tentang Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Sifat hidropobik Dari Lapisan Nanokomposit Silika/Polietilen dalam penelitian ini akan disintesis nanokomposit silika/polietilen dengan temperatur kalsinasi 30°C, 60°C, 90°C, 120°C, 150°C dan 180°C selama 1 jam. Temperatur ini digunakan agar matriks yang digunakan berupa polietilen dengan titik leleh 135°C tidak meleleh. Pengaruh temperatur kalsinasi terhadap sudut kontak dari lapisan hidropobik nanokomposit silika/ polietilen adalah jika penggunaan temperatur kalsinasi 30°C - 90°C maka sudut kontak yang dihasilkan semakin meningkat. Namun jika temperatur kalsinasi 120°C - 180°C maka sudut kontak yang dihasilkan semakin menurun. Jadi sudut kontak yang memenuhi syarat sebagai lapisan hidropobik terdapat pada temperatur kalsinasi 30°C - 90°C 3. Pengaruh temperatur kalsinasi terhadap ukuran butir dari lapisan hidropobik nanokomposit silika/ polietilen adalah jika penggunaan temperatur kalsinasi 30°C - 90°C maka ukuran butir yang terbentuk semakin mengecil. Namun jika penggunaan temperatur kalsinasi 120°C - 180°C maka ukuran butir yang terbentuk semakin membesar. Jadi ukuran butir yang memenuhi syarat sebagai lapisan hidropobik terdapat pada temperatur kalsinasi 30°C - 90°C.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, penelitian ini merupakan penelitian lanjutan. Meskipun sudah banyak penelitian tentang hidropobik, namun pada pengaplikasiannya, lapisan hidropobik sebagian besar akan rusak dengan cepat saat diterapkan di luar atau di lingkungan yang keras. Lapisan hidropobik dengan sifat-sifat kestabilan Uv, korosi dan goresan mekanis adalah tiga masalah sulit yang menghambat aplikasi skala besar permukaan hidropobik di industri. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan lapisan hidropobik yang tahan lama, terutama sifat ketahanan kestabilan terhadap Ultraviolet (Uv), temperatur, dan goresan mekanis. metode

yang mudah tanpa ketelitian alat dan proses reaksi yang rumit sangat diperlukan. Pelapisan adalah metode yang cocok untuk memperbaiki sifat substrat dan membuat bahan fungsional. Substrat yang dipilih adalah yang memiliki sifat anti korosi seperti silika SiO_2 atau mangan dan pelapisan lapisan hidropobik dengan penambahan asam stearat dan garam . Penelitian ini bertujuan untuk membuat lapisan yang bersifat hidropobik yang tahan terhadap kestabilan Uv dengan memodifikasi sifat kimia permukaan menggunakan asam stearat yang dilarutkan dalam etanol dan garam yang dilarutkan dengan aquades dengan menggunakan metode yang ramah lingkungan. Menghasilkan lapisan hidropobik yang memiliki sifat pembersih diri (self-cleaning) yang baik.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tadi, maka didapatkanlah rumusan masalah dalam penulisan makalah ini, yaitu: Bagaimana Pengaruh Penambahan Garam Dan Asam Organik Pada Lapisan hidropobik Nanokomposit Silika/Polystyrene (SiO_2/Ps) Terhadap kestabilan Uv?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan tadi, maka tujuan dari penulisan makalah yaitu: Mengetahui Pengaruh Penambahan Garam Dan Asam Organik Pada Lapisan hidropobik Nanokomposit Silika/Polystyrene (SiO_2/Ps) Terhadap kestabilan Uv.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Menggunakan anorganik garam ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 0,4 gram dan asam organik ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$) 0,4 gram .
2. Pasir Silika dari Kabupaten Pasaman Barat Sumatera Barat.
3. komposisi polistirene 0,5gram dan nanosilika 0,2 gram. laju spin 500 rpm dalam 60 s

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan S1 jurusan Fisika di Universitas Negeri Padang.
2. Mengetahui pengaruh Penambahan Garam Dan Asam Organik Pada lapisan nanokomposit hidropobikdari (SiO_2/PS) sebagai material self-cleaning.
3. Menambah pengetahuan bagi masyarakat agar bisa memanfaatkan bahan yang bisa membersihkan dirinya sendiri sehingga memudahkan pekerjaan bagi masyarakat

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pasir silika

Pasir silika merupakan salah satu material tambang yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia. Pasir silika dapat ditemukan di beberapa daerah di Indonesia khususnya daerah Jawa (daerah Tuban dan Rembang), Sumatera (daerah Bangka Belitung), dan Kalimantan daerah Palangkaraya). Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang diendapkan ditepi-tepi sungai, danau atau laut. Di alam, pasir kuarsa ditemukan dengan kemurnian yang bervariasi bergantung kepada proses terbentuknya disamping adanya material lain yang ikut selama proses pengendapan. Pasir silika merupakan salah satu bahan baku yang digunakan untuk berbagai industri misalnya industri semen, kaca, keramik, sand blasting, bata ringan, dan lain sebagainya. Masing-masing industri tersebut memiliki persyaratan kualitas pasir silika yang berbeda-beda. Misalnya, industri kaca membutuhkan pasir silika dengan kemurnian tinggi, dengan kandungan besi (Fe) maksimum 0,003% dan kandungan silika mencapai (SiO_2) minimum 99%.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka banyak dilakukan usaha untuk menghilangkan kandungan pengotor yang terkandung dalam pasir silika, baik secara kimia dan fisik. Terkadang beberapa metode tersebut dikombinasikan untuk meningkatkan kualitas pasir silika, dimana tingkat kecocokan metode tergantung dari kandungan mineral dan distribusi besi pada pasir silika tersebut. Dalam perkembangannya, metode pemurnian pasir silika secara kimia telah menggunakan asam organik dan anorganik. Dimana asam anorganik yang paling banyak digunakan adalah asam sulfat dan asam klorida. Namun penggunaan jenis asam tersebut membutuhkan biaya yang tinggi serta meninggalkan limbah yang mengganggu lingkungan sehingga penggunaannya tidak dapat diterima. Terlebih lagi, asam anorganik seperti asam sulfat dan asam klorida dapat mengkontaminasi mineral dengan SO_4^{2-} dan Cl^- secara mudah. Karena itulah banyak yang tertarik untuk mengembangkan metode alternatif seperti leaching dengan asam organik yang lebih efektif dan ramah

lingkungan. Bukan hanya itu, asam oksalat juga dipilih sebagai media leaching karena jenis asam ini memiliki kekuatan asam yang tinggi serta memiliki karakteristik dan kemampuan reduksi yang baik dibandingkan asam organik lainnya. Hingga kini, proses penghilangan besi dari pasir silika menggunakan metode kimia telah banyak diteliti demi mendapatkan parameter proses terbaik dan derajat penghilangan besi yang tinggi dengan biaya operasi sekecil mungkin. Salah satu penelitian yang dilakukan adalah dengan menggabungkan penggunaan asam oksalat dengan metode fisik, yaitu dengan menambahkan proses ultrasound.

Ultrasound sebagai energi pembantu telah sukses digunakan pada industri pertambangan. Ultrasound dapat membantu proses penghilangan kandungan besi dari permukaan pasir silika lebih baik jika dibandingkan dengan pembersihan secara mekanis, sehingga penambahan ultrasound tersebut diharapkan dapat meningkatkan laju penghilangan besi dari pasir silika (Feihu, dkk. 2010). Penggunaan asam organik dan anorganik sebagai media leaching dalam proses penghilangan besi dari pasir silika juga pernah dikemukakan oleh M. Taxiarchou, dkk. (1996) dalam jurnalnya yang berjudul “Mekanisme Pelarutan Besi Oksida pada Larutan Asam Oksalat”, dimana pada asam organik banyak digunakan asam oksalat, asam sitrat dan asam askorbat sedangkan pada anorganik digunakan HF, HCl, H₂SO₄, dan HClO₄. Veglio, dkk. (1999) juga telah melakukan percobaan mengenai penghilangan besi untuk memperoleh pasir silika dengan kemurnian yang tinggi dengan menggunakan asam oksalat sebagai media leaching. Proses penghilangan besi dari pasir silika bergantung pada ukuran pasir silika yang akan di ekstraksi dengan asam oksalat. Dimana asam oksalat tersebut akan mengekstrak besi yang terkandung dalam pasir silika. Semakin kecil ukuran dari pasir silika maka besi yang terekstrak oleh asam oksalat juga semakin banyak. Dari hasil percobaan tersebut, ditemukan ukuran partikel optimum sebesar 20µm yang dapat menghasilkan pasir silika dengan kemurnian tinggi setelah proses leaching berlangsung selama 3 jam.

Pasir silika yang terdapat di alam umumnya berwarna putih kekuningan. Mineral-mineral oksida yang terkandung didalamnya yaitu

SiO_2 , MgO , ZnO , Al_2O_3 , TiO_2 . Pada umumnya mineral terbanyak yang terdapat pada pasir tersebut berupa silika (SiO_2) (Munasir, Triwikantoro, Darminto, & Zainuri, 2013). Pasir silika tersebut sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia baik secara langsung maupun digunakan dalam bentuk olahan (nanopartikel). Nanopartikel silika memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki ketahanan panas yang baik, kekuatan mekanik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai prekursor katalis, adsorben dan filter komposit (Hartono Sandy Budi, Lannie Hadisoewignyo, 2017). Pada umumnya, pasir kuarsa di alam ditemukan dengan ukuran butir bervariasi dalam distribusi yang melebar, mulai dari fraksi halus (0,06 mm) sampai dengan ukuran kasar (2 mm) (Prayogo & Budiman, 2009). Bentuk pasir silika dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pasir Silika . (sumber:doc.penelitian.2021)

Pasir silika dapat dengan mudah untuk disintesis atau dimurnikan dalam larutan HCl apabila ukuran partikel pasir silika berukuran nano atau serbuk (Pramudono et al., 2008). Alat yang digunakan untuk mereduksi ukuran partikel silika menjadi serbuk ialah alat ball milling. Alat ini dapat mereduksi ukuran partikel dengan menggunakan bola- bola besi yang berputar pada suatu wadah untuk memberikan beban dinamis agar menjadi serbuk (Xiao et al., 2007). Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Indah Ukhtiyani (2017) yaitu mengenai pemurnian silika dari pasir kuarsa di Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso dengan menggunakan metode purifikasi (leaching) dan milling selama 1 jam menggunakan alat ball milling dan diperoleh kadar silika sebesar 99,88%.

Silika secara alami terkandung dalam pasir, kerikil, dan batuan. Serbuk silika diperoleh dari pasir alam dengan metode kopresipitasi seperti yang diperoleh di daerah Pantai Bancar, Tuban, Jawa Timur (Hadi, Munasir, & Triwikantoro, 2016). Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kandungan silika menggunakan metode kopresipitasi dengan presentase tertinggi kandungan SiO_2 sebesar 75,702% pada pH 7 dengan molaritas NaOH 7 M. Secara umum komposisi kimia pasir silika di Indonesia. Dapat dilihat Pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pasir Silika Indonesia

Komposisi	Kimia Prosentase
SiO_2	55,30–99,87 %
Fe_2O_3	0,01–9,14 %
Al_2O_3	0,01–18,00 %
TiO_2	0,01–0,49 %
CaO	0,01–3,24 %
MgO	0,01–0,26 %
K_2O	0,01–17,00 %

Sumber : (Prayogo & Budiman, 2009)

Selain komposisi kimia, pasir silika di Indonesia juga memiliki sifat fisik. Sifat fisik pasir silika Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisik Pasir Silika

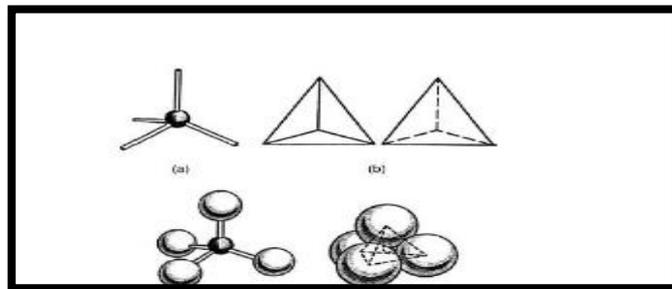
Sifat Fisik	Deskripsi
Warna	Putih bening atau lain tergantung pada senyawa pengotornya, misal kuning mengandung Fe-oksida, merah mengandung Cuoksida.
Kekerasan	7 (Skala Mohs)
Berat Jenis	2,65
Titik Lebur	$\pm 1715^\circ\text{C}$
Bentuk Kristal	Hexagonal
Panas spesifik	0,185
Konduktivitas Panas	12 – 100°C

(Sumber : Prayogo and Budiman 2009)

B. Silika

Silika adalah keramik temperatur tinggi yang banyak digunakan dalam industri baja dan gelas. Silika memiliki bentuk yang sangat luas,

diantaranya silicon dioxide yang berstruktur kristal seperti quartz, cristobalite, tridymite, coesite atau amorf seperti opal dalam bentuk larutan atau bentuk gabungan senyawa kimia di mana atom silikon dikelilingi oleh empat atau enam atom oksigen. Struktur silika dan struktur silikat adalah tetrahedron SiO, empat atom oksigen di sudut-sudut tetrahedron dengan ion silikon di pusat ruang. dimana ion oksigen lebih besar dari ion Si Semua bentuk silika mengandung ikatan Si-O, ikatan unsur yang paling stabil dari semua ikatan Si -X. dapat dilihat pada gambar 2.



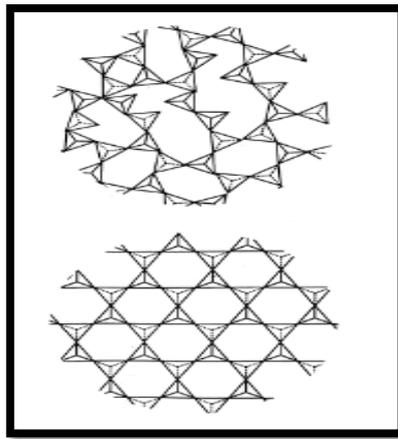
Gambar 2. Bentuk Tetrahedral Yang Ditunjukkan Dengan Berbagai Cara (a) Model Ball And Stick (b) Solid Tetrahedron (c) Skeletal Tetrahedron (d) Model Space-Filling.

Polimorfisme silika berdasarkan perbedaan ikatan tetrahedral [SiO] kristal silika quartz memiliki struktur paling padat diantara struktur kristal lainnya. Ketiga struktur silika kristal tersebut memiliki fase α pada suhu rendah dan fase β pada suhu tinggi. Struktur silika amorf berbeda dengan silika kristal, struktur silika amorf ditentukan struktur bulk. Ikatan [SiO] silika amorf tidak beraturan yang akan menghasilkan struktur nonperiodik. Perbedaan struktur antara silika amorf dan silika kristal menyebabkan keduanya memiliki berat jenis yang berbeda. Dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Berat Jenis Silika Kristal Dan Silika Amorf Pada Suhu 273 K

Silika	Berat Jenis (g/ml)
Coesite	3.01
α -Quartz	2.65
β -Quartz	2.53
β -Tridymite	2.26
β -Cristobalite	2.21
Amorf	2.20

Kristal silika quartz, cristobalite, tridymite, setiap ion silikonnya mengikat empat atom oksigen dan setiap atom oksigen terikat dua atom silikon. Struktur kristal silika quartz stabil dibawah suhu 870 0, tridymite dibawah 14700, cristobalite dibawah 1710 0. Dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur Silika (a) amorf (b) kristal

Berbagai bahan baku dapat digunakan dalam pembuatan silika, baik dari material organik maupun anorganik diantaranya tetraethyl orthosilicate (TEOS), tetramethyl orthosilicate (TMOS), silicon tetrachloride, ethyl silicate dan waterglass Material anorganik seperti waterglass banyak digunakan sebagai sumber silika karena lebih murah dibandingkan TEOS selain itu tidak beracun, dapat larut dalam air dan merupakan senyawa alkoksida yang ramah lingkungan. Dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Sifat Silika

Rumus Kimia	Na_2SiO_3
Kandungan	
SiO_2	30%
Na_2O	10%
Molar ratio $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	3.1
S.g	1.2
pH	12-13

Partikel silika yang terdispersi stabil dalam liquid disebut sol

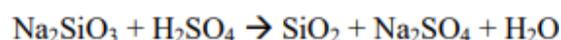
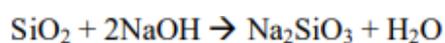
silika. Sol dikatakan stabil apabila partikel didalam sol tidak mengendap dan tidak terjadi aglomerasi antar partikel silika. Aglomerasi digunakan untuk menunjukkan struktur yang terbentuk karena partikel mengalami gaya kohesi. Ada beberapa metode pembuatan sol silika, diantaranya dialisis, elektrodialisis, peptisasi, netralisasi asam dan pertukaran ion. Dibandingkan dengan metode lainnya, metode pertukaran ion lebih mudah dikontrol. Pada metode ini nukleasi homogen dan pertumbuhan partikel mempengaruhi mekanisme pembentukan partikel. Proses pembuatan sol silika dengan menggunakan *waterglass* dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu pembentukan *active silicic acid* dengan menghilangkan ion alkali dari larutan *waterglass*, pembentukan sol silika melalui nukleasi dari *active silicic acid* dan pertumbuhan partikel silika dengan cara polimerisasi

Batu silika dibuat dengan membakar kuarsa yang tingkat kemurniannya rendah pada temperatur 1450⁰, dan dengan demikian mengkonversi sedikitnya 98,5% bagiannya menjadi campuran tridimit dan kristobalit yang bentuknya lebih terbuka dan kurang padat. Istilah konversi di sini ekuivalen dengan istilah konversi untuk transformasi alotropi pada material metalik dan merujuk pada transformasi yang karakternya dapat disusun ulang, melibatkan pemutusan dan penggabungan kembali ikatan interatomik. Perubahan zat padat ini umumnya lambat dan akibatnya struktur kristal sering kali tertahan dalam kondisi metastabil pada temperatur di luar rentang kestabilan nominal yang dicantumkan pada tabel 5

Tabel 5. Bentuk Kristal Utama Silika (smallman and bishop, 1999)

Bentuk	Rentang stabilitas (°C)	Modifikasi	Kerapatan (kgm^{-3})
Kristobalit	1470-1723 (t.l.)	β _(kubik)	2210
		α _(tetragonal)	2330
		γ _(?)	-
Tridimit	870-1470	β _(heksagonal)	2300
		α _(ortorombik)	2270
Kuarsa	<870	β _(heksagonal)	2600
		α _(trigonal)	2650

Silika (SiO₂) adalah salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman, terutama padi dan tanaman lain yang bersifat akumulator Si. Silika juga merupakan unsur kedua terbesar di kerak bumi, dan sebagian besar Si terdapat di dalam tanah. Silika termasuk unsur nonesensial sehingga perannya kurang mendapat perhatian. Silika secara alami terkandung dalam pasir, kerikil, dan batubatuan. Serbuk silika diperoleh dari pasir alam dengan metode ekstraksi padat-cair (leaching) seperti yang diperoleh di daerah Pantai Bancar, Tuban, Jawa Timur. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kandungan silika quartz sebesar 71,3% yang berbentuk amorf (Ramadhan et al., 2014). Mourhly et al. (2015) melakukan penelitian dengan mensintesis silika dari batu apung (pumice rock) yang berasal dari daerah Maroko. Reaksi kimia yang terjadi dalam 14 proses sintesis serbuk silika pada batu apung yang dilakukan oleh Mourhly et al. (2015), yaitu:



Silika memiliki sifat non konduktor, memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degresi termal yang baik (Hildayati et al., 2009). Secara teoritis, unsur silika mempunyai sifat menambah kekuatan lentur adonan keramik dan kekuatan produk keramik. Penguatan badan keramik terjadi karena adanya pengisian ruang kosong yang ditinggalkan akibat penguapan dari proses pembakaran adonan dengan leburan silika sedemikian rupa hingga produk menjadi lebih rapat (Hanafi dan Nandang, 2010).

C. Garam

Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik seperti klorida (Cl⁻), dan bisa juga berupa senyawa organik seperti asetat (CH₃COO⁻) dan ion monoatomik seperti fluorida (F⁻), serta ion poliatomik seperti sulfat (SO₄²⁻). Natrium klorida (NaCl). Ada banyak macam-macam garam. Garam yang terhidrolisa dan membentuk ion hidroksida

ketika dilarutkan dalam air maka dinamakan garam basa. Garam yang terhidrolisa dan membentuk ion hidronium di air disebut sebagai garam asam. Garam netral adalah garam yang bukan garam asam maupun garam basa. Larutan Zwitterion mempunyai sebuah anionik dan kationik di tengah di molekul yang sama, tapi tidak disebut sebagai garam. Contohnya adalah asam amino, metabolit, peptida, dan protein. Larutan garam dalam air (Misalnya natrium klorida dalam air) merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Cairan dalam tubuh makhluk hidup mengandung larutan garam, misalnya sitoplasma dan darah. Tapi, karena cairan dalam tubuh ini juga mengandung banyak ion-ion lainnya, maka tidak akan membentuk garam setelah airnya diuapkan

D. Asam Organik

Senyawa organik yang mempunyai derajat keasaman (*acidic properties*). Asam organik yang paling umum adalah asam alkanat yang memiliki derajat keasaman dengan gugus karboksil $-COOH$, dan asam sulfonat dengan gugus $-SO_2OH$ mempunyai derajat keasaman yang relatif lebih kuat. Kestabilan pada gugus asam sangat penting dalam menentukan derajat keasaman sebuah senyawa organik. Asam asetat, asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini sering kali ditulis dalam bentuk CH_3-COOH , CH_3COOH , atau CH_3CO_2H . Asam asetat murni (disebut asam asetat glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna dan memiliki titik beku $16.7\text{ }^\circ\text{C}$.

Asam stearat adalah lemak jenuh yang diperoleh dari lemak hewan dan minyak goreng. Bentuknya padat berupa butiran-butiran pada suhu ruang dengan rumus kimia $CH_3(CH_2)_{16}COOH$. Asam stearat atau stearic acid (SA) adalah suatu campuran asam organik padat yang diperoleh dari lemak sebagian besar terdiri dari asam oktadekanoat ($C_{18}H_{36}O_2$) dan asam heksadekanoat ($C_{16}H_{32}O_2$) [M. A. Kusumawati, 2018.]. Asam stearat juga banyak digunakan sebagai pelumas. Sudut kontak asam stearat 26 adalah 98° . Ini menunjukkan kemampuan pelumasan yang baik dan sifat keterbasahan yang relatif tinggi. Asam stearat di

pasaran biasanya dalam jumlah besar dan sulit dipecah secara langsung [Y. Lin and Q., 2015].

Asam stearat dapat diklasifikasikan sebagai surfaktan. Surfaktan merupakan bahan aktif permukaan yang bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan. Sifat aktif ini diperoleh dari sifat ganda molekulnya. Karena molekul asam stearat memiliki struktur hidrokarbon rantai panjang yang terdiri dari karbon dan hidrogen, yang bersifat nonpolar dan tidak berikatan dengan air, sehingga menyebabkan asam stearat bersifat hidropobik. Semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak, semakin meningkat sifat hidropobik nya. Sedangkan asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C18) sehingga memiliki sifat hidropobik. Selain itu, struktur karboksil yang bersifat polar dapat berikatan dengan air dengan kuat, sehingga menyebabkan asam stearat juga bersifat hidrofilik [H.-D. Belitz,dkk , 2009].

Sifat ini memungkinkan asam stearat untuk menempel pada permukaan logam dan mengurangi area kontak dengan membentuk lapisan batas pada partikel atau permukaan logam [Y. Lin and Q. Peng, 2015]. Sebagai kelompok alkil hidropobik rantai panjang, seringkali asam stearat digunakan sebagai bahan untuk menurunkan tegangan permukaan pada permukaan, sehingga dapat meningkatkan sifat hidropobik menjadi superhidropobik, selain itu asam lemak jenuh ini juga berperan dalam memberikan konsistensi dan kekerasan pada permukaan [V. T. Tran and B. Lee, 2017]. Asam lemak jenuh rantai panjang endogen, asam stearat tidak beracun dan dapat terurai secara baik, selain itu banyak ditemukan, dan berbiaya rendah. Tidak terdapat ikatan rangkap pada asam stearat. Asam stearat tahan terhadap oksidasi memiliki titik didih 361°C dan titik lebur 69,9°C.

E. hidropobik

hidropobik berasal dari dua kata, yaitu *hydro* berarti air dan *phobic* yang asal katanya dari *phobia* berarti takut atau anti merupakan istilah yang biasa digunakan untuk menyatakan permukaan anti/takut terhadap air. Butiran air yang menggelinding ke permukaan mampu mengangkat partikel kotor yang menempel, oleh karena itu daun mampu membersihkan dirinya sendiri. Bentuk butiran *hidropobik*. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Butiran Hidropobik(Simpson, Hunter, & Aytug, 2015)

Sifat hidropobik pada daun teratai memiliki permukaan yang kasar yang menyebabkan air yang jatuh di permukaannya akan menggelinding. Pada umumnya sifat hidropobik dipengaruhi oleh faktor kekasaran permukaan dan sudut kontak. Selain itu sifat hidropobik juga dipengaruhi oleh viskositas zat cair. Viskositas atau kekentalan zat cair merupakan gaya gesek antara molekul-molekul penyusun suatu cairan. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sesuai kajian ilmu dalam bidang biofisika dapat terlihat bahwa kekentalan atau viskositas cairan berpengaruh terhadap sifat hidropobik daun. Pengaruh viskositas terhadap sifat hidropobik adalah semakin kecil viskositas fluida yang ditetaskan maka daun memiliki sudut kontak yang semakin besar, sebaliknya semakin besar viskositas fluida yang ditetaskan maka daun memiliki sudut kontak yang semakin kecil. Besarnya sudut kontak ini menyatakan daun bersifat hidropobik. Semakin tinggi sudut kontak maka semakin tinggi hidrofobisitas permukaan. Permukaan dengan sudut kontak $<90^\circ$ dinamakan sebagai hydrophilic dan permukaan dengan sudut $>90^\circ$ sebagai *hidropobik* (Gusrita & Gusnedi, 2014).

Molekul *hidropobik* cenderung nonpolar sedangkan molekul air bersifat polar. Molekul *hidropobik* dalam air sering berkumpul bersama, membentuk misel. Air pada permukaan *hidropobik* akan menunjukkan sudut kontak yang tinggi. Sudut kontak juga dipengaruhi oleh kekasaran pada permukaan lapisan. Struktur permukaan pada daun teratai memiliki dua tingkatan kekasaran, (dalam skala mikro dan nano) yang mampu memperangkap udara dibawah tetesan air sehingga dapat menyebabkan tetesan air bergulir dan inilah karakteristik permukaan super-hidropobik yang baik.

F. Aplikasi Pemanfaatan Sifat hidropobik

Aplikasi sifat *hidropobik* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti bidang industri tekstil. Pada hasil analisis tekstil menggunakan kain atau kapas dengan material superhidropobik terdapat lubang antar tenunan, sehingga memungkinkan udara masuk. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tekstil kapas setelah perlakuan dengan material superhidropobik dapat digunakan sebagai material tekstil (Fachrirozi, 2009).

Pada penelitian Muslim (2018), aplikasi sifat *hidropobik* juga diterapkan pada kain seperti kain kapas, sutera dan poliamida. Kain yang akan diproses telah melalui proses *pretreatment* meliputi *scouring* dan *bleaching*. Proses pelapisan larutan pada kain dilakukan dengan metoda pad-dry-cure (Muslim, Safrihatini, & Aini, 2018).

Selain pada kain dan kaca, aplikasi *hidropobik* juga dilakukan pada cat akrilik. Hasil uji hidrofobitas nanosilika pada aplikasi cat akrilik menunjukkan minyak dan air. Pemurnian minyak pelumas bekas dapat dilakukan dengan teknologi membran. Padatan serta pengotor lainnya terejeksi, sedangkan minyak beserta beberapa aditif dapat melewati membran. Hasilnya, minyak pelumas jernih didapatkan dengan kualitas seperti minyak baru. Untuk proses ini, membran keramik bersifat hidropobik digunakan pada temperatur tinggi sehingga minyak pelumas bekas yang baru digunakan dapat langsung diproses.

G. Sifat Pembasahan

Permukaan hidropobik dengan kebasahan yang rendah dimana sudut kontak lebih besar dari 90° memiliki daya adhesi yang juga rendah. Sifat permukaan superhidropobik terdapat pada tanaman Lotus. Tanaman ini memiliki mikrostruktur tertentu (lapisan lilin) yang mampu 'menolak' air sehingga bila air mengenai permukaan tanaman Lotus, air akan segera jatuh tergelincir.

Prinsip inilah yang kemudian digunakan untuk *self cleaning*. Yakni dengan mengubah mikrostruktur suatu benda mengikuti permukaan tanaman Lotus tadi, sehingga permukaan superhidropobik dapat dikembangkan. Penelitian telah membuktikan hubungan antara mikrostruktur, kebasahan, dan pengotor

dengan menggunakan daun Lotus, maka hal ini dikenal dengan Efek Lotus. Permukaannya menunjukkan sudut kontak yang melebihi 130° , artinya daya adhesi air atau partikel lainnya berkurang. Air yang kontak dengan permukaan ini akan membentuk bulatan/tetes air.

H. Self-Cleaning

Self cleaning adalah kemampuan suatu material untuk tetap menjadi bersih. *Self cleaning* merupakan suatu metode yang memanfaatkan efek fotokatalitik maupun efek Lotus yang dihasilkan dari senyawa kimia tertentu sehingga mampu membersihkan substrat dari kontaminan. Terdapat dua mekanisme *self cleaning* yang didasarkan pada gaya aksi terhadap air pada suatu bahan yang membuat permukaan material tersebut bersifat superhidrofilik dan superhidropobik. Selain itu teknologi self cleaning banyak dimanfaatkan sebagai pelapis permukaan seperti kaca, bangunan, tekstil, keramik, dan sebagainya. Teknologi self cleaning dapat mempermudah perawatan sehingga biayanya jadi lebih murah. Salah satu contoh aplikasi *self cleaning* yang digunakan pada kaca mobil dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aplikasi Self Cleaning (a) Kaca mobil yang tidak dilapisi lapisan hidropobik (b) kaca mobil yang telah dilapisi lapisan hidropobik

(Putri, Ratnawulan, & Ramli, 2018)

Mekanisme ini melibatkan efek fotokatalitik sehingga aktivitasnya memerlukan paparan sinar matahari atau sinar UV untuk mendegradasi kontaminan (Li dkk, 2013). Kelebihan dari mekanisme ini yaitu tidak membutuhkan adanya air pada permukaan karena mekanisme ini memanfaatkan sinar matahari untuk proses degradasinya, Fenomena self cleaning dapat diamati pada kemampuan daun lotus dalam membersihkan diri dari kotoran dan

debu. Teknologi self cleaning banyak dimanfaatkan sebagai pelapis permukaan seperti kaca, bangunan, tekstil, keramik, dan sebagainya.

Teknologi self cleaning mempermudah perawatan sehingga biayanya jadi lebih murah. Material self-cleaning merupakan material yang memiliki daya membersihkan diri sendiri. Pengembangan material self-cleaning dalam dunia tekstil ditandai dengan adanya pakaian/baju steril. Material self-cleaning di bidang industri kini dikembangkan dalam produk cat. Dinding dengan lapisan cat self-cleaning membuat kotoran tidak akan menempel di permukaan dinding. Dalam penelitian ini, material self-cleaning dengan lapisan nanokomposit mangan silika/ polystyrene (MnSi/PS).

I. Faktor yang Mempengaruhi Sifat hidropobik

a. Adhesi dan Kohesi

Permukaan cairan yang terdapat dalam suatu pipa gelas yang penampangnya kecil, misalnya pipa kapiler dengan bahan utama SiO_2 , bisa cekung atau cembung. Molekul- molekul air yang menempel pada pipa kapiler melalui atom hidrogennya membentuk ikatan hydrogen antarmolekul dengan atom-atom oksigen dari SiO_2 yang terdapat pada pipa kapiler. Gaya ikat yang terjadi dikenal sebagai adhesi (*adhesion*) karena terjadi antara molekul- molekul yang berbeda. Di samping itu, molekul- molekul air tersebut juga mengadakan ikatan hydrogen antarmolekul dengan molekul- molekul air yang tidak menempel pada dinding pipa kapiler. Gaya ikat yang terjadi dikenal sebagai kohesi (*cohesion*), karena terjadi antara molekul- molekul sejenis. Karena adhesi lebih kuat daripada kohesi, maka permukaan air dalam pipa kapiler menjadi cekung. Atom atom raksa yang dekat dengan pipa kapiler mengadakan gaya tarik dengan SiO_2 dari pipa kapiler yang disebut adhesi (Janjua et al., 2016).

Di samping itu, atom-atom raksa tersebut mengadakan gaya London dengan atom-atom raksa yang tidak menempel pada dinding kapiler. Gaya tarik ini disebut dengan kohesi. Karena adhesi lebih lemah dibandingkan kohesi maka permukaan raksa dalam pipa kapiler menjadi cembung. Tetesan cairan murni di atas permukaan padatan dapat menunjukkan gaya adhesi

antara cairan dan permukaan padatan yang mengakibatkan penyebaran cairan (pembasahan) dan gaya kohesi antar molekul cairan yang meniadakan penyebaran cairan.

Pada cairan yang bersifat polar akan membentuk sudut kontak apabila diteteskan di atas padatan yang bersifat non-polar. Apabila cairan polar diteteskan di atas plat yang bersifat polar, maka sudut kontak tidak akan terbentuk. Sudut kontak tersebut dapat terjadi karena adanya gaya adhesi antara padatan dengan cairan dan gaya kohesi antar molekul cairan. Semakin kecil sudut kontak yang diperoleh, gaya adhesi semakin besar. Semakin besar sudut kontak yang diperoleh, gaya kohesi semakin besar (Putri et al., 2018).

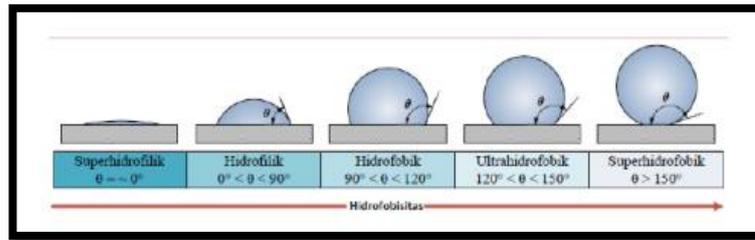
b. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan zat cair merupakan kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang, sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis. Selain itu, tegangan permukaan juga diartikan sebagai suatu kemampuan atau kecenderungan zat cair untuk selalu menuju ke keadaan yang luas permukaannya lebih kecil yaitu permukaan datar atau bulat seperti bola atau ringkasnya didefinisikan sebagai usaha yang membentuk luas permukaan baru. Dengan sifat tersebut zat cair mampu untuk menahan benda-benda kecil di permukaannya. Seperti silet, berat silet menyebabkan permukaan zat cair sedikit melengkung ke bawah tampak silet itu berada. Lengkungan itu memperluas permukaan zat cair namun zat cair dengan tegangan permukaannya berusaha mempertahankan luas permukaannya sekecil mungkin.

Beberapa gejala tegangan permukaan yang sering kita jumpai adalah pada sebuah pipet (penetes obat cair) akan mengeluarkan fluida setetes demi setetes dan tidak mengalir, sebatang jarum yang diletakkan dipermukaan air tidak akan tenggelam dan alat yang hinggap pada permukaan airpun tidak tenggelam (Gede Arya Wiguna, 2018). Tegangan permukaan zat cair pada pipa kapiler dipengaruhi oleh adhesi dan kohesi. Adhesi menyebabkan zat cair yang dekat dengan dinding naik. Sedangkan kohesi menyebabkan zat cair yang ada di tengah ikut naik. Tegangan permukaan suatu cairan berhubungan dengan gaya tegang yang dimiliki permukaan cairan tersebut. Gaya tegang ini berasal dari gaya tarik kohesi (gaya tarik antara molekul sejenis) molekul-molekul cairan

c. Sudut Kontak

Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang diteteskan ke permukaan bahan uji. Pada saat cairan diteteskan di atas permukaan suatu padatan, maka dalam beberapa saat cairan akan setimbang. Keadaan setimbang tersebut menyebabkan terbentuknya sebuah sudut θ , yang disebut sebagai sudut kontak. Sudut kontak adalah sudut yang terbentuk dari dua garis, dimana garis pertama adalah garis batas antara udara dan zat cair yang diteteskan dan garis kedua merupakan batas yang terbentuk antara zat cair dan zat padat yang ditetesi. Sudut kontak adalah sudut yang terbentuk dari sebuah garis permukaan benda uji terhadap suatu garis dasar kontak tetesan air dengan benda uji. contoh gambar sudut kontak air. Dapat dilihat pada gambar 6.



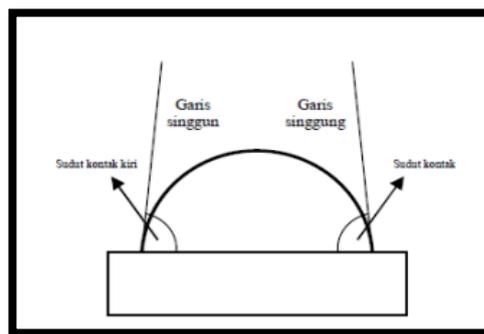
Gambar 6. Sudut Kontak Air (Wenten dkk, 2015)

Dari Gambar 6 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.

$$\text{Sudut Kontak} = \text{Sudut kontak kiri} + \text{Sudut Kontak Kanan}$$

2

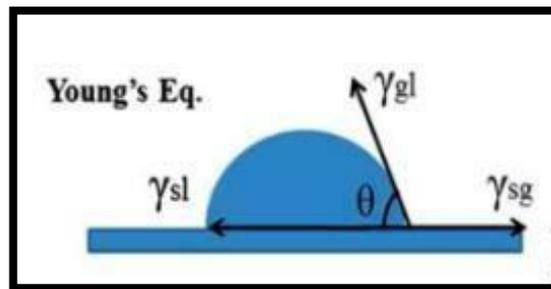
Berdasarkan Penelitian (Syakur et al., 2011), besarnya sudut kontak permukaan bahan terhadap tetesan cairan diperoleh berdasarkan hasil pengamatan langsung melalui pemotretan kamera digital yang dihubungkan dengan komputer. Hasil pemotretan ditampilkan dalam bentuk ukur proyektor berskala, selanjutnya sudut kontak pada sisi kiri dan kanan sampel uji diukur dengan menggunakan busur derajat. Contoh perhitungan sudut kontak *hidropobik*. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran Sudut Kontak (Syakur et al., 2011)

Berdasarkan Gambar 8. Didapatkan hasil pengukuran sudut kontaknya $< 90^\circ$, maka dapat disimpulkan bahwa permukaan bahan uji ini bersifat hidrofilik, artinya dapat menyerap air. Terdapat tiga model yang mampu

menjelaskan analisa kebasahan suatu material, yaitu Model Young, Model Wenzel, dan Model Cassie-Baxter. Tingkat kebasahan pada suatu material sangatlah kompleks karena dipengaruhi oleh faktor kekasaran dan sifat kimianya, sehingga sudut kontak tidak bisa diasumsikan dengan model Young yang mengasumsikan air menetes pada permukaan yang halus dan datar secara sempurna, Dapat dilihat pada Gambar 8.

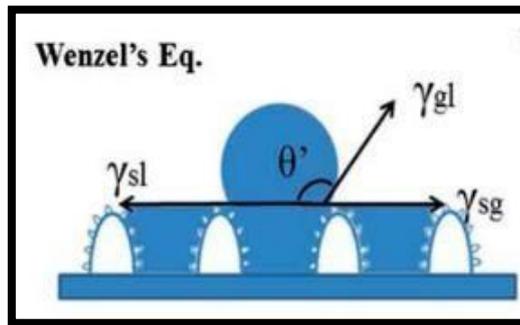


Gambar 8. Ilustrasi Model Young (Zhan & Chen, 2014).

Young mengilustrasikan sudut kontak pada permukaan datar dimana γ_{SA} dan γ_{SL} adalah tegangan permukaan solid-air dan solid-liquid, serta γ_{LA} adalah tegangan permukaan liquid-air. Pada permukaan *hidropobik*, kekasaran permukaan akan mengakibatkan bertambah besarnya sudut kontak, sehingga permukaan akan semakin menolak air. Sedangkan pada permukaan *hydrophilic*, penambahan kekasaran hanya akan menyebabkan sudut kontak semakin menurun dan permukaan semakin mudah menyerap air. Dari persamaan Young diterapkan sistem cair-padat tertentu, tiga parameter termodinamika γ_{LV} , γ_{SV} , dan γ_{SL} dapat menentukan sudut kontak tunggal dan unik θ_Y . Fenomena keterbasahan lebih dari sekedar keadaan statis. Cairan bergerak untuk mengekspos permukaan dan membasahi permukaan padatan. Pengukuran sudut kontak statis tunggal untuk mengkarakterisasi perilaku pembasahan sudah tidak memadai lagi. Jika garis kontak tiga fasa dapat bergerak, maka sudut kontak yang terbentuk disebut sudut kontak “dinamis”.

Model Wenzel menjelaskan mengenai kebasahan yang homogen dimana air akan memenuhi setiap lekukan permukaan kasar dan terjadi kontak antara air dan permukaan padat. Besar area kontak akan semakin berkurang seiring dengan bertambah kasarnya permukaan dan sudut kontak akan bertambah. Namun, hal ini

bergantung pada sifat asli permukaan itu sendiri. Ilustrasi Model Wenzel ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Ilustrasi Model Wenzel (Zhan & Chen, 2014)

Pada Gambar 10. dimana ilustrasi model Wenzel terdapat persamaan

$$\cos \theta_w = r \cos \theta$$

Salah satu ciri khas dari model Wenzel adalah asumsi *hidropobik* yang disebabkan adanya kekasaran, sehingga persamaan untuk sudut kontak pada permukaan kasar model Wenzel, didapati faktor r “rasio kekasaran”.

Pada permodelan Cassie-Baxter sering disebut dengan model kantung udara dan memiliki tingkat kebasahan yang heterogen. Keadaan ini menjelaskan adanya udara yang terjebak pada saat air diteteskan ke permukaan. Diasumsikan terdapat dua fase dalam aspek kebasahan Cassie-Baxter, yaitu fase *solid* (fase1) dimana terjadi interaksi antara *solid* dengan *liquid* dan fase udara (fase2) dimana terjadi interaksi antara udara dan *liquid*. dimana ilustrasi model Wenzel terdapat persamaan:

$$\cos \theta_c = f_1 \cos \theta + f_2 - 1$$

Jika f_1 sangat kecil, maka semakin banyak udara yang terjebak didalamnya dan $\cos \theta_c$ dapat mendekati -1 sehingga sudut kontak θ_c yang terbentuk adalah 180° sehingga pada pembentukan lapisan *hidropobik* dengan menggunakan prekursor SiO_2 sebagai penguat dalam komposit matriks polimer. Sehingga dapat diamati bagaimana pengaruh temperatur perlakuan panas terhadap aspek kebasahan pada lapisan *superhidropobik*.

Secara umum, pengukuran sudut kontak berfungsi sebagai teknik awal

yang baik untuk karakterisasi permukaan. Namun, nilai pengukuran sudut perlu dianalisis dengan hati-hati karena sejumlah faktor termasuk kesalahan operator, kekasaran permukaan, heterogenitas permukaan, terkontaminasi cairan, dengan materi sampel dapat mempengaruhi hasil secara keseluruhan.

J. Nanokomposit

a. Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (Sudirman, Aloma Karo Karo, Ari H, 2004). Penyusun komposit terdiri dari matriks dan penguat.

a). Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren, permukaan matriks/serat, melindungi serat, memisahkan serat, melepas ikatan dan tetap stabil setelah proses manufaktur. Matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik yang secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit (Hilmi & Pratapa, 2016). Aplikasi matriks polimer nano-komposit untuk kemasan pangan dimulai sejak serat selulosa diketahui sebagai senyawa polimer alami yang tinggi kekuatannya. Disamping itu, selulosa mempunyai keunggulan, yaitu : murah atau kompetitif, mudah diperoleh, ramah lingkungan dan menggunakan energi yang rendah dalam proses pabrikasinya (Maharani & Cahyaningrum, 2012). Proses dan teknologi pembuatan komposit nano matriks polimer sendiri pada prinsipnya berdasarkan 2 jenis penguatan kembali nano (*nano-reinforcements*), yakni serat selulosa-mikrofibril dan serat rambut atau *whisker*. Hal ini disebabkan karena penguatan kembali nano serat selulosa dilaporkan telah dapat menghasilkan pengaruh yang sangat besar terhadap perbaikan sifat modulus matriks polimer. Bahkan serat selulosa sangat efektif untuk

memperbaiki sifat modulus dan kekuatan polimer, V khususnya pada temperatur di atas temperatur transisi gelas dari matriks polimer yang bersangkutan.

b). Penguat

Penguat adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit. Penguat yang digunakan pada penelitian ini adalah silika, sedangkan matriks yang digunakan adalah Polietilena sehingga sifat komposit merupakan paduan dari matriks dan penguat (Sudirman, Aloma Karo Karo, Ari H, 2004). Bahan komposit tidak akan mengubah struktur mikro dari bahan pembentuknya (dalam orde kristalin), tetapi secara keseluruhan material komposit memiliki sifat yang berbeda dari bahan dasarnya, karena adanya ikatan antar permukaan di antara matriks dan pengisi. Bahan pengisi atau penguat yang digunakan dalam pembuatan matriks polimer nanokomposit dapat mencakup tanah liat (*clay*) dan platelet silikat nano, partikel silika (SiO_2) (Sudibyo, 2013).

b. Nanokomposit

Nanokomposit merupakan struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar-bentuk penyusun struktur yang berbeda. Ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit memainkan peranan penting pada peningkatan dan pembatasan sifat material. Partikel-partikel yang berukuran nano tersebut memiliki luas permukaan interaksi yang tinggi. Semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah (Marlina & Rahmaniar, 2012).

Nanokomposit dapat dianggap sebagai struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar-bentuk penyusun struktur yang berbeda. Material-material dengan jenis seperti itu terdiri atas padatan inorganik yang tersusun atas komponen organik. Selain itu, material nanokomposit dapat pula terdiri atas dua atau lebih molekul inorganik/organik dalam beberapa bentuk kombinasi dengan pembatas antar keduanya minimal satu molekul atau memiliki ciri berukuran nano. Salah satu riset berskala nano

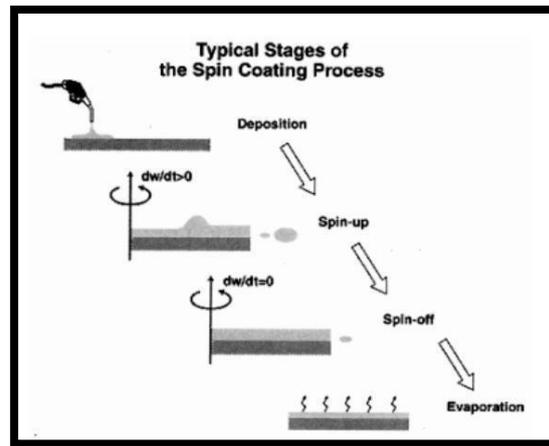
yang mempunyai aplikasi yang luas dan banyak yaitu material nanokomposit.

Beberapa jenis partikel nano yang dipadukan dan diintegrasikan dalam matriks polimer nano-komposit dapat dimanfaatkan sebagai penyedia bahan aktif dan/atau sebagai bahan yang memiliki sifat "cerdas" atau "smart" dalam susunan materi kemasan pangan, seperti : sebagai bahan kemasan antimikroba, perintang/penghambat masuknya gas oksigen ke dalam kemasan pangan, sebagai alat sensor terhadap keberadaan gas O₂ dan sebagai pendeteksi gas serta sebagai indikator adanya kerusakan pangan akibat terpaparnya gas oksigen. Namun, hingga kini masih menyisakan persoalan/permasalahan penting yang perlu diperhatikan dan dikaji dalam penerapan teknologi nano khususnya pada penerapan polimer nano-komposit untuk kemasan pangan, yaitu masalah keamanannya. Di satu sisi, sifat-sifat dan keamanan materi/bahan dalam bentuk kamba (*bulk*) telah diketahui dengan baik dan jelas, di sisi lain, bahan/material berukuran nano kadang-kadang dapat memunculkan sifat-sifat yang berbeda dengan sifat bahan dalam bentuk skala makronya sehingga menimbulkan kekhawatiran bahwa bahan dalam bentuk berukuran nano tersebut akan mudah/bebas bergerak dalam tubuh; sedangkan bahan dalam ukuran nano mempunyai permukaan yang lebih luas dapat meningkatkan sifat reaktifitas bahan tersebut meskipun mereka dalam bentuk kumpulan agregat yang besar pada kondisi umumnya. Disamping itu, masih terbatasnya data ilmiah yang diperlukan tentang informasi migrasi struktur nano dari bahan kemasan ke dalam bahan pangan. Oleh karena itu, penelitian yang lebih mendalam dan rinci untuk mengevaluasi potensi toksisitas produk teknologi nano seperti halnya keamanan lingkungan penggunaannya masih diperlukan. (Sudibyo, 2013)

K. Metode *Spincoating*

Spin coating merupakan suatu metode untuk mendeposisikan lapisan tipis dengan cara menyebarkan larutan ke atas substrat, kemudian substrat diputar dengan kecepatan konstan agar dapat diperoleh endapan lapisan tipis di atas substrat, atau disebut juga metode percepatan larutan untuk menyiapkan film tipis (Purwanto & Prajitno, 2013). Metode *spin coating*

terdiri dari tiga fase yaitu spin- up, spin-off (aliran fluida), dan penguapan. Proses *spin coating* ini telah banyak digunakan dalam pembuatan sirkuit terintegrasi, cermin optik, layar televisi berwarna dan disk magnetik untuk penyimpanan data. Tahap-tahap pada metode *spin coating* ditunjukkan pada Gambar 10.



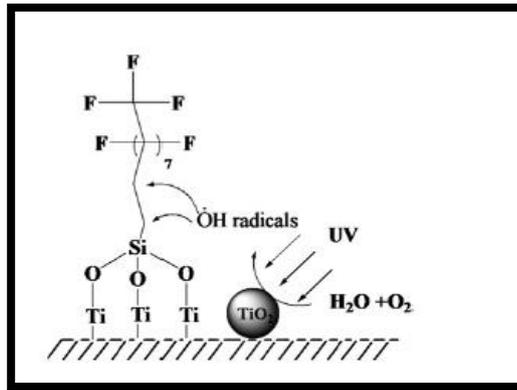
Gambar 10. Tahap-Tahap Penting Dari Proses Pelapisan Spin

(Sahu, Parija, & Panigrahi, 2009).

Proses putaran pada metode *spin coating* terdiri dari 3 langkah penting, dimana pada langkah pertama yaitu langkah pengendapan dimana cairan resin disimpan ke permukaan substrat, langkah putaran dengan kecepatan tinggi untuk mengencerkan fluida, dan langkah pengeringan untuk menghilangkan pelarut berlebih dari film yang dihasilkan. Dua metode umum pengeluaran adalah pengeluaran statis, dan pengeluaran dinamis. Kecepatan putaran adalah salah satu faktor terpenting dalam pelapisan spin. Putaran kecepatan yang tinggi umumnya menentukan ketebalan film akhir. Ketebalan film sebagian besar merupakan keseimbangan antara gaya yang digunakan untuk menggeser resin fluida ke arah tepi substrat dan laju pengeringan, yang mempengaruhi viskositas resin. Saat resin mengering, viskositas meningkat sampai kekuatan radial dari proses putaran tidak lagi dapat memindahkan resin ke permukaan. Pada titik ini, ketebalan film tidak akan berkurang secara signifikan dengan meningkatnya waktu putaran.

L. Kestabilan Uv

Sinar Uv (ultraviolet) adalah sinar tidak tampak yang merupakan bagian energi yang berasal dari matahari. Stabilitas Uv dari lapisan superhidrofobik sangat penting terutama untuk permukaan luar yang terkena Sinar Uv. Dua jenis permukaan baja superhydrophobic diuji di bawah sinar Uv yang kuat. Hasilnya mengungkapkan bahwa dengan ekstra layers dari SiO₂ nanopartikel properti tahan Uv dari superhydrophobic. Dua jenis permukaan baja superhidropobik telah diuji di bawah sinar Uv (Tayirjan T. Isimjan dkk, 2012). Dapat dilihat pada gambar 11. Untuk aplikasi rekayasa permukaan hidrofobik, stabilitas masalah kemampuan di bawah iradiasi Uv, dalam pelarut termasuk air dan larutan asam, perlu diselidiki.

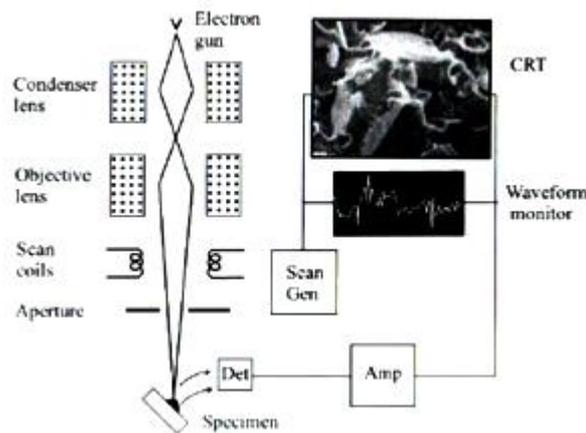


Gambar 11. Proses fotodegradasi permukaan superhidrofobik berbasis PTES.(sumber: Tayirjan T. Isimjan dkk, 2012)

Kestabilan Uv pada permukaan hidropobik berlapis asam stearat, SiO₂ dan TiO₂ dibandingkan dengan ekstra permukaan berlapis nanopartikel SiO. Ketika permukaan dilapisi TiO ditutupi oleh nanopartikel SiO, Elektron energi yang dihasilkan oleh TiO, bawah Uv tidak dapat berdifusi ke permukaan, oleh karena itu tidak ada radikal OH yang terbentuk. Akan tidak ada oksidasi tanpa adanya radikal OH. karena penurunan permukaan kekasaran menurut model Cassie. Dalam kasus (TiO) - (SiO) permukaan sudut kontak awal menurun karena SiO mengisi ruang yang diciptakan oleh partikel TiO karena ukuran partikel yang lebih kecil. Dalam kasus (TiO)- (SiO) dari hidropobik menjadi sangat hidropobik wajah karena sudut kontak menjadi lebih rendah dari 150 °.

M. *Scanning Electron Mycroscopy* (SEM)

SEM merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang mampu menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran suatu sampel. Mikroskop pemindai elektron (SEM) digunakan untuk mempelajari secara detil bentuk permukaan sel (atau struktur jasad renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi (Vilas.Mendez, 2007). SEM dimanfaatkan untuk melihat morfologi permukaan suatu sampel dan ukuran sampel. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron micrograph* yang memiliki bentuk tiga dimensi berupa foto. Biasanya SEM memiliki perbesaran 1.000 – 40.000 kali. Bagian utama dari SEM, yaitu penembak elektron, lensa magnetik dan lensa objektif, fine probe, detektor, spesimen, dan monitor CRT. Cara terbentuknya gambar pada SEM berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut dipindai dengan sinar electron. Seperangkat SEM dapat lihat pada Gambar 12.

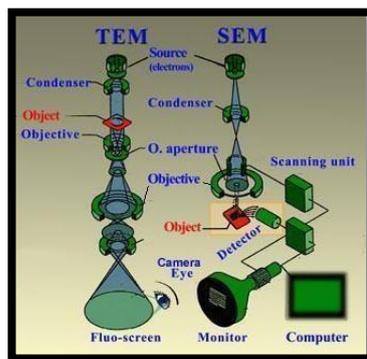


Gambar 12. Skematis Komponen-Komponen Utama Dari SEM

Elektron sekunder atau elektron pantul yang terdeteksi sinyalnya diperkuat, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada layar monitor CRT (cathode ray tube). Di layar CRT inilah gambar struktur obyek yang sudah diperbesar bisa dilihat. Pada proses operasinya, SEM tidak memerlukan sampel yang ditipiskan, sehingga bisa digunakan untuk melihat obyek dari sudut pandang 3 dimensi (Goodhew. Peter J, 2004).

Penembak elektron berfungsi untuk menembakkan elektron ke sampel. Lensa magnetik dan lensa objektif berfungsi membengkokkan dan memfokuskan

berkas elektron. *Fine probe* berfungsi membaca permukaan sampel. Detektor berfungsi menangkap hamburan elektron. *Speciment* berfungsi untuk meletakkan sampel yang akan diuji. Monitor *cathode ray tube* (CRT) berfungsi untuk mengamati struktur sampel antara lain berupa topografi, morfologi, dan komposisi unsur atau senyawa yang terkandung di dalam objek. Berkas elektron yang dihasilkan oleh *electron gun* difokuskan pada ruang vakum sehingga membentuk *fine probe*. Berkas elektron dilewatkan melalui lensa magnetik dan lensa objektif. Lensa objektif berfungsi sebagai pembelok berkas elektron secara horisontal dan vertikal, sehingga berkas dapat membaca seluruh permukaan sampel. Berkas elektron yang sampai ke permukaan sampel mengalami interaksi dengan elektron pada permukaan sampel. Tumbukan elektron dengan permukaan sampel menghasilkan beberapa sinyal. Sinyal tersebut diantaranya *secondary electrons*, *backscattered electrons* (BSE) dan *diffracted backscattered electrons* (EBSD). *Secondary electrons* memberikan informasi morfologi dan topologi pada sampel. *Backscattered electrons* biasanya digunakan untuk memberikan gambaran kontras pada sampel. Selanjutnya, sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada monitor CRT. Pada layar CRT inilah gambar struktur obyek yang sudah diperbesar dapat diamati. Prinsip kerja SEM ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 11. Prinsip Kerja SEM (Pratama, 2017)

SEM dipahami sebagai teknik yang sesuai yang diterima dan diakui oleh komunitas peneliti material dunia, ini ditandai dengan diberikannya penghargaan Nobel terhadap para penemunya, Ernst Ruska dan Max Knoll. Identifikasi struktur

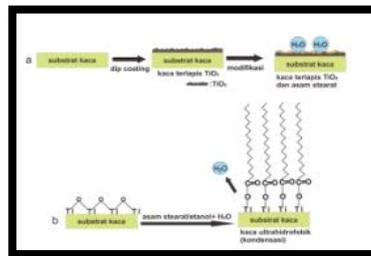
mikro lapisan oksida dengan menggunakan SEM tidaklah sekedar pengambilan gambar dan fotografi, tetapi harus dilakukan dengan teknik dan metode operasi yang benar. Proses pembentukan *image* pada alat ini merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan. Meskipun sinyal data yang dihasilkan cukup kuat dibanding mikroskop optik atau XRD, tetapi karena seringkali obyek pengamatan yang terbilang kecil dan mengandung komponen non konduktif, seperti lapisan pasivasi oksida pada permukaan, SEM dapat memberikan kontras yang relatif rendah terlebih pada perbesaran tinggi. Oleh karena itu SEM harus dioperasikan dengan pengaturan parameter elektron seperti *high voltage*, *spot size*, *bias* dan *beam current* juga parameter optik seperti kontras, fokus dan *astigmatismus* yang tepat sehingga diperoleh hasil gambar yang optimal secara ilmiah dan tidak memberikan interpretasi ganda. Selain itu, proses pengambilan gambar dan analisis kimia dengan SEM sangatlah dipengaruhi oleh jenis sampel. (Sujatno, Salam, Dimiyati, Sains, & Maju, 2015).

N. Pengaruh Penambahan Asam Pada Lapisan hidropobik

Sebagai kelompok alkil hidropobik rantai panjang, seringkali asam stearat digunakan sebagai bahan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga dapat meningkatkan sifat hidropobik menjadi superhidropobik, selain itu asam lemak jenuh ini juga berperan dalam memberikan konsistensi dan kekerasan pada permukaan (V. T. Tran and B. Lee, 2017). Penambahan asam pada lapisan hidropobik sangat berpengaruh untuk penurunan energi permukaan, Pada Lapisan TiO₂ permukaan berfungsi untuk memberikan kekasaran pada permukaan kaca dengan nilai kekasarannya sebesar 4,81 nm. Ketika lapisan TiO₂ dilapisi dengan asam stearat maka kekasaran permukaan akan berkurang karena efek dari asam stearat yang memperhalus permukaan dan nilai kekasaran berkurang menjadi 3,90 nm. Kekasaran dapat membentuk celah yang dapat memerangkap udara sehingga mampu menghasilkan permukaan yang bersifat hidropobik (Cassie, 1944).

lapisan ultrahidropobik terbentuk dari pelapisan TiO₂ yang kemudian dimodifikasi menggunakan asam stearat (C₁₈H₃₆O₂). Pada permukaan, TiO₂

berinteraksi dengan molekul air di udara sehingga terikat OH. Saat direndam dengan asam stearat selama 6 jam permukaan mengalami fisorpsi dan kemudian mengalami kondensasi melepaskan H₂O (Pratiwi, Zulhadjri, Arief, & Wellia, 2020). Dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 12. Mekanisme Terbentuknya Lapisan Utrahidropobik (sumber:Pratiwi, dkk, 2020)

.Pada penelitian ini asam stearat dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi optimum. Hal ini dikarenakan bahwa sifat keterbasahan permukaan padatan melibatkan kekasaran permukaan dan modifikasi dengan bahan yang memiliki energi permukaan rendah. Perubahan dari permukaan hidrofilik menjadi permukaan ultrahidropobik disebabkan oleh kombinasi peningkatan kekasaran oleh struktur nano TiO₂ dan penurunan energi permukaan oleh asam stearat (Wang et al., 2014).

O. Pengaruh Penambahan Garam Pada Lapisan hidropobik

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sifat hidropobik permukaan yaitu adanya kekasaran permukaan. Pada saat lapisan hidropobik direndam ke dalam larutan garam dan terjadi kontak langsung dengan larutan elektrolit seperti halnya Cu(NO₃)₂·3H₂O), maka akan memicu terjadinya elektrokimia. Ada beberapa kandungan garam yang dapat meningkatkan kerosifitas seperti Ion klorida yang terkandung dalam larutan garam memiliki tingkat korosifitas seperti halnya ion sulfat. Ion-ion yang terdapat pada garam berperan sebagai transportasi elektron sehingga konsentrasi garam yang semakin pekat akan meningkatkan laju korosi.

Dalam kondisi netral, ion Fe²⁺ dan OH⁻ membentuk endapan. larutan garam lambat untuk bereaksi dengan udara luar sehingga pada saat pelapisan

hidropobik ada sebagian lapisan yang tidak terlapisi sehingga menyebabkan lapisan tersebut rusak saat dilakukan penyinaran dengan sinar Uv secara langsung, sehingga menyebabkan menurunnya sudut kontak pada lapisan tersebut atau bisa dikatakan bahwa sifat hidropobik menurun. Semakin bersifat hidropobik (anti air) suatu lapisan maka laju korosi juga semakin menurun sehingga pada saat terpapar sinar matahari secara langsung lapisan permukaan tidak mudah rusak.

P. Pengaruh Penambahan Asam+Garam Pada Lapisan hidropobik

Asam stearat dapat diklasifikasikan sebagai surfaktan. Surfaktan merupakan bahan aktif permukaan yang bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan. Sifat aktif ini diperoleh dari sifat ganda molekulnya. Karena molekul asam stearat memiliki struktur hidrokarbon rantai panjang yang terdiri dari karbon dan hidrogen, yang bersifat nonpolar dan tidak berikatan dengan air, sehingga menyebabkan asam stearat bersifat hidropobik. Semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak, semakin meningkat sifat hidropobiknya.

Sedangkan asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C₁₈) sehingga memiliki sifat hidropobik. Selain itu, struktur karboksil yang bersifat polar dapat berikatan dengan air dengan kuat, sehingga menyebabkan asam stearat juga bersifat hidrofilik [H.-D. Belitz, W. Grosch, 2009]. Sifat ini memungkinkan asam stearat untuk menempel pada permukaan logam dan mengurangi area kontak dengan membentuk lapisan batas pada partikel atau permukaan logam [Y. Lin.dkk, 2015].

Asam stearat digunakan sebagai bahan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga dapat meningkatkan sifat hidropobik menjadi superhidropobik, selain itu asam lemak jenuh ini juga berperan dalam memberikan konsistensi dan kekerasan pada permukaan (V. T. Tran and B. Lee, 2017). Asam lemak jenuh rantai panjang endogen, asam stearat tidak beracun dan dapat terurai secara baik, selain itu banyak ditemukan, dan berbiaya rendah.

Sedangkan garam bersifat meningkatkan laju korosi pada lapisan permukaan, laju korosi dapat menurun apabila permukaan anti air (hidropobik). Penambahan penggunaan asam, seperti asam stearat yang bersifat hidropobik dengan tujuan agar lapisan hidropobik dapat mempertahankan sifat hidropobiknya

saat di sinari secara langsung dibawah sinar matahari dan garam dengan tujuan untuk meningkatkan laju korosi, sedangkan pencampuran antara asam dan garam dengan tujuan agar dapat menurunkan laju korosi walaupun di tambah dengan campuran garam, karena semakin bersifat hidropobik suatu lapisan maka laju korosi semakin menurun dan lapisan dapat bertahan lebih baik saat di aplikasikan di dunia luar. dan mempertahankan sifat hidropobik saat terkena paparan sinar matahari secara langsung dan lapisan permukaan tidak mudah rusak.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan garam dan asam organik pada lapisan hidropobik nanokomposit silika/polysterene terhadap kestabilan Uv diketahui bahwa.

sifat lapisan yang lebih baik yaitu pada saat silika/polystyrene dilapisi dengan asam ditunjukan dengan meningkatnya sudut kontak dan kekasaran morfologi, sehingga juga bisa dilihat kestabilan terhadap Uv dengan bertahanya sifat hydrofobik pada lapisan. Hasil ini dapat menunjukkan bahwa dimungkinkan untuk menggunakan permukaan hidropobik/membersihkan sendiri di lingkungan yang keras seperti iradiasi Uv tinggi, suhu tinggi, dan aplikasi luar ruangan.

B. Saran

Berdasarkan pada hasil penelitan ini masih banyak memiliki kekurangan, jika ada yang ingin melanjutkan penelitian ini sebaiknya pada saat penambahan asam dan garam itu di berikan variasi komposisinya karna setiap variasi komposisi itu berpengaruh pada sudut kontaknya dan sifat hidropobiknya

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A. A. (2005). Bahan Kimia untuk Kompon Karet. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Askari. (2012), Karakterisasi Dua Tipe Endapan Mangan di Daerah Singingi Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau". Jurnal Ilmiah MTG 05, no. 02
- Bhushan, Bioinspired structured surfaces, *Langmuir*, vol. 28, no. 3, pp.1698–1714,2012,doi: 10.1021/la2043729.
- Cassie, B. D. (1944). *wettability Of porous surfaces*,. (5), 546–551.
- Chini, S.F., dan Amirfazli, A., (2011), "A method for measuring contact angle of asymmetric and symmetric drops", *Colloids Surf. Physicochem. Eng. Asp.*, 388, 29–37.
- Corathers. 2002. U.S. Manganese. Geological Survey Minerals Yearbook.USGS.
- Hadiyawardman, et. al. (2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing.Jurnal Nanosains &Nanoteknologi.1(1).
- Hanafi, A.S. dan Nandang, A.R. 2010. Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik. Jurnal Kimia Indonesia.Vol.5.No. 1.Hal.35-38.
- H.-D. Belitz, W. Grosch, and P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry*, 4th ed. Germany.
- Hildayati, Triwikantoro, Faisal, H., dan Sudirman. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam-Silika. Seminar Nasional Pascasarjana IXITS.ITS. Surabaya.
- Li, K., Zeng, X., Li, H., Lai, X., Xie, H., 2014, Effects of Calcination Temperature on The Microstructure and Wetting Behavior of Superhidropobik Polydimethylsiloxane/Silica coating,*Colloids and Surfaces A:*

Physicochem. Eng. Aspects, 445, 111– 118

- Maulida, Yulia, Ratnawulan, & Ramli. (2019). Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Sifat *hidropobik* Dari Lapisan Nanokomposit Silika/Polietilen, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
- Mourhly, A., Khachani, M., Hamidi, E.A., Kacimi, M., Halim, M., and Arsalane, S. 2015. The Synthesis and Characterization of Low-Cost Mesoporous Silica SiO₂ from Local Pumice Rock. *Nanomaterials and Nanotechnology*. Morocco. p. 1-7.
- Ningsih, Sherly Kasuma Warda. “Pengaruh Aditif Pada Sintesis Nanopartikel Mn₂O₃ Melalui Proses Sol-Gel” *Jurnal Kimia* 07, no.01 (2013).
- ICSD. 1997. *Silicon Oxide: Die Kristallstruktur des Tief-Cristobalits SiO₂*. Eschwege. Germany.
- Pratiwi, N., Zulhadjri, Arief, S., & Wellia, D. V. (2020). A Facile Preparation of Transparent Ultrahydrophobic Glass via TiO₂/Octadecyltrichlorosilane (ODTS) Coatings for Self-Cleaning Material. *ChemistrySelect*, 5(4), 1450–1454. <https://doi.org/10.1002/slct.201904153>
- Ramadhan, N.I., Munasir, dan Triwikantoro. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Serbuk SiO₂ dengan Variasi pH dan Molaritas Berbahan Dasar Pasir Bancar, Tuban. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. Vol.3.No. 1.Hal.B-15-B-17.
- Sari Dewi. “Sintesis Nanomaterial Mangan Oksida dengan Metode Bebas Pelarut” *Jurnal Kimia Valensi* 01, no. 02 (2013). Smallman, R.E. and Bishop, R.J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering* 6th Edition. Butterworth Heinemann. Oxford. p. 24- 25, 143.
- Simpson, J. T., Hunter, S. R., & Aytug, T. (2015). Superhydrophobic materials and coatings: A review. *Reports on Progress in Physics*, 78(8).

<https://doi.org/10.1088/0034-4885/78/8/086501>

- Suka, I.G., Simanjuntak, W., Sembiring, S., dan Trisnawati, E. 2008. Karakteristik Silika Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi. *MIPA*. Tahun 37.No. 1.Hal.47-52.
- Suhala, S., Arifin, M., 1997, Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Sukandar rumidi, 1998, Bahan Galian Industri, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Schlute, E.E. & K. Albert. 2004. Soil and Applied Manganese. Understanding Plant Nutrients. Madison: University of Wisconsin. US Geological Survey Minerals Year Book, 2002 , Manganese, edited by Lisa A Corathers, USA, p 49.1 49.16
- V. A. Ganesh, H. K. Raut, A. S. Nair, and S. Ramakrishna, “A review on self-cleaning coatings,” *J. Mater. Chem.*, vol.21, no. 41, pp. 16304–16322,2011,doi:10.1039/c1jm12523k.
- V. T. Tran and B. Lee, “Novel fabrication of a robust superhidropobik PU@ZnO@Fe3O4@SA sponge and its application in oil-water separations,” *Sci. Rep.*, no. June, pp. 1–12, 2017.
- Wang, G,Yang, J. and Shi, Q., 2011, Preparation of Transparent Ultrahidropobik Silica Film by Sol–Gel Process, *Journal coating Technology Research*, 8, 53–60.
- Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2010. Mengenal Silika sebagai Unsur Hara. Vol. 32.No. 3. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Wang *et al.*, “A novel dissolution and resolidification method for preparing robust superhydrophobic polystyrene/silica composite,” *Chem. Eng. J.*, vol. 326, pp. 1066–1073,2017.
- Wells, E.H. 1918. Manganese in New Mexico. Buletin Of The New Mexico State School of Mines, No. 2.

Yuan, Y., dan Lee, T.R., (2013), "Contact Angle and Wetting Properties", dalam
Surface Science Techniques, Bracco, G., Holst, B. (Eds.), Springer Series
in Surface Sciences, Springer Berlin Heidelberg, pp. 3–34.

Y. Lin and Q. Peng, Eds., *Stearic Acid : Sythesis, Properties, And Application.*
Nova Science Publishers, Inc., 2015.